УДК 664.162: 663.86

DEVELOPMENT OF A PRESCRIPTION COMPOSITION OF A LIQUID SWEETENER BASED ON STEVIA AND MALTOSE SYRUP FOR BEVERAGES

O. Hrabovska
Kyiv National University of Trade and Economics
N. Sabadash, A. Avramenko, K. Dodonova-Sudina, H. Pastukh
National University of Food Technologies

Key words:
Liquid sweetener
Stevia extract
Maltose syrup
Rheological properties
Organoleptic properties
Beverages

Article history:
Received 13.07.2021
Received in revised form 29.07.2021
Accepted 13.08.2021

Corresponding author:
N. Sabadash
E-mail:
riddle27@ukr.net

ABSTRACT

The article presents the results of a study of a complex natural sweetener based on stevia extract and maltose syrup with the aim of replacing sugar in soft drinks and expanding the range of sweeteners. The overwhelming majority of non-alcoholic drinks contain a significant amount of sugar and few substances useful for the human body. Drinking drinks with sugar can spike glucose levels, increase risk of diabetes and lead to weight gain.

The aim of the work was to develop a recipe composition of a natural liquid sweetener based on stevia extract and maltose syrup and beverages recipe using the developed sweetener. Dry powdered stevia extract was used as the main carrier of sweet taste and maltose syrup (dry matter content 78%) was used to mask the taste of stevioside and provide a certain consistency to sweeteners and drinks.

The conducted studies of the organoleptic characteristics of drinks with the developed complex sweetener showed that it is most advisable to use stevia extract and maltose syrup in a ratio of 1:40. To establish the concentration of the stevioside solution and the optimal ratio of this solution and maltose syrup, rheological studies of the developed formulation compositions were carried out. Based on the analysis of experimental data, it is recommended to use a solution of powdered stevioside with a concentration of 5%, which will effectively mix it with maltose syrup and avoid transporting excess liquid. The use of the complex liquid sweetener based on stevia extract and maltose syrup to replace sugar in soft drinks allows to expand the range of beverages for special dietary consumption.

DOI: 10.24263/2225-2924-2021-27-4-15

РОЗРОБЛЕННЯ РЕЦЕПТУРНОЇ КОМПОЗИЦІЇ РІДКОГО ЦУКРОЗАМІННИКА НА ОСНОВІ СТЕВІЇ ТА МАЛЬТОЗНОГО СИРОПУ ДЛЯ БЕЗАЛКОГОЛЬНИХ НАПОЇВ

О. В. Грабовська
Київський національний торговельно-економічний університет
Н. І. Сабадаш, А. Д. Авраменко, К. О. Додонова-Судьїна, Г. С. Пастух
Національний університет харчових технологій

У статті наведено результати дослідження комплексного натурального цукрозамінника на основі екстракту стевії і мальтозного сиропу з метою заміни цукру в безалкогольних напоях і розширення асортименту цукрозамінників. Безалкогольні напої в переважній більшості містять значну кількість цукру та обмаль корисних для організму людини речовин. Вживання солодких напоїв може викликати різке підвищення рівня глюкози, що збільшує ризик розвитку цукрового діабету і призводить до набору зайвої ваги.

Розроблено рецептурну композицію натурального рідкого цукрозамінника на основі екстракту стевії і мальтозного сиропу та рецептуру безалкогольного напою з використанням розробленого цукрозамінника. Використовували сухий порошкоподібний екстракт стевії як основний носій солодкого смаку і мальтозний сироп (вміст сухих речовин 78%) для маскування присмаку стевіозиду та надання певної консистенції цукрозаміннику і напоям.

