

DEVELOPMENT OF THE COMPOSITION AND STUDY OF THE PROPERTIES OF JELLY CANDIES WITH THE ADDITION OF APPLE VINEGAR

N. Dvinskykh, Yu. Azarenko, N. Khokhlenkova, O. Kaliuzhnaia

National University of Pharmacy, Kharkiv, Ukraine

Key words:

Acetic acid bacteria
Apple cider vinegar
Jelly candies
Functional products
Technology
Sensory properties

Article history:

Received 09.05.2023
Received in revised form
28.05.2023
Accepted 09.06.2023

Corresponding author:

N. Dvinskykh

E-mail:

begunova1203@gmail.com

Citation: Двінських Н. В., Азаренко Ю. М., Хохленкова Н. В., Калюжная О. С. (2023). Розробка складу та дослідження властивостей желейних цукерок з додаванням яблучного соку. *Наукові праці НУХТ*, 29(3), 168—182. DOI: 10.24263/2225-2924-2023-29-3-16

ABSTRACT

Literature data on the use of natural apple vinegar as a functional component in the composition of products of increased nutritional value were analyzed. The development of such a functional product is relevant, in which the powerful antioxidant, antibacterial and other valuable properties of vinegar will be preserved, and possible side effects will be reduced or eliminated altogether.

Therefore, the purpose of the research was to develop the composition and study the properties of jelly candies based on natural apple vinegar with functional properties, with a therapeutic, preventive and health-improving effect.

The substantiation of the composition and investigation of the properties of candies with natural apple vinegar were carried out. The samples were obtained according to the technology: preparation of the gel-forming substance, in particular, mixing gelatin with cold water; preparation of sugar syrup at 110 °C and cooling to 40 °C; mixing syrup with a solution of a gel-forming substance; adding vinegar and flavoring at 35 °C; pouring the mass into molds and cooling the candies. Based on the results of the evaluation of the technological qualities of semi-finished products and finished candies and sensory analysis, the rational ratios of sugars, type and amount of gelling component (gelatin, 5%) to form springy, non-sticky consistency, the type and amount of flavoring ("Apple"), which organically complemented the smell of candies, were determined. To evaluate the technological properties, the following indicators were studied: gel strength and adhesion strength, homogeneity of content, dissolution time. Physicochemical parameters were determined: pH, quantitative content of acetic acid, mass fraction of reducing substances and moisture. According to the obtained results, the rational composition and method of obtaining jelly candies with therapeutic and preventive properties were determined, which will allow to expand the range of functional products, primarily for children, the elderly and at supporters of healthy lifestyle.

DOI: 10.24263/2225-2924-2023-29-3-16

РОЗРОБКА СКЛАДУ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЖЕЛЕЙНИХ ЦУКЕРОК З ДОДАВАННЯМ ЯБЛУЧНОГО ОЦТУ

Н. В. Двінських, Ю. М. Азаренко, Н. В. Хохленкова, О. С. Калюжная
Національний фармацевтичний університет, м. Харків, Україна

У статті проаналізовано літературні дані щодо застосування натурального яблучного оцту як функціонального компонента у складі продуктів підвищеної харчової цінності. Актуальною є розробка такого функціонального продукту, в якому потужні антиоксидантні, антибактеріальні та інші цінні властивості оцту будуть зберігатися, а можливі побічні ефекти зменшаться або нівелюються зовсім.

Проведено обґрунтування складу та досліджено властивості цукерок з натуральним яблучним оцтом. Зразки отримували за технологією: підготовка гелеутворюючої речовини, зокрема, змішування желатину з холодною водою; приготування сиропу з цукрів при 110 °С та охолодження до 40 °С; змішування сиропу з розчином гелеутворюючої речовини; додавання оцту та ароматизатора при 35 °С; відсадка маси у форми й охолодження цукерок. За результатами оцінки технологічних якостей напівфабрикатів і готових цукерок та сенсорного аналізу визначено раціональні співвідношення цукрів, вид та кількість гелеутворюючого компонента (желатин, 5%) для формування пружної нелипкої консистенції, вид і кількість ароматизатора («Яблуко»), який органічно доповнює запах цукерок. Для оцінки технологічних властивостей досліджували показники: міцність гелю та сила адгезії, однорідність вмісту, час розчинення. Визначено фізико-хімічні показники: рН, кількісний вміст кислоти оцтової, масову частку редукуючи речовин та вологи. За результатами випробувань визначено раціональний склад і спосіб отримання желейних цукерок з лікувально-профілактичними властивостями, що дасть змогу розширити асортимент функціональних продуктів, орієнтованих на дітей, людей похилого віку і прихильників раціонального підходу до здоров'я.

Ключові слова: оцтовокислі бактерії, яблучний оцет, желейні цукерки, функціональні продукти, технологія, органолептичні властивості.

Постановка проблеми. У розвинених країнах здорове харчування зведено в ранг державної політики. Доведено, що правильне харчування забезпечує зростання і розвиток дітей, профілактику низки захворювань, підвищення працездатності і продовження життя дорослих, тоді як незбалансоване, навпаки, призводить до виникнення багатьох проблем зі здоров'ям.

Натуральний яблучний оцет (НЯО) користується великою популярністю у прихильників здорового харчування через його користь для здоров'я. Терапевтичні властивості оцту, описані дослідниками, включають антимікробну, антиоксидантну, антиглікемічну, антиканцерогенну, антигіпертензивну, серцево-судинну та гіполіпідемічну дію. Також НЯО є засобом боротьби з ожирінням. Традиційний яблучний оцет, виготовлений без пастеризації, є джерелом органічних

кислот, фенольних сполук і корисних бактерій (Yassunaka Hata, Surek, Sartori, Vassoler Serrato, & Aparecida Spinosa, 2023; Štornik, Skok, & Trček, 2016).

