

**Галина ДЮКАРЕВА,
Олександр ДЬЯКОВ,
Анна ГАСАНОВА**

ВПЛИВ ЕЛАМІНУ ТА СТЕВІОЗИДУ НА СТАН ВОДИ В ЗБИТІЙ ЯЄЧНІЙ МАСІ

Наведено результати дослідження рухливості води в збитій яєчній масі з різними концентраціями еламіну та стевіозиду, які отримано методом ядерного магнітного резонансу. Встановлено, що з підвищенням концентрації еламіну значна частка води переходить у зв'язаний стан; стевіозид не впливає на стан води в збитій яєчній масі.

Ключові слова: бісквіт, стан води, еламін, стевіозид, збита яєчна маса, ядерний магнітний резонанс.

© Галина Дюкарева, Олександр Дьяков, Анна Гасанова, 2013

Дюкарева Г., Дьяков О., Гасанова А. Влияние эламина и стевиозида на состояние воды во взбитой яичной массе. Приведены результаты исследования подвижности воды во взбитой яичной массе с различными концентрациями эламина и стевиозида, полученные методом ядерного магнитного резонанса. Установлено, что с повышением концентрации эламина значительная доля воды переходит в связанное состояние; стевиозид не влияет на подвижность воды во взбитой яичной массе.

Ключевые слова: бисквит, подвижность воды, эламин, стевиозид, взбитая яичная масса, ядерный магнитный резонанс.

Постановка проблеми. Особливістю сучасного розвитку харчової промисловості, зокрема кондитерської галузі, є створення функціональних продуктів харчування, що сприяють збереженню та поліпшенню здоров'я людини. Їх регулюючий вплив на організм людини зумовлений саме дієтичними добавками та харчовими інгредієнтами складу, які мають фізіологічно функціональні властивості.

У щоденному раціоні кондитерські вироби, зокрема з бісквітного тіста, є бажаним харчовим продуктом населення, проте вони містять велику кількість цукрози. Надмірне вживання останньої може викликати цукровий діабет, розвиток важких ускладнень якого призводить до ранньої втрати працездатності. На сьогодні в Україні зареєстровано 1 млн 200 тис. хворих на цукровий діабет, із яких 184 тис. – інсулінозалежні, серед них 8 тис. дітей [1]. У вирішенні проблеми цукрового діабету особливої уваги заслуговує заміна цукру натуральними дієтичними добавками, зокрема стевиозидом.

Одним із типових прикладів недостатності мікронутрієнтів у харчуванні вважається дефіцит йоду, який є причиною широкого спектру розладів. У організмі людини йоду міститься 15–20 мг і денна потреба в ньому становить 100–150 мкг. Цей мікроелемент є в усіх живих організмах. Він необхідний для росту та розвитку, біосинтезу тиреоїдних гормонів. Йод потрапляє до організму людини з водою та продуктами харчування. Із травного каналу разом із амінокислотами він надходить у кров і в подальшому накопичується в щитоподібній залозі залежно від його потреби в організмі. 80–90 % йоду виводиться через нирки, 10–15 % – через кишечник [2]. Основою раціонального харчування є достатнє та збалансоване вживання мікронутрієнтів. Організм не синтезує і не запасє ці речовини, тому вони постійно мають надходити з їжею [3, с. 44].

Із огляду на зазначене вище, поліпшення якості, харчової цінності, розширення асортименту кондитерських виробів загального та дієтичного призначення є актуальним. Вплив добавок рослинного походження, переважно із продуктів переробки овочів і фруктів, на якість бісквітного тіста досліджено С. Я. Корячкіною [4], А. Б. Собко [5], Д. В. Варламовим [6], Т. Ш. Шалтумаєвим [7].

Нами запропоновано збагатити бісквітні вироби йодом, використовуючи концентрат із морської водорості – еламін, та замінити частину

цукру на природний підсолоджувач – стевіозид. Це дасть таким виробам змогу набути функціональних властивостей та знизити калорійність.