Проведені дослідження органолептичних показників безалкогольних напоїв з розробленим комплексним цукрозамінником показали, що найдоцільніше використовувати екстракт стевії і мальтозний сироп (СР=78%) у співвідношенні 1:40. Для встановлення концентрації розчину стевіозиду й оптимального співвідношення цього розчину та мальтозного сиропу проведено реологічні дослідження розроблених рецептурних композицій. На основі аналізу експериментальних даних рекомендовано використовувати розчин порошкоподібного стевіозиду концентрацією 5%, що дасть змогу ефективно змішувати його з мальтозним сиропом та уникнути транспортування зайвої рідини. Використання комплексного рідкого цукрозамінника на основі екстракту стевії і мальтозного сиропу для заміни цукру в безалкогольних напоях дає змогу розширити асортимент напоїв для спеціального дієтичного споживання.

Ключові слова: *рідкий цукрозамінник, екстракт стевії, мальтозний сироп, реологічні властивості, органолептичні властивості, безалкогольні напої.*

Постановка проблеми. Цукор є одним із основних харчових продуктів населення. Проте надмірне споживання цукру дуже часто пов’язане з ростом числа захворювань на діабет, ожиріння, а також із розмноженням бактерій, що викликають псування зубів і хвороби кишечника, а також пригнічує імунну систему.

Саме тому уряди різних країн законодавчо обмежують вміст цукру в найбільш уживаних продуктах харчування. За кордоном розробляють і впровад-

жують у виробництво нові види цукрозамінників, що містять у своєму складі корисні для організму людини поживні речовини.

Промисловість напоїв останні двадцять років приділяла велику увагу розробці напоїв зі зниженою калорійністю, так званих легких, дієтичних напоїв. Використання підсолоджувальних речовин з високим ступенем солодкості для приготування напоїв має обмежену здатність до відтворення «чистого» смаку сахарози і надає неприємного присмаку напоям. Перевага в пошуку підсолоджувальних речовин для заміни цукру в напоях надається речовинам рослинного походження.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Серед рослин, які містять солодкі речовини, значну зацікавленість викликає Stevia rebaudiana Bertoni, батьківщина якої Південна Америка, Парагвай (Роїк & Кузнєцова, 2013; Роїк, Кузнєцова & Захарович, 2015). У нативній формі стевія солодша за цукор приблизно в 15—20 разів. Це пояснюється наявністю в її хімічному складі комплексу дитерпенових глікозидів. Еквівалент солодкості суми дитерпенових глікозидів, які містяться в листях стевії й отримали назву «стевіозиди», в середньому складає 300 од (Ranjan, Jaiswal & Jitendra, 2011). Стевіозид (Е960) — природний підсолоджувач не вуглеводної природи.

Основні переваги дитерпенових глікозидів: солодкий смак, практично нульова енергетична цінність, стійкість при нагріванні та довготривалому зберіганні, вплив кислот і лугів, незасвоєння мікроорганізмами, добра розчинність у воді, невелике дозування, нешкідливість при довготривалому вживанні, участь у процесі обміну речовин без застосування інсуліну, оскільки вони нормалізують рівень глюкози в крові (Подпоринова, Верзилина & Полянский, 2005; Kuznesof, 2007; Катаев, 2010; Кузнєцова, 2012; Khalid at al., 2021).

На відміну від цукру, стевіозид не вступає в реакції меланоїдиноутворення і не викликає потемніння продукту в процесі виробництва та зберігання. Він не зброджується мікроорганізмами, підкреслює ароматичні властивості сировини, створює насиченість смаку в продукті. Саме тому екстракт стевії широко використовують у виробництві різних харчових продуктів, зокрема безалкогольних напоїв, хлібобулочних, кондитерських, молочних і дієтичних виробів тощо (Kuznetchova, 2014; Роїк, Кузнєцова & Захарович, 2015; Chughtai at al., 2020; Gonzalez at al., 2014).

Проте, незважаючи на ряд вагомих переваг та високу солодкість, екстракти стевії мають специфічний гіркий присмак, через що при застосуванні їх у виробництві безалкогольних напоїв виробник стикається з проблемою його маскування. Тому існує потреба в методах поліпшення сенсорних характеристик низькокалорійних напоїв шляхом використання композицій цукрозамінників. Виробники харчових продуктів надають перевагу готовим композиціям цукрозамінників, завдяки використанню яких досягається оптимальне співвідношення між ступенем солодкості, ціною і технологічними характеристиками (Nazira at al, 2019; Saraiva at al., 2020; Agullo at al. 2015).