Однак лікарі стверджують, що навіть розбавлений водою яблучний оцет може спровокувати проблеми не тільки зі шлунком, але й із зубами. Кислоти можуть привести до підвищеної чутливості емалі і навіть розвитку карієсу. Оцтова кислота у великих концентраціях може бути токсичною, крім того, оцет має специфічний смак і запах. (Mas, Torija, García-Parrilla, & Troncoso, 2014; Gomes, Borges, Rosa, Castro-Gómez, & Spinosa, 2018). Тому актуальною є розробка нових форм харчових функціональних продуктів (ФП), в яких корисні властивості НЯО зберігаються та надають дію, а шкідливі зменшуються або нівелюються зовсім.

Однією з форм ФП є цукерки желейні з жувальною текстурою. Ця форма (Куриной, Рыжов, Гладышев, Клементьев, & Дюдюн, 2012; Шматченко, Касабова, & Артамонова, 2021; Гладух, & Чуєшов, 2018; Tangso, Ho, & Boyd, 2015) навіть віднесена до «кондитерських» лікарських форм — твердих або м'яких, з великим вмістом цукру або його замінників. В інших джерелах їх позиціонують як кондитерські вироби спеціального призначення (Nepochatykh, & Sheremet, 2018).

Отже, слід відзначити, що навіть у науковій літературі і в офіційних документах немає єдності у визначенні понять, що відносяться до ФП і сфери їх застосування. І хоча в одних випадках їх позиціонують як продукти харчування, відмінні від біологічних добавок і патентованих лікарських препаратів, в інших, навпаки, вказується, що вони є саме корисними біодобавками або іншими лікувально-профілактичними препаратами.

Желейні цукерки — дозована форма ФП, що отримується шляхом формування пластичної суміші функціональних компонентів з основою, яка містить гелеутворюючі речовини і призначена для розжовування. Цукерки можуть містити одну або кілька діючих речовин, що вивільняються при жуванні і надають лікувально-профілактичну дію місцево при захворюваннях ротової порожнини або системно після абсорбції через слизові оболонки рота або шлунково-кишкового тракту (Гладух, 2018; Tangso, 2015).

Розробка оригінальних вітчизняних желейних цукерок жувальної консистенції з НЯО, які мають високі якісні характеристики, лікувально-профілактичну цінність і зменшений ризик виникнення побічних ефектів оцту, є доцільною, розширить асортимент ФП для прихильників здорового образу життя.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У структурі харчування сучасної людини використовується безліч природних і штучних харчових продуктів, відомо багато лікувальних і загальнооздоровчих дієт. В останні роки це харчове різноманіття розширили ФП — Food for Specified Health Use, які іноді навіть називають суперпродуктами, що на відміну від традиційних мають не тільки певні поживні властивості, а й надають цілеспрямовану дію на функціональну активність окремих органів, систем і організму в цілому, стимулюють їх працездатність з конкретною профілактичною та лікувально-оздоровчою мето. (Diet diary: Functional foods and Japanese FOSHU — Foods For Specified Health Us, 2018; Functional Foods: Superheroes for Health, 2023).

Загалом, така дія окремих рослинних та інших харчових продуктів відома людству з давніх часів і успішно використовується як в народній, так і в традиційній медицині. Однак у сучасному розумінні і новій якості термін ФП почав входити в практику медицини, харчової промисловості та споживчого попиту лише в п'ятдесяті роки минулого століття, коли були розроблені ферментовані кисломолочні продукти, що коригують мікрофлору кишечника. Тоді ж сформувався підхід до ФП як важливого шляху ослаблення ролі і зниження вартості медикаментозної терапії. У 70—90-ті роки ХХ ст. активізувалася робота з досліджень біологічної цінності ФП в Західній Європі, в США та інших країнах. Продукти функціонального призначення все частіше стали з'являтися в аптеках і продовольчих магазинах. З огляду на прогнози фахівців у сфері харчування і медицини, в найближчі 15—20 років частка цих продуктів досягне 30% усього продуктового ринку. При цьому вони на 35—50% витіснять зі сфери реалізації багато традиційних лікарських препаратів. (Здорова їжа: натуральність продуктів харчування стала трендом, 2018; Davidson, & Jaine, 2014; Soliboeva, 2023; Zhao, 2019).

Для покращання необхідних цілеспрямованих лікувально-профілактичних властивостей (або їх посилення) в ФП додають біологічно активні компоненти природного походження. Серед цих компонентів: вітаміни, біологічно значущі макро- (калій, кальцій, натрій, вуглець, кисень тощо) і мікроелементи (селен, цинк, йод, залізо, молібден тощо), харчові волокна, молочнокислі бактерії та інші пробіотики, антиоксиданти, поліненасичені жирні кислоти тощо. (Soliboeva, 2023; Nath, Vatai, & Bánvölgyi, 2023).

За останні 10—20 років споживання ФП спостерігається в переважній більшості країн світу. Їх виробництво щорічно зростає на 5—40%. Найбільш виражена ця тенденція в США, Канаді, Західній Європі, Японії, Австралії та ін. Натеper відомо більше 100 тис. найменувань ФП (в Японії це майже 50%, в США, Європі та Австралії — 20—30% від всіх вироблених харчових продуктів). Споживчий ринок ФП формується на 50—65% молочними продуктами, на 9—10% — хлібобулочними виробами, на 3—5% — спеціальними напоями, на 20—25% — іншими харчовими товарами. (Пахуча, & Сєвідова, 2022; Тренди світового ринку кондитерських виробів з цукру, 2023).

На українському ринку з натуральних оцтів найбільш популярний і поширений яблучний. Свою популярність він здобув також завдяки книгам доктора Джарвіса, який розробив концепцію лікування і профілактики деяких захворювань, зниження маси тіла за допомогою так званого «Еліксиру Джарвіса», основні компоненти якого — яблучний оцет і мед (Миронова, 2015).