Міцно утримувати вологу в харчових виробках уможливорює використання полісахаридів природного походження. Джерелом останніх може бути еламін, тому що в ньому у великій кількості містяться альгірати. Одна частина альгіратої кислоти адсорбує 300 масових частин води, що зумовлює її застосування як загусника. Хоча структуру цієї води в клітинах і макромолекулярній матриці точно не встановлено, її поведінка в харчових системах і важливість для якості продукту очевидна. Ця вода не видаляється з харчового продукту навіть за умови значного механічного зусилля, проте під час зберігання зниження показників якості залежить саме від її втрати [8].

Найімовірніше це пов'язано з тим, що альгірати, додані на початку процесу збивання, набувають переважно гелеподібного стану та рівномірніше розподіляються у бісквітному тісті. Унаслідок цього вони беруть участь у зміцненні структури білкового каркасу яйця за рахунок зменшення рухливості води в плівках піни та підвищення в'язкості. Саме тому вивчення впливу еламіну на характеристики збитої яєчної маси було важливим завданням представленої роботи.

На основі аналізу публікацій [9–11] висунуто гіпотезу про те, що еламін, уведений до збитої яєчної маси, стабілізує структуру тіста та покращує якість бісквіта завдяки своїй властивості – водозв'язуючій здатності. Збита яєчно-цукрова маса бісквітного напівфабрикату являє собою пористопливчасту дисперсну систему, в якій бульбашки повітря розділені тонкими плівками рідини. Під впливом стікання рідини плівки стають більш тонкими, лопаються, піна коалесцюється й тісто ущільнюється. Маючи здатність утримувати воду, еламін запобігає стіканню з плівок рідини й тим самим стабілізує каркас піни, зберігає об'єм виробів і забезпечує рівномірний розподіл у ньому пор. Досліджень впливу стевіозиду на збиту яєчну масу в літературних джерелах не знайдено.

Проведеними нами дослідженнями встановлено, що еламін діє як стабілізатор піни в бісквітному тісті: піноутворювальна здатність і піностійкість збільшуються вдвічі. Перспективні результати отримано за аналогічних досліджень збитої яєчної маси зі стевіозидом [12].

Під час подальших досліджень доцільно визначити стан води в дослідних системах, оскільки вода зумовлює їх консистенцію та структуру, впливає на зовнішній вигляд, смак і стійкість продукту під час зберігання. Більш рухлива вода менше здатна підтримати процеси, що руйнують харчові продукти, такі як ріст мікроорганізмів і гідролітичні хімічні реакції [13, с. 237].

Мета дослідження – визначення впливу різних концентрацій еламіну та стевіозиду на стан рухливості води в системах: *збита яєчна маса – еламін; збита яєчна маса – стевіозид; збита яєчна маса – еламін – стевіозид.*

Матеріали та методи. Дослідження стану води в збитій яєчній масі визначено спектроскопічним методом ядерного магнітного резонансу (ЯМР-спектроскопія), який дає змогу провести порівняльні досліди щодо рухливості води за різних концентрацій добавок. За цим методом величина сигналу пропорційна кількості резонуючих ядер у зразку. Для води резонуючими є ядра водню – протони. Необхідно визначити залежність часу спін-спінової релаксації від концентрації внесених добавок та їх взаємний вплив. Дослідження проведено за методом спінової луни (метод Хана) [14]. На дослідний зразок подається два імпульси з інтервалом τ_i . Після їхнього впливу в момент часу $2\tau_i$ спостерігається сигнал спінової луни, амплітуда якого визначається за формулою (1):

$$A(\tau_i) = A_0 \exp\left(-\frac{2\tau_i}{T_2}\right), \quad (1)$$

де τ_i – інтервал між зондувальними імпульсами;

T_2 – час спін-спінової релаксації;

A_0 – максимальне значення сигналу спінової луни, що визначається кількістю резонуючих ядер і відповідає значенню сигналу луни за $\tau = 0$.

Об'єкти дослідження – зразки збитої яєчної маси з еламіном, стевіозидом та сумішшю еламіну зі стевіозидом за концентрації добавок 0.3; 1.0; 1.5; 4.0 % до яєчної маси; контроль – збита яєчна маса без добавок.

Дослідні зразки збитої яєчної маси з добавками об'ємом 0.4 см^2 розміщували в стандартній скляній ампулі спектрометру ЯМР діаметром 0.5 см.

