

ТЕХНІЧНІ НАУКИ

УДК 664.653:664.68

СТРУКТУРА МОЛЕКУЛЯРНИХ З'ЄДНАНЬ БІСКВІТНОГО ТІСТА З ЕЛАМІНОМ ТА СТЕВІОЗИДОМ

Гасанова А.Е., Соколовська О.О.

Харківський державний університет харчування та торгівлі

Досліджено структуру молекулярних з'єднань різноманітної природи в бісквітному тісті з еламіном та стевіозидом методом ІЧ-спектроскопії. Підтверджено стабілізуючу дію еламіну при внесенні його в бісквітне тісто. Встановлено підвищену здатність до зв'язування ним вологи шляхом утворення водневих зв'язків. Проведено клінічні дослідження дії бісквітів з еламіном та стевіозидом на організм людей хворих на йододефіцит. Виявлено незначну стабілізацію вмісту інсуліну та глюкозону, а, як наслідок, і адреналіну та кортизолу у пацієнтів, що вживали бісквіти з еламіном та стевіозидом.

Ключові слова: бісквіт, еламін, стевіозид, ІЧ-спектральний аналіз, клінічні дослідження.

Постановка проблеми. Серед широкого асортименту борошняних кондитерських виробів (БКВ) бісквіти займають вагомий частку. Вони характеризуються привабливим зовнішнім виглядом, приємним ароматом та смаком, а також пухкою і легкою консистенцією. Асортимент бісквітів, що випускаються кондитерськими фабриками в Україні, свідчить про його формування, головним чином, за рахунок традиційних виробів.

Основними напрямками розширення асортименту та підвищення якості бісквітів є: використання функціональних інгредієнтів та зменшення їх енергетичної цінності. Недостатність йоду в біосфері та профілактика йододефіцитних захворювань є глобальною медико-санітарною проблемою. В Україні 1/3 території визнана зонами стабільного ендемічного йододефіциту [1-2]. Недостатнє надходження мікронутрієнтів з їжею – загальна проблема всіх цивілізованих країн. Йод відноситься до незамінних харчових речовин, що утворюють біологічно активні сполуки, які мають велике значення для життя і здоров'я людини [3-5]. Потреби населення вимагають пильної уваги щодо підбору сировини та розширення асортименту кондитерських виробів, збагачених БАР, зокрема йодом та тих, що характеризуються зниженим глікемічним індексом (ГІ), в тому числі для профілактики йододефіциту, цукрового діабету та ожиріння.

Найкращим на сьогоднішній день натуральним цукрозамінником із лікувальними властивостями є стевіозид [6]. Часткова або повна заміна цукру безсумнівно матиме вплив на якість бісквіта у зв'язку з тим, що цукор в процесі одержання бісквітного тіста є не лише носієм солодкого смаку, а і виконує роль структуроутворювача. Це призводить до пошуку шляхів створення продукту, який не поступається за якістю традиційному бісквіту та містить значно зменшену кількість цукру, що дозволить розширити цільову аудиторію споживачів даного продукту.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вивченню збагаченням харчових продуктів йодомісною сировиною та її структуроутворюю-

чих функцій присвячені праці Л.Ю. Арсенєвої, М.І. Пересічного, Г.В. Дейниченка, В.Н. Корзуна та ін. Вченими В.В. Ковальським, Л.Ю. Арсенєвою, Л.О. Шаран [7, 8] запропоновано збагачувати хлібобулочні вироби препаратом «йодказеїн». З'їдаючи 250 г продукту, доросла людина одержує добову дозу йоду, дитині достатньо 100 г такого хліба. Столмаковою А. І. та іншими вченими проводилися дослідження з підвищення концентрації йоду в рослинній їжі і кормах шляхом введення в ґрунт добрив та підживлень [9], в тваринних продуктах шляхом підгодівлі курей, корів і кроликів водоростями і рибним борошном [10].