Використовуючи композиції підсолоджувальних речовин, можна не лише поліпшити їхні смакові якості, а й знизити витрати завдяки проявленню синергетичного ефекту — взаємного підсилення властивостей. «Якісний» синергізм проявляється у поліпшенні смаку в разі використання кількох під-

солоджувальних речовин замість однієї. «Кількісний» синергізм — взаємне підсилення ступеня солодкості різних підсолоджувальних речовин (Nazira at al, 2019; Saraiva at al., 2020; Agullo at al. 2015; Есаулко, Кривенко, Войсковой, Стародубцева, Жабина & Донец, 2011; Kregiel, 2015).

Для маскування неприємного смаку стевіолглікозидів у виробництві газованих напоїв використовували суміші екстракту стевії з аспартамом або сахарином (патент США № 4956191), проте ці напої органолептично менш привабливі, ніж їх аналог з цукром. Патент JP S52120171 описує підсолоджувач стевіолового глікозиду зі зниженим неприємним присмаком для харчових продуктів, приготовлений шляхом додавання натурального цукру, такого як мальтоза.

Останніми роками за кордоном мальтоза широко застосовується у виробництві продуктів дієтичного харчування, а також у медицині. Останні дослідження вчених показали, що мальтоза не викликає карієсу зубів (Rezende & Hashizume, 2018). Чиста мальтоза ($C_{12}H_{22}O_{11}$) більш волого- та термостійка порівняно із глюкозою та сахарозою, має кращу консервувальну дію.

Висока енергетична цінність і швидка засвоюваність мальтози визначили виключну роль мальтозних продуктів у харчовому раціоні людини. На відміну від інших цукрів мальтоза майже не підлягає бродінню в кишечнику, тому не викликає метеоризму. Вона швидко гідролізується до глюкози, всмоктується стінками кишечника та, перетворюючись у фосфати, надходить у кров.

Мальтозу не можна використовувати як компонент у продуктах діабетичного призначення. Але в комбінації з полісахаридами, що мають низький глікемічний індекс (ГІ), гідроліз яких в організмі відбувається повільно і надходження глюкози в кров здійснюється поступово, мальтозу використовують в продуктах спортивного спрямування (Crow, Kumar & Varela, 2012).

Мальтозні сиропи, отримані шляхом ферментативного гідролізу крохмалю, є цінними харчовими продуктами, більш солодкими і менш в'язкими порівняно зі звичайною карамельною патокою, мають приємний ненав'язливий солодовий запах, чим вигідно відрізняються від карамельної патоки.

Мальтозні сиропи відповідають вимогам, які висувають до замінників цукру при виробництві продуктів дитячого харчування, оскільки сахароза і глюкоза можуть бути алергенами.

Мальтозний сироп не має стороннього присмаку, позитивно впливає на смак і в'язкість готових виробів. Також мальтозні сиропи не гігроскопічні, термостабільні, не кристалізуються при зберіганні, менш схильні до потемніння, порівняно з карамельною патокою, тому придатні для використання в композиції підсолоджувальних речовин, що особливо важливо для подальшого виробництва прозорих безалкогольних напоїв (Radeloff & Beck, 2014).

Таким чином, розроблення рецептурної композиції натурального рідкого цукрозамінника на основі екстракту стевії та мальтозного сиропу є актуальним. З метою досягнення якісного синергізму задля зменшення або повного усунення гіркоти у післясмаку екстракту стевії, було використано мальтозний сироп, що містить близько 46% мальтози до маси редукувальних речовин сиропу.

Мета статті: розробити рецептурну композицію натурального рідкого цукрозамінника на основі екстракту стевії і мальтозного сиропу для використання в технології безалкогольних напоїв.