Яблучний оцет — це вид харчового оцту, який отримують методом зброджування із сидру або яблучного мусту. Непастеризований або органічний яблучний оцет містить оцтову матку (залишки пектину, бактерій і дріжджів), яка має павутиноподібний вигляд і може надавати оцтові дещо загуслого вигляду (Yetiman, & Kesmen, 2015; Štornik, 2016; Yassunaka Hata, 2023).

У яблучному оцті міститься понад 60 органічних сполук. У процесі ферментації при його отриманні активно синтезується багато амінокислот, серед яких ідентифіковано 16. Їх кількість більш ніж утричі вища, ніж у вихідній сировині. Органічні кислоти в складі яблучного оцту представлені насамперед оцтовою

кислотою, також містяться яблучна, молочна, шавлева, лимонна. Оцет багатий на мікро- та макроелементи: натрій, калій, кальцій, кремній, магній, залізо, фосфор, мідь і сірка. Важливою складовою НЯО є велика кількість ферментів (Yetiman, & Kesmen, 2015; Štornik, 2016; Yassunaka Hata, 2023). Наявність таких біологічно активних сполук обумовлює функціональну цінність НЯО.

Оцтова кислота активує шлункові протеолітичні ферменти, сприяє повному розщепленню білків їжі, а неповне розщеплення білків є причиною газоутворення в ШКТ. Вона також сприяє відведенню ферментів з підшлункової залози та відведенню жовчі. Оцтова кислота, знижуючи рН, діє бактерицидно не тільки на шкідливі мікроорганізми в шлунку, а також запобігає розвитку синдрому надлишкового бактеріального росту (СНБР). Кисле середовище, створюване НЯО, допомагає усунути кандидоз в організмі, викликаний неправильним харчуванням або прийомом антибіотиків, а також пригнітити ріст грибів роду *Candida* в зубних протезах. У свою чергу, метаболіти бродильних мікроорганізмів, присутні в НЯО, є пребіотиками для корисної мікрофлори ШКТ (Yassunaka Hata, 2023; Професор Керол Джонстон пояснив, чому яблучний оцет називають еліксиром здоров'я і молодості, 2020).

Наявність макро- і мікроелементів в оцті та його здатність сприяти засвоєнню кальцію, магнію, заліза, вітамінів (К, В₁₂, С тощо) обумовлює підтримку в нормі електролітного балансу організму, а це є умовою нормалізації кров'яного тиску, що, у свою чергу, знижує ризик серцевих захворювань (Миронова, 2015; Yassunaka Hata, 2023).

Дослідження, проведене в Arizona State University професором Керол Джонстон (Професор Керол Джонстон пояснив, чому яблучний оцет називають еліксиром здоров'я і молодості, 2020), підтверджує терапевтичний ефект НЯО, особливо для споживачів, які схильний до ризику діабету другого типу. Під час вживання НЯО з їжею знижується постпрандіальна глікемія та метаболічні ефекти. Оцет знижує інсулінорезистентність і вироблення інсуліну, що приводить до схуднення. Зниження рівню інсуліну йде паралельно зі зниженням рівню холестерину, що сприятиме вирівнюванню тиску, допомагає боротися із бляшками у крові.

Фенольні сполуки НЯО (катехіни, каваова, галова кислоти тощо) здатні пригнічувати синтез бета-амілоїдних бляшок (при хворобі Альцгеймера) та покращують когнітивні здібності (Gomes, Borges, Rosa, Castro-Gómez, & Spinosa, 2018; Yassunaka Hata, 2023).

НЯО містить антиоксидантну хлорогенову кислоту, яка важлива для здоров'я серця та разом з іншими антиоксидантними компонентами запобігає передчасному старінню (Yassunaka Hata, 2023; Gomes, Borges, Rosa, Castro-Gómez, & Spinosa, 2018).

Оцет стимулює лейкоцити крові для боротьби з інфекцією, тобто впливає на імунну систему, надає протизапальну дію, є гепатопротектором, захищаючи печінку від дії таких металів, як кадмій та алюміній. Близько 70% енергії клітини кишківника отримують від коротколанцюгових жирних кислот, до яких відносять і оцтову, отже, НЯО також є енергетичним джерелом. (Миронова, 2015; Gomes, Borges, Rosa, Castro-Gómez, & Spinosa, 2018, Yassunaka Hata, 2023; Zhao, 2019; Професор Керол Джонстон пояснив, чому яблучний оцет називають еліксиром здоров'я і молодості, 2020).

НЯО може використовуватися не тільки як ароматизатор і харчовий консервант, він не тільки додає пікантності стравам, але й може істотно поліпшити самопочуття. Особливо це стосується використання саме непастеризованого НЯО, в якому зберігаються всі корисні компоненти.

Солодкі лікувальні та профілактичні засоби у вигляді м'яких форм застосовували ще давньогрецькі лікарі. До них належать кашки, цукерки тощо. Основою для цукерок є сироп (лат. *sirupus*) — густа прозора рідина, що містить одну чи більше діючих речовин, розчинених у концентрованих водних розчинах сахарози та інших цукрів або у зброджених соках плодів і ягід. Якщо необхідно, до сиропів додають антимікробні консерванти, антиоксиданти, стабілізатори, ароматизатори, смакові добавки та інші допоміжні речовини. Як гелеутворюючі речовини до сиропу додають розчини желатину, пектину, агар-агару, гуарової камеді, альгінової кислоти тощо (Шматченко, 2021; Гладух, 2018; Tangso, 2015; Nepochatykh, & Sheremet, 2018).

На ринку присутні засоби з вмістом яблучного оцту у вигляді мармеладок, желейних цукерок та інших видів ФП в основному закордонного виробництва, які користуються попитом і набувають популярності.