Задачу зменшення кількості цукру в складі традиційних виробів вчені вирішують розробкою БКВ з застосуванням заміників цукру. Науковцями запропоновано та розроблено шляхи підвищення якості БКВ з використанням сорбіту [11]. Роботи [12, 13] присвячені розробці кондитерських виробів з застосуванням фруктози. Також як підсолоджувачі вчені [14, 15] використовували отизол та сахарол. Розроблено рецептуру БКВ спеціального дієтичного споживання з використанням лактилолу сорбіту та ізомальту. Встановлено основні показники якості цукру та цих цукрозамінників: солодкість, калорійність, гіроскопічність, термостійкість, розчинність, глікемічність, побудовано профілограми якості. Досліджено вплив цукрозамінників на ПЗ білкової сировини. Встановлено, що цукрозамінники (фруктоза, глюкоза, лактитол, ізомальт, сорбіт), як і цукор, знижують ПЗ, проте одночасно збільшують стійкість піни [15]. Та, не зважаючи на ряд позитивних властивостей цих цукрозамінників, вони є штучними.

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. Не зважаючи на певні успіхи у цій сфері заміни цукру натуральними підсолоджувачами питання не вирішено комплексно, окрім існування необхідності застосування низькоглікемічних та безкалорійних цукрозамінників, які б дозволили зберегти ніжну та пористу структуру бісквіта, доцільним є використання сировини здатної збагатити вироби необхідними мікроелементами, зокрема йодом та реалізувати в межах

процесу виготовлення властивості, що забезпечують формування стійких пінних систем.

Мета статті. Головною метою цієї роботи є дослідження структури молекулярних з'єднань в бісквітному тісті з еламіном та стевіозидом методом ІЧ-спектроскопії.

Виклад основного матеріалу. Попередніми дослідженнями запропоновано формування бісквітів високої якості (зі зниженим глікемічним індексом та збагачених йодом) шляхом використання підсолоджувача з нульовою калорійністю – стевіозиду та природного носія йоду – еламіну. Полісахариди (альгірати натрію), що входять до складу еламіну, в результаті електростатичної взаємодії з білками борошна та яєць здатні утворювати білково-полісахаридні комплекси, які, володіючи емульгуючою та стабілізуючою здатністю, подібно до ПАР, можуть впливати на структуру тіста та якість виробів [16; 17].

Вільні альгінові кислоти погано розчиняються у холодній воді, але набухають в ній, пов'язуючи 200-300-кратну кількість води, проте розчиняються в гарячій воді і в розчинах лугів, утворюючи при підкисленні гелі. Натрієві і калієві солі альгінових кислот легко розчиняються у воді з утворенням високов'язких розчинів. Солі з дво-валентними катіонами утворюють гелі або нерозчинні альгірати [18].

Існують три основні вимоги до рецептури бісквітів, у яких відбувається заміна цукру на натуральні підсолоджувачі: ця заміна повинна бути економічно вигідною, споживачі не повинні відчувати ніяких змін смаку після такої заміни та здатною зберегти пористу структуру бісквіта. Отже, для встановлення відповідності цим вимогам проведено комплекс досліджень щодо впливу стевіозиду на процес приготування бісквіта і якість кінцевого продукту.

Досліджено вплив добавок на формування якості та споживної цінності бісквітів, визначено їх раціональної концентрації в готовому продукті і способи введення. Встановлено, що стевіозид проявляє піноутворювальні властивості (підвищується піноутворювальна здатність яєчної маси, зменшується її поверхневий натяг, не виявлено впливу стевіозиду концентрацій 0,6...1,2% від яєчної маси на рухливість молекул води). Еламін характеризує себе як стабілізатор пінної структури (підвищується стійкість яєчної піни з еламіном на 67%, виявлено тенденцію до зв'язування вологи, зафіксовано зменшення полідисперсності піни) [19]. Визначено доцільність заміни цукру стевіозидом, з одночасним збереженням в'язкісних характеристик на рівні контролю завдяки еламіну. Враховуючи дані, щодо вологозв'язуючих властивостей еламіну, які надали можливості компенсації в'язкості при зменшенні кількості цукру в рецептурі бісквітів доцільним є проведення досліджень, які б підтвердили ці дані на молекулярно-

му рівні. Запропоновано проведення досліджень методом ІЧ-спектрального аналізу. Поглинання в ІЧ-області пов'язане з молекулярними коливаннями, відповідно, ІЧ-спектри дають інформацію про будову речовин. Метод ІЧ-спектроскопії може бути використаний для аналізу майже всіх молекул з ковалентними зв'язками, крім двоатомних. ІЧ-спектри відображають детальну інформацію про структуру молекулярних з'єднань різноманітної природи: вітамінів, амінокислот, складних ефірів, цукрів, спиртів та інших [20].