Матеріали і методи. Використовували сухий порошкоподібний екстракт стевії марки «Pure Circle», мальтозний сироп з масовою часткою сухих речовин (СР) 78%, цукор білий, лимонну кислоту, ароматизатори натуральні «яблуко», «м'ята».

Концентрацію цукрозамінника визначали за масовою часткою сухих речовин (СР) рефрактометричним методом, pH — потенціометрично.

Дослідження реологічних властивостей комплексного цукрозамінника проводили на віскозиметрі типу «РЕОТЕСТ-2» за температури навколишнього середовища 20°С. Ротаційний метод (Гуськов, Мачихин, Мачихин & Лунин, 1970) ґрунтується на вимірюванні в'язкості матеріалу, який розташовують між двома одновісними поверхнями і піддають деформації зсуву. Реологічні дослідження проводили в трьох повторах.

На основі отриманих експериментальних даних побудовані залежності швидкості деформації від напруги зсуву (криві плинності) та залежності в'язкості від напруження зсуву (криві в'язкості). Із реологічних кривих плинності та в'язкості знаходили такі реологічні параметри та їх співвідношення (Гуськов, Мачихин, Мачихин & Лунин, 1970):

η_0, η_m — найбільша та найменша ефективна в'язкість;

η_0-η_m — величина аномалії в'язкості, характеризує міцність коагуляційних структур, які утворюються у системі;

P_m — верхня межа плинності (напруга практично зруйнованої структури), характеризує міцність утвореного структурного каркасу;

P_{k1} — умовна статична межа здатності до плинності (напруження, нижче якої відсутні пластичні деформації або вони дуже малі), відповідає значенню напруги при якому починається течія;

P_{k1}/η_0 — відношення умовної статичної межі плинності до сталої в'язкості; це відношення є мірою здатності до пластичних деформацій; чим воно вище, тим більш пластична система у стані зруйнованих структур;

Для розроблення складу комплексного цукрозамінника і рецептури безалкогольного напою із комплексним цукрозамінником використовували базову рецептуру напою наведену в табл. 1.

Таблиця 1. **Рецептура безалкогольного напою «Яблуко–лимон–м'ята»**

Компонент рецептури	Кількість речовини на 1000 мл напою, г
Цукор білий	90,5
Яблучний сік концентрований	10
Лимонний сік концентрований	3
Лимонна кислота	2,11
Аскорбінова кислота	0,1
Ароматизатор натуральний «яблуко»	0,3
Ароматизатор натуральний «м'ята»	0,6
Вода пом'якшена	893,39

На основі рецептури напою «Яблуко-лимон-м'ята» (табл. 1) за коефіцієнтами солодкості речовин було розраховано необхідне співвідношення екстракту стевії та мальтозного сиропу для заміни цукру в рецептурі напою.

Розрахунок ступеня солодкості комплексного цукрозамінника. Для розрахунку солодкості комплексного цукрозамінника користувалися даними про солодкість окремих підсолоджувальних речовин, представлених у табл. 2.

Таблиця 2. **Ступінь солодкості підсолоджувальних речовин**

Підсолоджувальна речовина	Ступінь солодкості
Мальтозний сироп	0,46
Екстракт стевії	300
Цукор білий	1

Витрати підсолоджувальних речовин та їхніх композицій розраховували виходячи з їх коефіцієнтів солодкості, а потім уточнювали за результатами сенсорного аналізу. Необхідну кількість підсоджувачів для приготування комплексного цукрозамінника (г), розраховували за формулою:

$$П = С/К_с, \quad (1)$$

де: С — кількість замінюваного цукру, г; К — коефіцієнт солодкості (сахарозний еквівалент).

Розраховане за коефіцієнтами солодкості співвідношення мальтозного сиропу й екстракту стевії представлено у табл. 3. Згідно з експериментальними даними заміна 40—50% сахарози на екстракт стевії з додаванням мальтозного сиропу дає змогу отримувати напої з солодким смаком без відчуття гіркоти, притаманного екстракту стевії.