Для кожного зразка визначається значення зміни амплітуди сигналу луни від часу τ . Приклад експериментально визначеної залежності наведено на *рис. 1*.

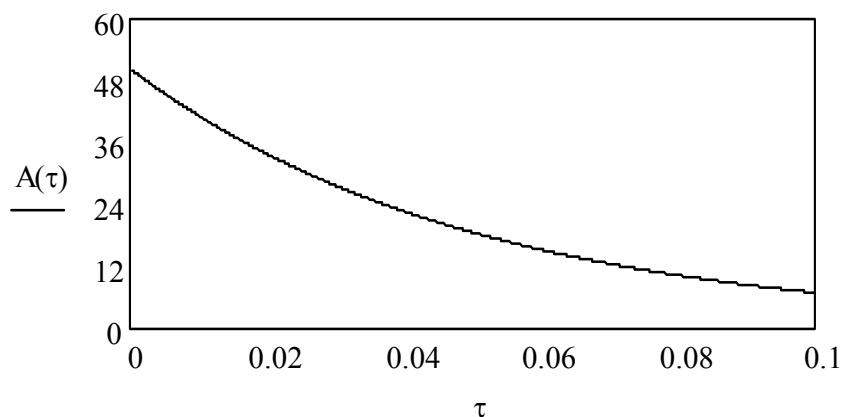


Рис. 1. Зміна значення сигналу луни від інтервалу імпульсів τ

Безпосереднє визначення величини T_2 здійснюється за формулою (1) шляхом використання методу нелінійної регресії програми *MathCad* [15]. Тенденцією, що показує зв'язування води залежно від концентрації різних добавок, є зменшення часу T_2 .

Результати дослідження. Оцінку рухливості води в дослідних зразках проведено шляхом аналізу часу спін-спінової релаксації T_2 , узагальнені результати якої наведено на *рис. 2*.

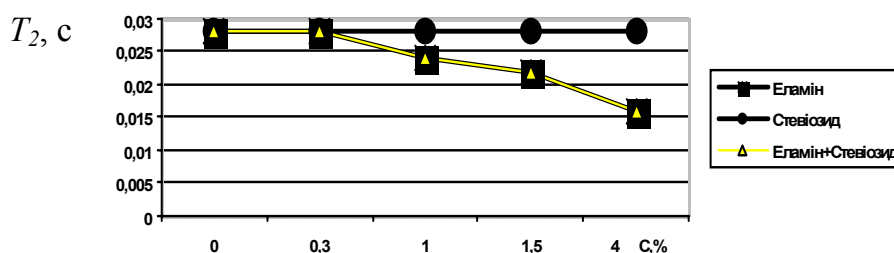


Рис. 2. Залежність часу спін-спінової релаксації T_2 від концентрації добавок у збитій яєчній масі

Встановлено, що зі збільшенням концентрації еламіну виявлено тенденцію до зв'язування води. На наш погляд, вона стає менш рухливою завдяки гелеутворювальним речовинам у складі еламіну, які сприяють зниженню активності води та швидкості перебігу фізико-хімічних реакцій. Стевіозид не впливає на рухливість води в збитій яєчній масі. Із поєднанням добавок на стан води в суміші впливає лише еламін, що видно зі збігу двох кривих. Взаємного впливу добавок еламіну та стевіозиду на стан води в яйці не виявлено. Отже, більший вміст "зв'язаної" води в дослідних зразках з еламіном порівняно з контролем забезпечує триваліше збереження свіжості готових виробів.