Об'єктами досліджень обрано три види бісквітного тіста з добавками (еламіном та стевіозидом) концентрація добавок заснована на попередніх дослідженнях поноуворювальній здатності, піноустійкості та рухливості води.

Зразок № 1 бісквітне тісто з заміною с частки цукру на 0,45% стевіозиду до яєчної маси поєднано з використанням пшеничних висівок; зразок № 2 бісквітне тісто виготовлене за традиційною рецептурою з додаванням 1,3% еламіну до маси яйця; зразок № 3 бісквітне тісто зі спільним використанням добавок у кількості 0,3% стевіозиду та 1,5% еламіну до маси яйця; зразок № 4 бісквітне тісто виготовлене за традиційною рецептурою [21].

Підтверджено стабілізуючу дію (рис. 1) еламіну при внесенні його в бісквітне тісто. Встановлено підвищену здатність до зв'язування ним вологи шляхом утворення водневих зв'язків.

З рисунка видно, що відбувається міжмолекулярна перебудова і комплексоутворення асоціатів різних комплексів сполук, про що свідчить збільшення інтенсивності ІЧ-спектрів в області частот від 3600 до 3000 cm^{-1} характерних для валентних коливань функціональних груп -ОН. Значне збільшення інтенсивності ІЧ-спектрів в області частот від 1800 до 3000 cm^{-1} свідчить про комплексоутворення біополімерів, асоціатів або комплексів колоїдів і стабільної структури бісквітного тіста без застосування додаткових стабілізаторів.

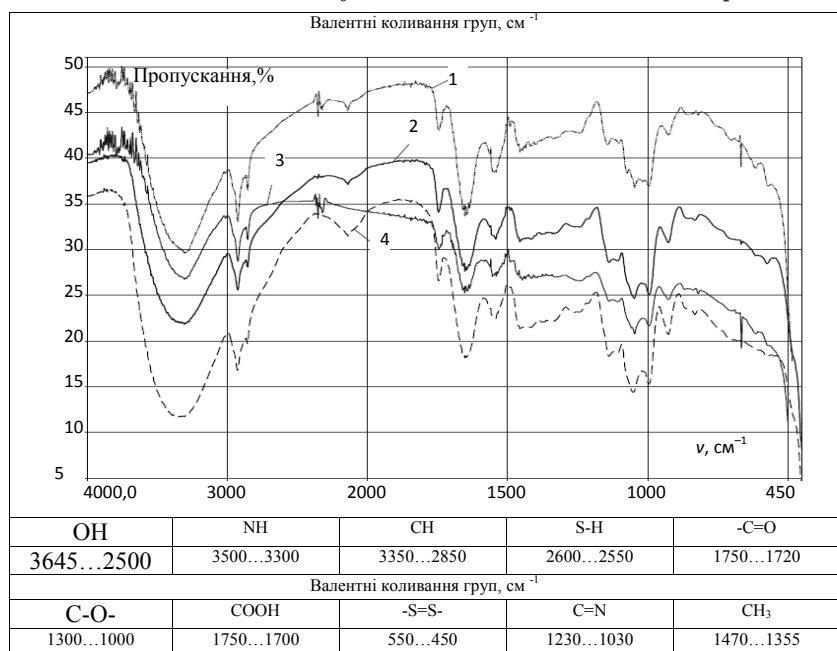


Рис. 1. ІЧ-спектри поглинання компонентів бісквітного тіста з еламіном (2), еламіном та стевіозидом (3), стевіозидом та висівками (1) та контрольного (4)

Ці дані корелюють з текстурою бісквітного тіста, його більш густою консистенцією та структурою, а саме, піноутворювальним та пінозійним властивостям яєчної піни. Значне збільшення інтенсивності ГЧ-спектрів в області частот від 1800 до 3000 cm^{-1} свідчить про комплексоутворення біополімерів, асоціатів або комплексів колоїдів і стабільної структури бісквітного тіста без застосування додаткових стабілізаторів.