Таблиця 3. **Розрахунок співвідношення мальтозного сиропу і екстракту стевії за коефіцієнтами солодкості відповідно до вмісту цукру за базовою рецептурою**

№ досліду	Екстракт стевії, г	Солодкість у сахарозному еквіваленті	Мальтозний сироп, г	Солодкість у сахарозному еквіваленті
1	0,15	45,25	98	45,25
2	0,138	41,28	107	49,22
3	0,133	39,9	110	50,6
4	0,127	38,1	114	52,4
5	0,12	36,5	117	54

Приготування напоїв із комплексним цукрозамінником для органолептичних досліджень. Для дослідження органолептичних показників напоїв цукрозамінник готували змішуванням екстракту стевії і мальтозного сиропу згідно з табл. 3. Композиція обох речовин у різних пропорціях надає можливість підібрати оптимальну солодкість для будь-якого продукту. До наважки мальтозного сиропу додавали ту кількість екстракту стевії, що була розрахована для заміни 90,5 г сахарози (за базовою рецептурою) за коефіцієнтами солодкості.

Готували п'ять зразків безалкогольних напоїв за базовою рецептурою (табл. 1) з повною заміною цукру на комплексний цукрозамінник, що має різне співвідношення екстракту стевії і мальтозного сиропу (табл. 3). Оскільки для безалкогольних напоїв регламентований вміст сухих речовин знаходиться у межах 10,7…11,2% (10,7% для напою «Coca-Cola», 11,2% — «Живчик»),

відповідного вмісту сухих речовин досягали за рахунок заміни цукру мальтозним сиропом і зменшенням кількості води в рецептурі напою.

За еталон було взято напій із цукром за базовою рецептурою (табл. 1), також для порівняння приготували напій із повною заміною цукру на екстракт стевії. Органолептичну оцінку якості приготованих напоїв проводили методом сенсорного аналізу із залученням групи дегустаторів.

Для оцінювання органолептичних показників було опитано експертну групу в складі 7 осіб. Члени експертної групи перебували в однакових умовах у приміщенні з температурою повітря (20±2)°С. Основними дескрипторами оцінки якості зразків безалкогольних напоїв були: прозорість, колір, смак, аромат (табл. 4).

Органолептичну оцінку отриманих дослідних зразків проводили в балах, керуючись семибаловою шкалою за показниками, представленими в табл. 4.

Таблиця 4. **Балова оцінка безалкогольних напоїв**

Показник якості	Органолептична характеристика безалкогольних напоїв	Балова оцінка
Прозорість, зовнішній вигляд	Прозорий, з блиском	5 (відмінно)
	Прозорий, без блиску	4 (добре)
	Володіють слабкою опалесценцією	3 (задовільно)
	Проявляють сильну опалесценцію	2 (незадовільно)
	Непрозорі напої з м'якоттю, колір яких відповідає цьому виду напою	7 (відмінно)
Колір	З яскраво вираженим кольором, що відповідає кольору плодів, з яких вироблений напій, або таким, що характерний для цього виду напою	6 (відмінно)
	З достатньо вираженим кольором, що відповідає кольору плодів, з яких вироблено напій, або таким, що характерний для цього виду напою	5 (добре)
	Колір менш виражений, відповідає кольору плодів, з яких вироблено напій, або таким, що характерний для цього виду напою	4 (задовільно)
	Колір не відповідає назві напою	2 (незадовільно)
	Непрозорі напої з м'якоттю, колір яких відповідає цьому виду напою	7 (відмінно)
Смак	Характерний повний смак, що яскраво виражений і відповідає цьому напою	7 (відмінно)
	Хороший смак, який відповідає цьому напою	5 (добре)
	Слабкий аромат, але такий, що відповідає цьому напою	4 (задовільно)
	Сторонні ноти в ароматі, що не відповідають цьому напою	2 (незадовільно)
Аромат	Характерний аромат, що яскраво виражений і відповідає цьому напою	7 /відмінно)
	Хороший аромат, який відповідає цьому напою	5 (добре)
	Недостатньо виражений смак, але такий, що відповідає цьому напою	4 (задовільно)
	Погано виражений смак, що не відповідають цьому напою	2 (незадовільно)

На основі оцінок, отриманих під час сенсорного аналізу готових безалкогольних напоїв із комплексним цукрозамінником, було побудовано зведену таблицю середніх оцінок кожного зразка.