У водному розчині молекули цукрів укриваються гідратними оболонками, що збільшує їх міжмолекулярний об'єм, знижує швидкість дифузії під час осмотичного набухання білків борошна. Особливо високогідратованими є молекули цукрози. За температури 20 °С вони зв'язують та утримують від 8 до 12 молекул води. Відповідно, чим більше цукру в рецептурі тіста, тим менше в його рідкій фазі вільної води, яка в подальшому бере участь у гідrataції та набуханні колоїдів борошна. Бісквітне тісто потребує короткочасного замісу, під час якого клейковина не встигає розвинути свої пружні властивості, а тісто має м'яку та пишну консистенцію [16, с. 142]. Виходячи з цього, можна висунути гіпотезу, що для зниження кількості цукру в бісквітному тісті необхідно введення речовини, яка б зв'язувала молекули води. Такою, на наш погляд, може бути еламін, що підтверджують досліді ЯМР-спектроскопії. Отже, сумісне використання добавок еламіну та стевіозиду дає змогу збагатити бісквіт йодом, знизити в ньому кількість легкозасвоюваних вуглеводів і за функціональними властивостями доповнити одна одну.

Висновки. Експериментально встановлено, що значна частка води в збитій яєчній масі набуває тенденцію до зв'язування з підвищенням концентрації еламіну переважно завдяки здатності наявних у ньому альгінатів набрякати та утримувати вільну вологу в просторовому каркасі полімерних волокон. Це підтверджує можливість його застосування як стабілізатора піни під час виробництва бісквіта. Дослідження впливу натурального підсолоджувача стевіозиду показали відсутність його дії на рухливість води в збитій яєчній масі. Це свідчить про можливість використання стевіозиду у виробництві бісквіта без ризику зміни режимів виготовлення.

За рахунок здатності еламіну "зв'язувати" вологу можна припустити, що буде підвищуватись в'язкість розчину, за наявності якої процес стікання рідини з плівок уповільнюватиметься, тим самим зменшиться швидкість їх стоншення та знизиться різниця поверхневого натягу. Ось чому подальшим дослідженням стане визначення поверхневого натягу яєчної суміші з добавками та їхня в'язкість.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. *Терещенко О. В.* Мета сучасного лікування хворих на цукровий діабет: додати не тільки років до життя, а й життя до років / В. О. Терещенко // Практична ангіологія. — 2012. — № 3. — С. 77.
2. *Боднар П. М.* Йододефіцитні захворювання та їх профілактика / П. М. Боднар, Г. П. Михальчишин // Міжнар. ендокринологічний журн. — 2006. — № 4. — С. 7—9.
3. *Йодування хліба* – один зі способів вирішення проблеми йододефіциту / [Арсеньєва Л. Ю., Дробот В. І., Герасименко Л. О., Доценко В. Ф.] : матеріали XIV з'їзду гігієністів України ["Гігієнічна наука та практика на рубежі століть"], (Дніпропетровськ, 19–21 трав. 2004 р.). — Д. : АРТ-ПРЕС, 2004. — Т 2. — С. 350—353.
4. *Корячкина С. Я.* Новые виды мучных и кондитерских изделий. Научные основы, технологии, рецептуры / С. Я. Корячкина. — [3-е изд.] — Орел : Труд, 2006. — 480 с.
5. *Собко А. Б.* Технологія бісквітного напівфабрикату і рулету репродуктивного призначення : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.16 : захищена 21.05.2009 : затв. 08.07.2009 / Собко Анна Борисівна. — К., 2009. — 190 с.
6. *Варламов Д. Н.* Разработка способа получения продукта на основе сахара-песка и стевіозиду : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.01 : захищена 18.05.2007: утв. 12.09.2007 / Варламов Дмитрий Николаевич. — Воронеж, 2007. — 152 с.
7. *Шалтумаев Т. Ш.* Обоснование и разработка технологи бисквитов и кексов на основе сухих смесей : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.15 : захищена 17.01.2010 : утв. 23.05.2010 / Шалтумаев Тимур Шамильевич. — Пятигорск, 2010. — 192 с.