13-річна школярка М. К'ювмен із США запропонувала та запатентувала льодяники, до складу яких входить цукор і яблучний оцет як засіб від гикавки. Повідомляється, що ця комбінація надає заспокійливу та розслаблюючу дію на нервові закінчення глотки, які спричиняють виникнення гикавки, та гарантує практично негайне її припинення. (Чомахашвілі, 2017)

Вітчизняна харчова та хіміко-фармацевтична промисловість виготовляє ФП у вигляді пастилок, цукерок, льодяників, які є привабливими на вигляд і зручними для лікувально-профілактичного застосування у дорослих та дітей, особливо дошкільного віку. Але серед них немає засобів на основі цінного натурального продукту — НЯО.

Мета дослідження: розробка складу і технології желейних цукерок жувальної консистенції з додаванням натурального яблучного оцту з функціональними властивостями, лікувально-профілактичним та оздоровчим ефектом, який обумовлений його потужними антиоксидантними, антибактеріальними і багатьма іншими цілющими властивостями.

Матеріали і методи. Використовували цукрозу (цукор білий за ДСТУ 4623:2006), глюкозу (ДСТУ 4464: 2005), фруктозу (ТУ У 15.6–32062796–010:2007), желатин (харчовий швидко розчинний П-П ТУ У 24.6-00418030-002-2007), пектин (ДСТУ 6088:2009), агар-агар (виробник Іспанія, постачальник ТОВ «Хімпродукт»), оцет яблучний натуральний непастеризований (отриманий у лабораторних умовах), ароматизатори харчові («Мигдаль» ТМ Dr.Oetker, Німеччина, «Яблуко» ТМ Darom As, Литва, НТД виробника). Об'єктом дослідження були зразки желейних цукерок.

Визначення вмісту оцтової кислоти в НЯО та в цукерках проводили методом титрування. Порядок приготування проби: наважку цукерок 1,0 г розчиняли в 10 см³ дистильованої води при температурі 30—35 °С. До розчину додавали 1—2 краплі фенолфталеїну і титрували розчином натрію гідроксиду 0,1 н до появи блідо-рожевого забарвлення, стійкого протягом 30 секунд. Титрування повторювали до трьох відтворюваних результатів.

Для вимірювання рН пробу готували, як вказано вище. рН, або активну кислотність, визначали потенціометричним методом на рН-метрі марки «рН-305».

Для визначення однорідності вмісту використовували методику, наведену у статті ДФУ 2.0, 2.9.6 «Однорідність вмісту діючої речовини в одиниці дозованого лікарського засобу, тест А» (Державна фармакопея України, 2015).

Міцність гелю цукерок желейних визначали навантаженням на одиницю площі, необхідної для занурення стрижня з відомою площею поперечного перерізу у випробуваний продукт на задану глибину.

На нижню частину стрижня діаметром 12,5 мм, який має напрямну трубку та закріплення на штативі, прикріплювали одну зі знімних насадок. Під стрижень поміщали склянку з досліджуваним зразком гелю висотою 30 ± 2 мм та діаметром не менше 30 мм. Встановлювали стрижень на поверхню гелю, притримуючи його рукою так, щоб він тільки торкався поверхні гелю. Якщо стрижень занурюється в гель, насадку змінювали на більшу, таку, яка не проникає в об'єм гелю. Починали збільшувати масу стрижня, додаючи вантажі на верхню частину стрижня, доки він не почне проникнення в досліджуваний гель. Коли починається занурення стрижня, додавання вантажів припиняли. Якщо стрижень проник на глибину менше ніж 30 мм у гель, використовували ще один вантаж з мінімальною масою. Після проникнення стрижня на глибину 30 мм проведення випробування закінчували та визначали загальну масу вантажів та стрижня. Випробування проводили тричі. Розрахунок механічної міцності гелю (F , кН/м²) проводили за формулою:

$$F = m \cdot 10 / S_{CT},$$

де m — загальна маса використаних вантажів та стрижня, кг; S_{CT} — площа поперечного перерізу стрижня або насадки, що використовується, м².

Для визначення сили адгезії робили зрізи цукерок товщиною 1 мм та поміщали на предметне скло. Зріз за допомогою скальпеля розділяли, роблячи надрізи через 1 мм, на 25 квадратів. Силу адгезії визначали кількістю зчеплених зі склом квадратів, що не відділяються під час прорізання, та після висихання зрізу і тертя тупою стороною скальпеля. Спостереження за відлущуванням зрізу від скла проводили візуально.

Час розчинення цукерок визначали *in vitro*. 20 см³ дистильованої води відміряли в колбу об'ємом 50 см³ з притертою пробкою і нагрівали на водяній бані при 37 ± 1 °С. Потім в колбу вносили шматок цукерок вагою $1,0 \pm 0,05$ г, енергійно струшували і знов поміщали у водяну баню. Під час спостереження за розчиненням проби колбу струшували 2—3 рази.

Визначення масової частки води та масової частки редуруючих речовин проводили методами, регламентованими ДСТУ 4135:2021 (ДСТУ 4910:2008, ДСТУ 5059:2008).

Морфологічні ознаки оцтовокислих бактерій в оцті та в цукерках визначали мікроскопічним методом у фіксованих препаратах, фарбованих за методом Грама (Віннікова, & Раєвська, 2016).

Викладення основних результатів дослідження. На підставі вивчення літературних джерел було обрано компоненти для приготування желейних цукерок. За функціональний компонент взято непастеризований яблучний оцет лабораторного приготування.

Для підтвердження його придатності як сировини досліджували органолептичні, фізико-хімічні та мікробіологічні показники якості. Результати наведені в табл. 1.