Порівняння й оптимізацію органолептичних властивостей напоїв з комплексним цукрозамінником здійснювали шляхом побудови багатокутника якості.

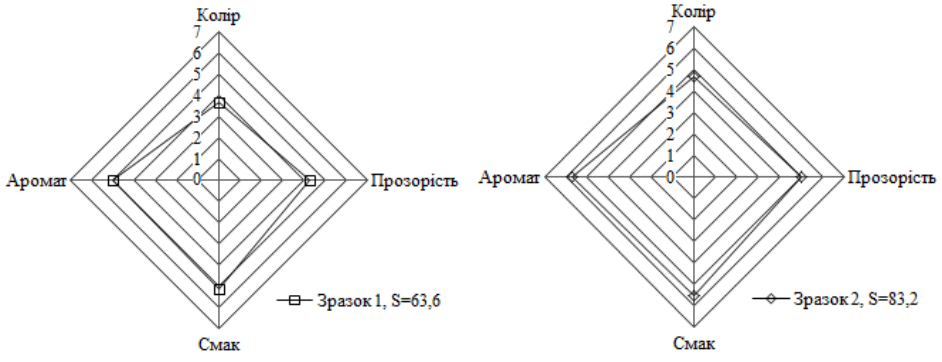
Приготування зразків комплексного цукрозамінника. Для дослідження реологічних показників рідкого цукрозамінника готували розчини екстракту стевії концентрацією 1, 5, 10%. Для приготування цукрозамінника кількість розчину стевіозиду відповідної концентрації розраховували відповідно до вмісту сухого екстракту стевії, як у досліді 3 (табл. 3). Мальтозний сироп (78% СР) додавали до розчину стевіозиду різної концентрації у кількості 110 г, що відповідає зразку 3 (табл. 3).

Результати і обговорення. *Органолептична оцінка якості безалкогольних напоїв з комплексним цукрозамінником при різному співвідношенні екстракту стевії і мальтозного сиропу.* Метою дослідження було визначення органолептичних показників безалкогольних напоїв з оцінюванням їх у балах. Органолептичні показники досліджуваних зразків напоїв визначали методом сенсорного аналізу та шляхом дегустації з баловою оцінкою за сумою органолептичних показників.

На основі оцінок, отриманих під час сенсорного аналізу готових безалкогольних напоїв, приготовлених згідно з базовою рецептурою (табл.1), із заміною цукру на комплексний цукрозамінник при різному співвідношенні порошкоподібного екстракту стевії та мальтозного сиропу (згідно табл. 3), було побудовано зведену таблицю середніх оцінок кожного зразка (табл. 5).

Таблиця 5. **Усереднені оцінки показників якості безалкогольних напоїв, приготовлених із комплексним цукрозамінником**

Номер зразка	Назва показника			
	Колір	Прозорість	Смак	Аромат
1	3,71	4,29	5,14	5,00
2	4,71	5,00	5,57	5,71
3	5,29	4,86	6,57	6,0
4	5,29	5,14	5,71	5,86
5	3,86	4,36	4,71	5,00
6 (контроль)	4,86	4	5,57	5
7 (зі стевією)	3,86	4,14	2,86	3,57