Методом інфрачервоної спектроскопії доведено стабілізуючу дію еламіну, що забезпечує більш стійку структуру без додаткового застосування стабілізаторів за рахунок міжмолекулярної перебудови і комплексоутворення асоціатів різних комплексів сполук.

Застосовуючи метод математичного моделювання встановлено раціональне співвідношення вхідних компонентів (цукор : стевіозид : еламін) у співвідношенні (20 : 0,2 : 1), розроблено рецептури та схеми виробництва бісквітів «Здоров'я», «Збагачений» та «Легкий» [22].

Висуното гіпотезу про можливість використання з метою профілактики йододефіцитних захворювань бісквітів фортифікованих йодом (за рахунок введення в склад їх рецептур еламіну), для підтвердження якої проведено клінічні дослідження. Ці дослідження проводились в Охтирській центральній районній лікарні (ОЦРЛ), у відділенні дієтичних, клінічних і медико-профілактичних досліджень, під керівництвом д-ра мед. наук. проф. Ю.Г. Дульського, з нашою участю.

Після вживання бісквіта зі стевіозидом та еламіном протягом 21 доби спостерігалися незначна стабілізація вмісту інсуліну та глюкозону, а, як наслідок, і адреналіну та кортизолу. Результат досліджень екскреції йоду з сечею свідчать про збільшення рівня екскреції йоду з сечею у всіх пацієнтів, що вживали бісквіти. Збільшений відсоток екскреції йоду з сечею у практично здорових пацієнтів (≤ 90 мкг/л) пояснюється органічною природою йоду (носієм якого є еламін). Відомо, що органічний йод накопичується в організмі за потребою, а надлишок виводиться з сечею, на відміну від неорганічного йоду, який є активно сполукою і легко проникає в кров та вступає у хімічні реакції з органічними сполуками травного тракту та організму, змінюючи або знищуючи їх. Механізм регулювання органічного йоду, що надходить ззовні, контролюється че-

рез систему гомеостазу, тому ступінь засвоєння йоду для кожного організму залежить від потреби. Надлишок йодованих амінокислот – йодтирозинів, перетворюючись в генотоксичні гетероциклічні глюкуроноїди, природно виводиться із організму, тому не спостерігається накопичення йоду, його передозування та небажані наслідки. Цим вигідно відрізняється джерела органічного йоду від будь-яких джерел неорганічного.

Дослідження кількості тиреотропного гормону, тиреотропіну (ТТГ), тироксиду вільного (Т4 вільн.), антитіл до пероксидази щитовидної залози показали, що у всіх пацієнтів відмічена стабілізація до оптимальних співвідношень гормонів тиреоїдного пакету. У практично здорових пацієнтів не відмічено перенасичених йодом станів чи алергічних реакцій.

Беручи до уваги те, що у багатьох хворих йододефіцитний стан був поєднаний з зайвою вагою та ЦД вивчено ефективність вживання бісквіта «Здоров'я» збагаченого еламіном з одночасною заміною частки цукру в його рецептурі стевіозидом. У хворих вивчено вміст гормонів, які беруть участь у регуляції вмісту цукру в крові, оскільки стевіозид, який міститься в бісквіті, може вплинути на ці показники, а як наслідок на стан здоров'я пацієнтів з ЦД.

Висновки і пропозиції. Методом ГЧ-спектроскопії зафіксовано властивості еламіну утворювати додаткові водневі зв'язки, що надає структурі бісквітного тіста більшої стабільності та корелює зі структурно-механічними властивостями готового бісквіта. Ці дані підтверджують, що використання еламіну та стевіозиду підвищує споживні властивості, позитивно впливає на процес утворення бісквітного тіста, а як наслідок і готового продукту.