Таблиця 1. Результати досліджень яблучного оцту

Показник	Характеристика або діапазон показника	Результат випробування
Органолептичні показники		
Зовнішній вигляд*	Прозора рідина без помутніння, допускається невелика опалесценція; наявність живих і мертвих оцтових вугриць (дрібні нематоди), а також бактеріальних плівок не допускається. У пляшках допускається випадання незначного осаду, обумовленого присутністю пектинових та інших речовин, що не викликає загального помутніння.	Відповідає
Колір*	Від світло-жовтого до бурштинового	Відповідає
Смак*	Кислий, властивий для оцту. Сторонні присмаки не допускаються.	Відповідає
Запах*	Характерний для виду оцту. Сторонні запахи не допускаються.	Відповідає
Фізико-хімічні показники		
pH**	2,4 (1,0 М розчин, приблизна концентрація харчового оцту) (Кислота оцтова льодова, 2023)	2,95
Кількісний вміст	Від 6 до 9 %* Від 3 до 12 %**	3,45
Мікробіологічні показники**		
Мікроморфологічні властивості (оцтовокислі бактерії)	Грамнегативні бактерії паличкоподібної форми прямі або злегка зігнуті, поодинокі, парами, у вигляді ланцюжків, іноді у вигляді скупчення (Gomes, 2018; Štornik, Skok, & Trček, 2016; Yetiman, 2015)	Відповідає

Примітка: * — за вимогами ДСТУ 2450:2006 Оцти з харчової сировини. Загальні технічні умови; ** — очікувані (за даними літератури).

За результатами, наведеними в табл. 1, було зроблено висновок про придатність досліджуваного зразка непастеризованого НЯО для додавання до складу желейних цукерок.

Цукерки желейні, які відносять до кондитерських виробів функціонального призначення (Куринной, 2012; Шматченко, 2021; Гладух, 2018; Tangso, 2015), складаються з пластичної основи, функціонального компонента (діючої речовини), коригентів органолептичних властивостей та pH. Функціональний компонент цукерок представлений біологічно активною речовиною або сумішшю таких речовин, як правило, природного походження.

Основа для желейних цукерок складається із солодкого сиропу, виготовленого з цукрози, глюкози або інших цукрів, глюкозного сиропу, патоки, їх сумішей, а також цукрозамінників, до яких додають гелеутворюючі речовини (желатин, камеді, мальтодекстрин, пектин, модифікований крохмаль, агар-агар або їх суміші) для надання пластичних властивостей.

Кількість сиропу складає до 80% від складу цукеркової маси, кількість гелеутворюючих речовин може коливатися від 1 до 15%. (Гладух, 2018; Tangso, 2015).

Процес отримання цукерок желейних включає приготування цукрового сиропу (Tangso, 2015) та розчину гелеутворювача. Гелеутворюючий компонент вводять до складу сиропу у вигляді розчинів або у вигляді порошку. У вигляді розчинів вводять обмежено набухаючі речовини після попереднього набухання в холодній воді та розчинення при нагріванні. У вигляді порошку вводять, наприклад, пектин у вигляді суміші з цукрозою або іншим цукром зі складу основи для запобігання злипанню частинок. (Гладух, 2018; Tangso, 2015; Zhao Ya, 2019).

Після отримання суміші загусника та сиропу до неї вводять функціональні компоненти, частіше у вигляді розчину для рівномірності їх розподілу в загальній масі. Отриману теплу масу відливають у форми та після застигання опудрюють, або відливають у крохмальні форми, які формуються шляхом штампування (Гладух, 2018)

Розробка складу та опрацювання технології желейних цукерок з НЯО складалася з таких етапів:

- підбір складу сиропу та загусника для цукеркової маси;
- визначення кількості функціонального компонента та способу його введення до складу маси;
- вибір коригентів смаку та запаху та їх концентрації;
- опрацювання раціональної технології виготовлення цукерок;
- дослідження фізико-механічних, фізико-хімічних показників, технологічних властивостей і мікроскопія зразків цукерок.

На основі даних літератури та досвіду власних досліджень для отримання сиропу запропоновано використання цукрози, глюкози та фруктози. Як гелеутворюючий компонент досліджували желатин, пектин, агар-агар. Для поліпшення органолептичних властивостей використовували кілька харчових ароматизаторів. Були приготовані серії желейних цукерок, склади яких наведено в табл. 2.

Таблиця 2. Склади зразків желейних цукерок на основі яблучного оцту

№ серії	Кількісний вміст, %								
	Желатин	Пектин	Агар-агар	Цукроза	Глюкоза	Фруктоза	Оцет яблучний	Ароматизатор	Вода ³
1	4	—	—	60	—	—	20	—	16,0
2	3	2	—	50	5	—	20	0,1 ¹	19,7
3	5	—	—	35	20	—	22	—	18,0
4	—	4	—	30	20	10	20	0,2 ²	15,7
5	—	—	2	25	30	—	20	0,3 ²	22,7
6	3	—	—	27	27	—	20	0,3 ¹	22,7
7	4	—	—	—	30	27	20	0,4 ¹	18,6
8	5	—	—	20	20	10	20	0,3 ²	24,7
9	5	—	—	27	20	7	17	0,3 ²	23,7
10	5	—	—	20	30	5	20	0,3 ¹	19,7

Примітка: ¹ — ароматизатор «Мигдаль», ² — ароматизатор «Яблуко», ³ — загальна кількість.

Технологія виготовлення зразків мала таку послідовність:

- підготовка гелеутворювача. Желатин швидкорозчинний змішували з мінімально можливою кількістю холодної води до однорідності, гідромодуль складав 1:1 (для серії 1), 1:1,5 (для серій 2, 3, 6), 1:2 (для серій 7—9). Агар-агар змішували з холодною водою та розчиняли при перемішуванні та підігріві до температури 90 °С (гідромодуль 1:5), пектин змішували з цукрозою або глюкозою у співвідношенні 1:5;

- приготування сиропу з цукрів шляхом розчинення при перемішуванні та уварюванні при 110 °С, охолодження до 40 °С;

- змішування сиропу з розчином гелеутворюючого компонента;

- додавання НЯО та ароматизатора при перемішуванні при температурі 35—40 °С. Температура обумовлена властивостями оцтовокислих бактерій, які наявні в НЯО. Чутливими до підвищених температур також є ферменти мікробного походження, які є складовими натурального оцту;

- відливання отриманої цукеркової маси у сухі силіконові форми і охолодження цукерок при кімнатній температурі.