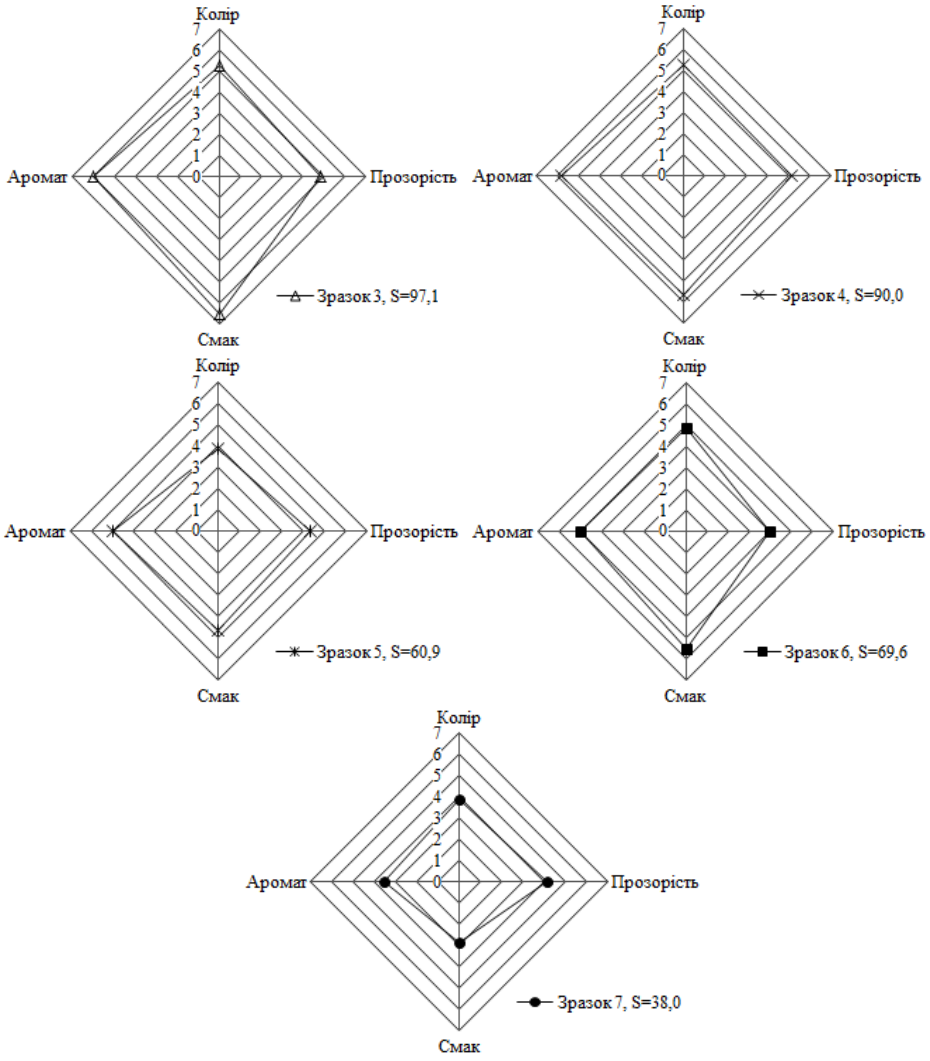


Рис. 1. Профілограми якісної оцінки зразків напоїв з комплексним цукрозамінником при різному співвідношенні екстракту стевії і мальтозного сиропу

Якість напоїв можна оцінити за площею багатокутників якості, побудованих за даними табл. 5. Найбільшу площу має багатокутник якості зразка номер 3 (рис. 1). Встановлено, що для приготування безалкогольного напою на основі стевії і мальтозного сиропу, для досягнення гармонійного смаку слід у рецептурі замінити цукор на комплексний цукрозамінник: 44% солодкості цукру має становити екстракт стевії і 56% — мальтозний сироп (СР=78%). Проте введення підсолоджувальних речовин окремо при приготуванні напою пов'язане з труднощами точного дозування і розчинення речовин.

Реологічна оцінка комплексного цукрозамінника з екстрактом стевії та мальтозним сиропом залежно від концентрації розчину стевіозиду. Екстракт стевії надходить у виробництво в порошкоподібному вигляді, є нерозчинним

у мальтозному сиропі, а тому потребує попереднього розчинення у воді. З метою визначення оптимальної концентрації розчину стевіозиду для введення його у мальтозний сироп було проведено реологічні дослідження комплексного цукрозамінника.