8. Антонюк М. М. Розробка технологічних основ збагачення хлібобулочних виробів селеном : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня. канд. техн. наук : 05.18.01 / М. М. Антонюк. — К. : НУХТ, 2006. — 27 с.
9. Подкорытова А. В. Свойства альгинатов и их использование в лечебно-профилактическом питании / А. В. Подкорытова, Н. М. Аминина // Вопросы питания. — 1998. — № 3. — С. 26—29.
10. Воронова Ю. Г. Использование морских водорослей для пищевых целей / Ю. Г. Воронова, Н. И. Рехина : тезисы Всесоюз. семинара ["Проблемы производства продукции из красных и бурых водорослей"]. — Владивосток, 1987. — С. 5—6.
11. Воронова Ю. Г. Новое в использовании морских водорослей в пищу / Воронова Ю. Г., Резина Н. И., Спичак М. К. // Рыбное хозяйство. — 1992. — № 3. — С. 36—38.
12. Дюкарева Г. И. Перспективи використання стевіозиду, як цукрозаміннику під час виробництва бісквіта : матеріали міжнар. наук.-практ. конф. (Харків, 18 жовт. 2012 р.) / Г. И. Дюкарева, А. Е. Гасанова. — Х. : ХДУХТ, 2012. — С. 24—25.
13. Вода в пищевых продуктах ; пер. с англ. ; под ред. Р. Б. Дакуорта. — М. : Пищевая пром-сть, 1980. — 376 с.
14. Чижин В. И. Ядерная магнитная релаксация / В. И. Чижин. — СПб. : СПбГУ, 2004. — 128 с.
15. Дьяконов В. П. Mathcad 11/12/13 в математике : справочник / В. П. Дьяконов. — М. : Горячая линия – Телеком, 2007. — 928 с.
16. Лурье И. С. Технология кондитерского производства / И. С. Лурье. — М. : Агропромиздат, 1992. — 399 с.

Стаття надійшла до редакції 19.03.2013.

Dyakareva G., Dyakov O., Gasanova A. Effect of elamin and stevioside on water in whipped eggs.

Background. Daily consumption of population regularly comprises confectionery, including the products made of biscuit dough. However, all those dishes contain a great amount of sucrose which when over consumed may cause diabetes which may lead to early disability.

Iodine deficiency also triggers a wide range of disorders. An adequate and balanced diet is based on the sufficient intake of macro- as well as micronutrients. Therefore, any food should contain vital substances. We offered to enrich biscuits with iodine using concentrate of seaweeds – elamin and to substitute part of sugar into natural sweetener – stevioside.

Material and methods. Object of the stud – samples of the whipped egg mass with elamin, stevioside and mix of elamin and stevioside with the concentration of supplements 0.3; 1.0; 1.5; 4.0 % to egg mass; control sample – whipped egg mass without supplements.

The study of influence of supplements on water mobility in whipped egg mass has been conducted with the help of nuclear magnetic resonance spectrometer. The dependence of spin-spin relaxation time on concentration of added supplements and their mutual influence has been determined by Chan method. Two impulses with interval of τ_i are sent to a sample. After their affect at the moment $2\tau_i$ spin echo is observed, which amplitude is calculated after the formula:

$$A(\tau_i) = A_0 \exp\left(-\frac{2\tau_i}{T_2}\right), \quad (1)$$

where τ_i – interval between impulses;

T_2 – time of spin-spin relaxation;

A_0 – maximum signal of spin echo, that is determined by amount of resonating nucleus and equals to echo signal after $\tau = 0$.

Results. The experiment proves that a significant part of water in the whipped egg mass tends to mix with high concentrations elamin. Moreover, adding of stevioside has shown that the natural sweetener doesn't affect water mobility in the whipped egg mass.

Conclusion. A tendency for mixing observed in the whipped egg mass with elamin confirms its possible use as a foam stabilizer in the production of biscuits. Furthermore, the fact that stevioside doesn't influence water mobility indicates the prospects of its use in the production of biscuits without the risk of changing the modes of production.

Key words: biscuit, water mobility, elamin, stevioside, whipped egg mass, nuclear magnetic resonance.