Варіювання якісного складу та кількостей складових компонентів здійснювали на основі оцінки технологічних якостей напівфабрикатів та готових цукерок: прозорості сиропу та цукерок, схильності сиропу, цукеркової маси та зразків цукерок до утворення кристалів цукру під час приготування та під час зберігання, легкість отримання розчину гелеутворювача, легкість перемішування маси та її технологічність при відсадці, пружність охолоджених цукерок тощо. Оцінювались органолептичні властивості та вносились корективи до кількостей компонентів.

Визначено, що переважним є заміна частини цукрози на глюкозу та фруктозу. Додавання останньої обумовлює меншу схильність сиропу до зацукрювання, оскільки надає йому властивостей інвертованого, який має відому антикристалізаційну та вологоутримувальну здатність. Глюкоза є одним з найбільш легкозасвоюваних цукрів та універсальним джерелом енергії, але має меншу розчинність і солодкість, ніж фруктоза. При варіюванні їх кількостей урахували їх властивості, властивості цукеркових мас і цукерок, а також фактор ціни сировини (ці цукри є дорожчими, ніж цукроза).

Визначено раціональним використання як гелеутворюючої речовини желатину швидкорозчинного. Желатин є більш доступним та дає змогу отримати цукерки, які не поступаються якістю зразкам з іншими гелеутворювачами. Критичним параметром є кількість желатину, яка забезпечила б належну пружність цукерок, тому що кількість води для його розчинення обмежена кількістю води, необхідної для отримання сиропу. Варіювання співвідношенням цукрів також дало змогу подолати цю проблему. Щодо пектину та агару, їх використання, на перший погляд перспективне, але має ряд недоліків, які стосуються температурних режимів їх підготовки, рівня пружності та липкості отриманих зразків, доступності та ціни сировини.

Вміст оцту в цукерках корегували з урахуванням максимальної кількості та водночас впливу на споживчі властивості. Був проведений сенсорний аналіз зразків цукерок за показниками, наведеними в табл. 3, та складено профілограму, наведену на рис. 1.

Таблиця 3. Показники сенсорного аналізу желейних цукерок з яблучним оцтом

Показник	Характеристики показників / Оцінка в балах				
	1	2	3	4	5
Зовнішній вигляд	Непрозорі цукерки нечіткої форми, наявні кристали	Непрозорі цукерки нечіткої форми, наявні злиплі	Напівпрозорі цукерки хорошої форми, є деформовані	Прозорі цукерки хорошої форми, не злиплі, не деформовані	Прозорі цукерки чіткої форми, не злиплі, не деформовані
Колір	Жовто-коричневий	Жовто-оранжевий	Жовтий	Світло-жовтий	Солом'яно-жовтий
Запах	Занадто виражений оцтовий запах	Виражений запах яблучного оцту	Кислуватий яблучний запах	Характерний запах яблучного оцту	Легкий яблучний запах
Смак	Занадто кислий	Кислувато-гіркий	Кислуватий	Кисло-солодковуватий	Приємна кислинка, легкий присмак яблучного оцту
Консистенція	Ущільнена, цукерки сухі, ламкі	Липкої консистенції, м'якувата непружна структура	Занадто пружна, подібна до жувальної гумки, довго зберігаються в роті, з гумоподібним залишком	Пружна, подібна до жувальної гумки, довго зберігаються в роті, без гумоподібного залишку	Пружна, не липка, приємна консистенція

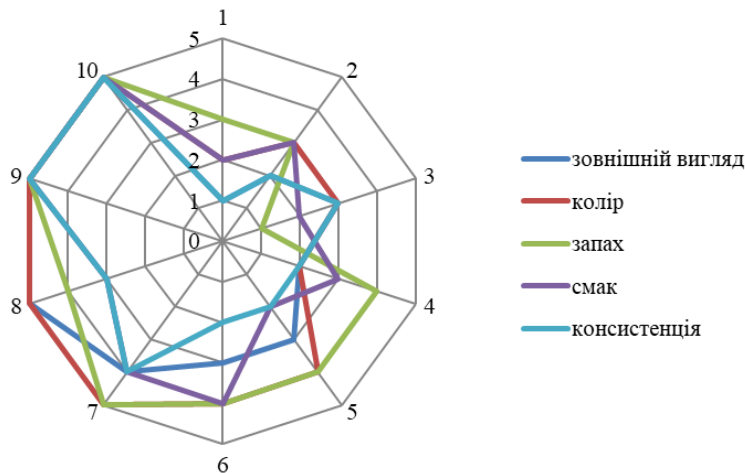


Рис. 1. Профілограма органолептичних показників зразків цукерок, 1—10 — номери серій, 1—5 — бали

Під час досліджень встановлено, що найбільш раціональні характеристики мають серії 7, 9 та 10. Цукровий сироп є прозорим, розчинення складових нетривале,

співвідношення желатину та води є зручним у приготуванні, вміст желатину достатній для формування пружної нелипкої консистенції. Ароматизатор «Яблуко» органічно доповнює запах цукерок. Отримані цукерки прозорі, мають приємну кислинку, яблучний запах з відтінком яблучного оцту.

Зразки цукерок серій 7, 9 та 10 досліджували за показниками: міцність гелю та сила адгезії, активна кислотність (рН), кількісний вміст кислоти оцтової, однорідність вмісту, час розчинення за методиками, наведеними вище. Міцність гелю та сила адгезії є важливими фізико-механічними характеристиками для цукерок желейних. Їх визначали для зразків серій 7, 9 та 10, а також для зразків, до складу яких входять агар-агар (5) і пектин (4), для порівняння.

Однорідність вмісту є показником, який доцільно визначати для розроблюваних цукерок желейних з функціональним компонентом, тому що він характеризує якісне рівномірне розподілення діючої речовини або функціонального компонента в масі цукерок.