З проведених клінічних досліджень споживання бісквіта зі стевіозидом та еламіном видно, що цей виріб позитивно впливає на вміст гормонів, які беруть участь в регуляції вмісту цукру в крові особливо вміст на інсуліну. Розроблений бісквіт зі стевіозидом та еламіном позитивно впливає на збалансування гормонального фону пацієнтів, які хворіють на ЦД та мають йодну недостатність. Таким чином, бісквіт, який у своєму складі містить стевіозид та еламін, можна рекомендувати людям, які хворіють на ЦД та мають йодну недостатність.

Список літератури:

1. Diabetes mellitus and medicinal plants-a review / [S. Surya, A. D. Salam, D. V. Tomy et al.] // Original Research Article Asian Pacific Journal of Tropical Disease. 2014. – Vol. 4, Issue 5. – October. – P. 337-347.
2. Завьялова А. Н. Недостаток микронутриентов в питании детского населения и пути коррекции / А. Н. Завьялова, Е. М. Булатова, В. Б. Спиричев // Клиническое питание. – 2006. – № 3. – С. 18–20.
3. Ruth A. Roth Recommended Dietary Allowances / Ruth A. Roth, Karen L. Dolk: – [10 th ed.]. – Washington: National Academy Press, 2009. – 580 p.
4. Муравьева Т. И. Эссенциальные микроэлементы и их роль в сохранении здоровья, предупреждении и коррекции заболеваний / Т. И. Муравьева // Новая аптека. – Хабаровск: ДВГМУ, 2001. – С. 138-143.
5. Гонський Я. І. Біохімія людини / Я. І. Гонський, Т. П. Максимчук. – Тернопіль: Укрмедкнига, 2001. – 711 с.
6. Революція в харчуванні / Чорна В. П. – К.: Книга плюс, 2009. – 64 с.
7. Шахтарин В. В. Ефективність йодказеїна для профілактики йодного дефіциту / В. В. Шахтарин, А. Ф. Цыб, Р. А. Розиев // Проблеми харчування. – 2004. – № 2. – С. 38–44.
8. Шаран Л. О. Варто збагачувати хлібобулочні вироби порошками морських водоростей / Л. О. Шаран, Л. Ю. Арсеньєва, В. Ф. Доценко, В. Н. Корзун // Хлібопекарська і кондитерська промисловість. – 2007. – № 6. – С. 9–11.
9. Струмінська О. О. Використання біополімерних композицій для агрохімічної технології передпосівної обробки насіння / О.О. Струмінська, С. А. Курта, О. Я. Куцела // Agroecological journal. – 2013. – № 4. – С. 74–78.