REFERENCES

1. *Tereshhenko O. V.* Meta suchasnoho likuvannya xvoryx na cukrovyj diabet: dodaty ne til'ky rokiv do zhyttya, a j zhyttya do rokiv / V. O. Tereshhenko // *Praktychna anhiolohiya*. — 2012. — № 3. — S. 77.
2. *Bodnar P. M.* Jododeficytni zavvoryuvannya ta yix profilaktyka P. M. Bodnar, H. P. Myxal'chyshyn // *Mizhnar. endokrynolohichnyj zhurn.* — 2006. — № 4. — S. 7—9.
3. *Joduvannya xliba – odyz zi sposobiv vyrishennya problemy jododeficytu : materialy XIV z'yizdu hihiyenistiv Ukrayiny ["Hihiyenichna nauka ta praktyka na rubezhi stolit"]*, (Dnipropetrovs'k, 19–21.05.2004) / [Arsen'yeva L. Yu., Drobot V. I., Herasymenko L. O., Docenko V. F.]. — D. : ART PRES, 2004. — T. 2. — S. 350—353.
4. *Koryachkyna S. Ya.* Novye vydy muchnyx y kondyterskyx yzdelyj. Nauchnye osnovy, texnologyy, receptury / S. Ya. Koryachkyna. — [3-e yzd.]. — Orel : Trud, 2006. — 480 s.
5. *Sobko A. B.* Texnologiya biskvitnoho napivfabrykatu i ruletu reproduktyvnoho pryznachennya : dys. ... kand. texn. nauk : 05.18.16 : zaxyshhena 20.05.2009 : zatv. 08.07.2009 / Sobko Anna Borysivna. — K., 2009. — 190 s.
6. *Varlamov D. N.* Razrabotka sposoba poluchenyya produkta na osnove saxara-peska y stevyozyda : dys. ... kand. texn. nauk : 05.18.01 : zashhyshhena 18.05.2007 : utv. 12.09.2007 / Varlamov Dmytryj Nikolaevych. — Voronezh, 2007. — 152 s.
7. *Shaltumaev T. Sh.* Obosnovanye y razrabotka texnologyy byskvytov y keksov na osnove suxyx smesej : dys. ... kand. texn. nauk : 05.18.15 : zaxyshhena 17.01.2010 : utv. 23.05.2010 / Shaltumaev Tymur Shamil'evych. — Pyatyhors'k, 2010. — 192 s.
8. *Antonyuk M. M.* Rozrobka texnologichnyx osnov zbahachennya xlibobulochnyx vyrobiv selenom : avtoref. dys. na zdobuttya nauk. stupenya. kand. texn. nauk : 05.18.01 / M. M. Antonyuk. — K. : NUXT, 2006. — 27 s.
9. *Podkorytova A. V.* Svoystva al'hynatov y yx yspol'zovanye v lechebno-profylaktycheskom pytanyy / A. V. Podkorytova, N. M. Amynyna // *Voprosy pytanyya*. — 1998. — № 3. — S. 26—29.
10. *Voronova Yu. H.* Yspol'zovanye morskyx vodoroslej dlya pyshhevyx celej : tezysy Vsesoyuz. semynara [Problemy royzvodstva produkcyi yz krasnyh y buryh vodoroslej] / Yu. H. Voronova, N. Y. Rexyna. — Vladyvostok, 1987. — S. 5—6.

11. *Voronova Yu. H.* Novoe v yspol"zovanyy morskyykh vodoroslej v pyshhu / Voronova Yu. H., Rezyna N. Y., Spychak M. K. // Rybnoe khozyajstvo. — 1992. — № 3. — S. 36—38.
12. *Dyukareva H. I.* Perspektyvy vykorystannya steviozydu, yak cukrozaminnyku pid chas vyrobnyctva biskvita : materialy Mizhnarodna naukovo-praktychna konferenciya, Xarkiv 18.10.2012. / H. I. Dyukareva, A. E. Hasanova. — X. : XDUXT, 2012. — S. 24—25.
13. *Voda v pyshhevyykh produktax ; per. s anhl. ; pod red. R. B. Dakuorta.* — M. : Pyshhevaya prom-st", 1980. — 376 s.
14. *Chyzhyn V. Y.* Yadernaya mahnytnaya relaksacyya / V. Y. Chyzhyn. — SPb. : SPbHU, 2004. — 128 s.
15. *D"yakonov V. P.* Mathcad 11/12/13 v matematyke : spravochnyk / V. P. D"yakonov. — M. : Horyachaya lynyya – Telekom, 2007. — 928 s.
16. *Lur"e Y. S.* Texnologyya kondyterskoho proyzvodstva / Y. S. Lur"e. — M. : Ahropromyzdat, 1992. — 399 s.