Час розчинення є також важливим аспектом, який характеризує швидкість розчинення, а отже, і вивільнення функціонального компонента, який у цукерках включений в гель, утворений великими молекулами гелеутворюючого компонента. В такій системі швидкість дифузії невисока, тому і швидкість розчинення цукерок порівняно повільна. Починається розчинення після початку набухання високомолекулярного гелеутворювача в розчиннику, тому час розчинення має значення та залежить насамперед від природи полімеру, від товщини та міцності цукерок. По-друге, на цей показник можуть вплинути властивості діючої речовини, тому для оцінки взаємного впливу функціонального компонента та пластичної основи визначали додатково час розчинення контрольних зразків цукерок без додавання оцту яблучного.

Визначення показника активної кислотності є необхідним для дослідження властивостей отриманих зразків цукерок. Рівень рН характеризує не тільки смакові властивості зразків, а також дає змогу їх характеризувати за вмістом кислот, передусім оцтової, тому що вона є основною активною речовиною цукерок.

Результати досліджень вказаних показників наведено в табл. 4.

Таблиця 4. Результати досліджень зразків желейних цукерок на основі яблучного оцту

Найменування показників, од. виміру	Серія 7	Серія 9	Серія 10
Міцність гелю, кН/м ²	31,0±0,5	38,2±1,6	42,1±1,2
Сила адгезії, %	63,6±2,6	57,6±2,1	56,2±1,8
Однорідність вмісту, % (кислота оцтова)	в кожній з 10 цукерок від 0,85 до 1,15	в кожній з 10 цукерок від 0,85 до 1,15	в кожній з 10 цукерок від 0,85 до 1,15
Час розчинення цукерок з НЯО, хв	42,3±1,1	49,0±1,4	48,3±0,9
Час розчинення контрольних зразків цукерок, хв	44,1±1,2	51,1±1,1	49,7±1,2
Активна кислотність, од. рН	2,95±0,06	3,07±0,04	3,12±0,04
Масова частка вологи, %	15,2±0,2	13,1±0,2	12,5±0,2
Масова частка редукуючих речовин, %	79,0	64,0	68,0

Кількісний вміст кислоти оцтової, %	0,95±0,02	1,03±0,03	0,99±0,02
-------------------------------------	-----------	-----------	-----------

Примітка: число вимірювань $n = 5$, $P = 95\%$.

Отже, величини показників міцності гелю в зразках серій 7, 9 та 10 підтверджують висновки, зроблені при органолептичних випробуваннях. У цих серіях міцність гелю свідчить про його гарну якість, а в серіях з пектином (4) та агаром (5) вона складала $28,0 \pm 1,2$ та $26,5 \pm 1,4$ відповідно, що підтверджує висновок про їх недостатні споживчі властивості в досліджених концентраціях.

Отримані значення сили адгезії мають невисокий рівень, якщо порівняти зі значеннями для гумок жувальних (близько 100 %), які мають сприяти насамперед механічному очищенню емалі зубів від нальоту та залишків їжі. Але такий рівень запобігатиме прилипанню цукерок до зубної емалі і відчуттю дискомфорту у споживача, тобто підвищує споживчу привабливість продукту.

Час розчинення цукерок желейних з яблучним оцтом і контрольних цукерок відрізнявся не більш ніж на 5 %, отже, відсутність суттєвої відмінності свідчить, що введення функціонального компонента до складу досліджуваної форми не впливає на її розчинність.

За показниками: однорідність вмісту, активна кислотність, масова частка вологи та кількісний вміст кислоти оцтової цукерки відповідають очікуваному рівню. Щодо вмісту редукуючих речовин, отримані значення тільки для серії 9 відповідали ДСТУ 4135:2021, а для серій 7 та 10 перевищували верхню межу регламентованих значень. Але у п. 5.2.8 цього ДСТУ зазначено, що «у корпусах, начинках цукерок, виготовлених з використанням фруктози, ... масову частку редукувальних речовин не нормують». Отже, отримані результати є також очікуваними через вміст глюкози та фруктози.

Також проведені мікроморфологічні дослідження отриманих цукерок, метою яких було підтвердження наявності в цукерках оцтовокислих бактерій, що доводять збереження якості функціонального компонента. З розчину (1,0 г цукерок в 10 см^3 дистильованої води) готували фіксовані препарати та фарбували за методом Грама. В препаратах з усіх трьох серій (7, 9, 10) при мікроскопіюванні спостерігали наявність грамнегативних бактерій у вигляді маленьких циліндричних, дуже коротких клітин, поодиноких, також по дві у вигляді цифри вісім, у вигляді ланцюжків і груп ланцюжків. (Gomes, 2018; Mas, 2014; Štornik, 2016; Yetiman, 2015)

У результаті проведених досліджень вибір було зупинено на складі серії 9, зразки якої мають очікувані результати за органолептичними, технологічними, фізико-хімічними показниками та мікробіологічним контролем наявності оцтовокислих бактерій.

Висновки

Опрацювання, узагальнення і порівняння даних наукових джерел дали змогу запропонувати компоненти для отримання сиропу та загусники для цукеркової маси, раціональну технологію виготовлення цукерок з додаванням натурального яблучного оцту.

Експериментальним шляхом визначено раціональний склад і спосіб отримання пластичної основи желейних цукерок, кількості та способи введення функціонального компонентів, коригентів смаку і запаху.

Дослідження технологічних, фізико-механічних, фізико-хімічних властивостей і мікробіологічний контроль зразків цукерок дають змогу вважати вибір раціонального складу й технології цукерок обґрунтованим.

Результати є підґрунтям для подальших досліджень і розробки технології отримання оригінальних вітчизняних желейних цукерок з лікувально-профілактичними властивостями, що дасть змогу розширити асортимент таких функціональних засобів, орієнтованих на дітей, людей похилого віку та прихильників раціонального підходу до здоров'я.