10. Лескова С. Ю. Разработка технологий йодированных белково-жировых эмульсий для производства вареных колбас: автореф. дис. на соискание уч. степени канд. техн. наук спец. 05.18.04 / С. Ю. Лескова – Улан-Уде, 2005. – 22 с.
11. Кузнецов В. В. Некоторые проблемы развития производства продуктов детского питания / В. В. Кузнецов, Р. С. Корочкина, А. В. Куленко // Современные технологии пищевых продуктов детского питания и их реализация на предприятиях АПК: науч.-практ. конф. – М., 2000. – С. 240–241.
12. Дорохович В. В. Розробка раціональних технологій діабетичних борошняних кондитерських виробів на основі фруктози: дис. ... канд. техн. наук: спец. 05.18.16 / В. В. Дорохович – К., 2000. – 215 с.
13. Муравьева Т. И. Эссенциальные микроэлементы и их роль в сохранении здоровья, предупреждении и коррекции заболеваний / Т. И. Муравьева // Новая аптека. – Хабаровск: ДВГМУ, 2001. – С. 138-143.
14. Дорохович В. В. Солодкі речовини – цукрозамінники: обґрунтування доцільності використання їх при виробництві борошняних кондитерських виробів / В. В. Дорохович, М. П. Гуліч // Гігієна населених місць. – 2007. – Вип. 50. – С. 273-279.
15. Дорохович В. В. Наукове обґрунтування і розроблення технології борошняних кондитерських виробів спеціального дієтичного споживання: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра техн. наук: спец. 05.18.16 / В. В. Дорохович. – К., 2010. – 38 с.
16. Дерев'янюк Л. П. Використання біологічно активної добавки еламіну для корекції гіпоталамо-гіпофізарно-надниркової системи на фоні внутрішнього опромінення ¹³⁷Cs / Л. П. Дерев'янюк // Проблеми харчування. – 2004. – № 2 (3). – С. 39-47.
17. Дюкарева Г. И. Визначення можливості застосування еламіну у виробництві бісквіта як стабілізатора / Г. И. Дюкарева, А. Е. Гасанова // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі: зб. наук. пр. / Харк. держ. ун-т харч. та торг. – Х.: ХДУХТ, 2012. – Вип. 2 (16). – С. 185–190.
18. Relating fouling behavior and cake layer formation of alginic acid to the physiochemical properties of thin film composite and nanocomposite seawater RO membranes / [The-Vinh Nguyen, M. T. M. Pendergast, M. T. Phong, et al.] // Desalination. – 2014. – Vol. 338. – 1 April. – P. 1-9.
19. Дюкарева Г. И. Влияние на подвижность воды в яйце добавок – эламина и стевиозида / Г. И. Дюкарева, А. Э. Гасанова // Wyksztalcenie i nauka: VII Міжнар. наук.-практ. конф., 07-15 грудня 2012 р.: матеріали. – Прага: Nauka i studia, 2012. – С. 68–70.
20. Миронов Д. А. Дослідження інфрачервоних спектрів екстрактів з плодів шипшини, обліпихи та калини / Д. А. Миронов // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2014. № 2/12 (68). – С. 51-55.
21. Павлов А. В. Сборник рецептур мучных кондитерских и булочных изделий для предприятий общественного питания / А. В. Павлов. – СПб.: Наука, 1998. – С. 12.
22. Моделювання рецептури бісквіта із заданими показниками якості / Г. И. Дюкарева, А. Е. Гасанова, О. Г. Дьяков // Харчова промисловість. – 2014. – № 15. – С. 49–54.

Гасанова А.Э., Соколовская Е.А.

Харьковский государственный университет питания и торговли

СТРУКТУРА МОЛЕКУЛЯРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ БИСКВИТНОГО ТЕСТА С ЭЛАМИНОМ И СТЕВИОЗИДОМ

Аннотация

Исследована структура молекулярных соединений различной природы в бисквитном тесте с эламином и стевиозидом методом ИК-спектроскопии. Подтверждено стабилизирующее действие эламина при внесении его в бисквитное тесто. Установлена повышенная способность к связыванию ним влаги путем образования водородных связей. Проведены клинические исследования действия бисквитов с эламином и стевиозидом на организм людей больных йододефицитом. Выявлено незначительная стабилизация содержания инсулина и глюкагона, а как следствие, и адреналина и кортизола у пациентов, употреблявших бисквиты с эламином и стевиозидом.

Ключевые слова: бисквит, эламин, стевиозид, ИК-спектральный анализ, клинические исследования.

Gasanova A.E., Sokolovskaya E.A.

Kharkov State University of Food Technology and Trade

STRUCTURE OF BISCUIT DOUGH WITH ELAMIN AND STEVIOSIDE MOLECULAR COMPOUNDS

Summary

The structure of the different nature molecular compounds in the biscuit dough with elamin and stevioside by IR spectroscopy was studied. Stabilizing effect of elamin in biscuit dough was confirmed. It was found an increase in the elamin ability to bind moisture by forming hydrogen bonds. Clinical study of the biscuits with elamin and stevioside effect on the people with iodine deficiency body was conducted. Slight stabilization of the insulin and glucagon content, and as a result, adrenaline and cortisol content in patients who ate biscuits with elamine and stevioside was found.

Keywords: biscuit, elamin, stevioside, infrared spectral analysis, clinical studies.