Література

Віннікова О. І., Рясвська І. М. (2016). Практикум з мікробіології: методичні рекомендації для студентів 2 курсу денного відділення біологічного факультету. Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна.

Гладух, Є. В., Чуєшов, В. І. (Ред.). (2018). *Промислова технологія лікарських засобів: баз. підруч. для студ. фармац. ВНЗ (фармац. ф-тів) IV рівня акредитації*. Харків: НФаУ; Львів: Новий Світ-2000.

Державна фармакопея України: у 3 т. Т. 1. (2015). 2-е вид. Харків: ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів».

Здорова їжа: натуральність продуктів харчування стала трендом. (2018). Взято з: <https://rau.ua/novyni/health-food/>.

Кислота оцтова льодова (2023). *Фармацевтична енциклопедія*. Взято з: <https://www.pharmacycyclopedia.com.ua/article/3519/kislota-octova-lodova>

Куриной, А. В., Рыжов, А. А., Гладышев, В. В., Клементьев, В. Г., Дюдюк, А. Д. (2012). Разработка носителя кондитерской лекарственной формы для фармакотерапии и профилактики заболеваний пародонта. *Запорож. мед. журнал*, № 4(73), 68—70.

Миронова А. В. (2015) Оцет може бути корисним тільки, якщо його виготовлено з харчової сировини. *Стандартизація. Сертифікація. Якість*, 3(94), 51-53. Взято з: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ssia_2015_3_15

Пахуча Е. В., Севідова І. О. (2022) Тенденції розвитку міжнародного ринку функціональних продуктів. *Науково-виробничий журнал «Бізнес-навігатор»*, випуск 1 (68), 83—87. <https://doi.org/10.32847/business-navigator.68-26>

Професор Керол Джонстон пояснив, чому яблучний оцет називають еліксиром здоров'я і молодості. (2020). Взято з: <https://www.epochtimes.com.ua/krasa-ta-zdorovya/profesor-kerol-dzhonston-poyasnyv-chomu-yabluchnyy-ocet-nazyvayut-eliksirom-zdorovya-i-molodosti-125108>.

Тренди світового ринку кондитерських виробів з цукру. (2023). Взято з: <https://export.gov.ua/industry/review/25>.

Чомахавілі, О. Ш. (2017) Набуття прав інтелектуальної власності дитиною. *Науковий вісник Ужгородського національного університету: серія: Право*, Т. 1, вип. 46, 84—87.

Шматченко, Н. В., Касабова, К. Р., & Артамонова, М. В. (2021). *Технологія жувальних цукерок із використанням збагачувальної сировини*. Розвиток харчових виробництв, ресторанного та готельного господарств і торгівлі: проблеми, перспективи, ефективність: Міжнар. наук.-практ. конф. 18 травня Харків. ч. 2 (с. 129—130). Харків: ХДУХТ.

Davidson, A., & Jaine, T. (2014) *The Oxford Companion to Food*. Oxford University Press.

Diet diary: Functional foods and Japanese FOSHU — Foods For Specified Health Us (2018). Взято з: <https://indianexpress.com/article/lifestyle/health/diet-diary-functional-foods-and-japanese-foshu-5154423/>.

Functional Foods: Superheroes for Health (2023). Взято з: <https://foodinsight.org/eat-a-rainbow-functional-foods-and-their-colorful-components/>.

Gomes, R. J., Borges, M. F., Rosa, M. F., Castro-Gómez, R. J. H., Spinosa, W. A. (2018). Acetic Acid Bacteria in the Food Industry: Systematics, Characteristics and Applications. *Food technology and biotechnology*, 56(2), 139—151. <https://doi.org/10.17113/ftb.56.02.18.5593>.

Mas, A., Torija, M. J., García-Parrilla, M. del C., Troncoso, A. M. (2014). Acetic Acid Bacteria and the Production and Quality of Wine Vinegar. *The Scientific World Journal*, 2014, Article ID 394671, 6 pages. <https://doi.org/10.1155/2014/394671>.

Nath, A., Vatai, G., Bánvölgyi, S. (2023). Functional Foods and Bioactive Compounds through Environmentally Benign Emerging Processes. *Processes*, 11(4), 1182.

Nepochatykh, T. Sheremet, S. (2018). Забезпечення якості нового фруктово-ягідного мармеладу з додаванням ламінарії. *Traektoriâ Nauki = Path of Science*, 4 (2), 3001—3007. doi: 10.22178/pos.31-6.

Soliboeva, S. (2023). Functional food products a promising direction of new innovative technologies in dietary. *Science and innovation*, 2(D4), 69—71.

Štormik, A., Skok, B., Trček, J. (2016). Comparison of Cultivable Acetic Acid Bacterial Microbiota in Organic and Conventional Apple Cider Vinegar. *Food technology and biotechnology*, 54(1), 113—119. <https://doi.org/10.17113/ftb.54.01.16.4082>.

Tangso, K. J., Ho, Q. P., Boyd, B. J. (2015). Confectionery-based dose forms. *Current drug delivery*, 12(1), 56—62. <https://doi.org/10.2174/1567201811666140821112637>.

Yassunaka Hata, N. N., Surek, M., Sartori, D., Vassoler Serrato, R., Aparecida Spinosa, W. (2023). Role of Acetic Acid Bacteria in Food and Beverages. *Food technology and biotechnology*, 61(1), 85—103. <https://doi.org/10.17113/ftb.61.01.23.7811>.

Yetiman, A. E., Kesmen, Z. (2015). Identification of acetic acid bacteria in traditionally produced vinegar and mother of vinegar by using different molecular techniques. *International journal of food microbiology*, 204, 9—16. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2015.03.013>.

Zhao, Ya. (Red.). (2019). *Specialty Foods: Processing Technology, Quality, and Safety*. UK: Taylor & Francis Ltd.