У ході досліджень було підготовлено три зразки водних розчинів порошкоподібного екстракту стевії різної концентрації: 1, 5 і 10%. Для приготування комплексного цукрозамінника використано співвідношення екстракту стевії і мальтозного сиропу, як у досліді 3 (табл. 3). Напій, приготовлений при такому співвідношенні підсолоджувальних речовин, отримав найвищу органолептичну оцінку. Необхідну кількість розчину стевіозиду кожної концентрації розраховували, щоб вміст у ньому стевіозиду становив 0,133 г. Мальтозний сироп брали у кількості 110 г для усіх концентрацій розчинів стевіозиду (табл. 3, дослід 3). Після ретельного змішування розчинів стевіозиду з мальтозним сиропом проводили вимірювання реологічних характеристик зразків.

За даними, отриманими на приладі «Реотест-2», будували реологічні криві залежності градієнта деформації та в'язкості системи від напруги зсуву (рис. 2, 3).

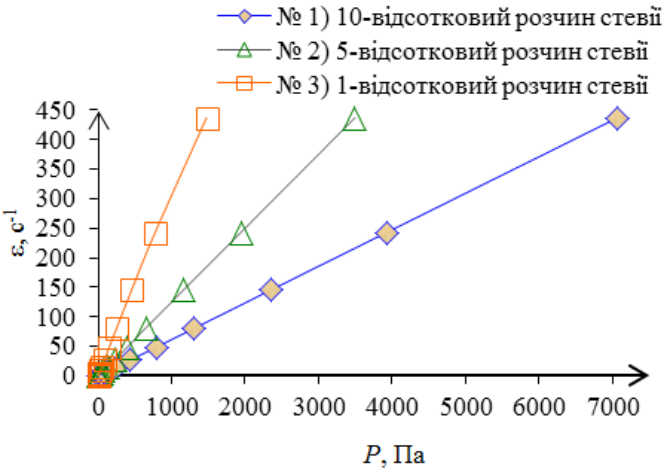


Рис. 2. Реологічні криві плинності комплексного цукрозамінника за різної концентрації розчину стевіозиду: 1%, 5%, 10%

Після аналізу реологічних кривих плинності (рис. 2) визначали реологічні параметри, які характеризують умовну статистичну межу плинності P_{k1}, верхню межу плинності або межу міцності системи P_m.

Із кривих в'язкості (рис. 3) було визначено найбільшу (η_0) і найменшу ефективну в'язкість (η_m) та їх різницю (η_0-η_m), що характеризує величину аномалії в'язкості і міцність утворених структурованих систем.

З аналізу реологічних кривих (рис. 2, 3) видно, що найбільший діапазон напружень, у якому спостерігається руйнування структури, встановлено для зразка № 1 комплексного цукрозамінника з розчином стевіозиду концентрацією 10%.

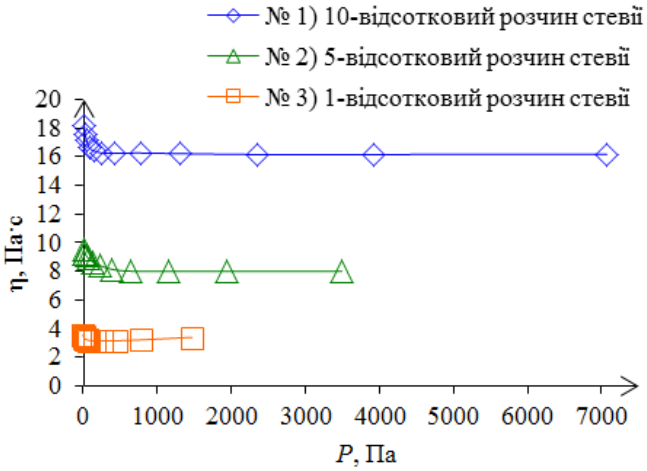


Рис. 3. Реологічні криві в'язкості комплексного цукрозамінника за різної концентрації розчину стевіозиду: 1%, 5%, 10%

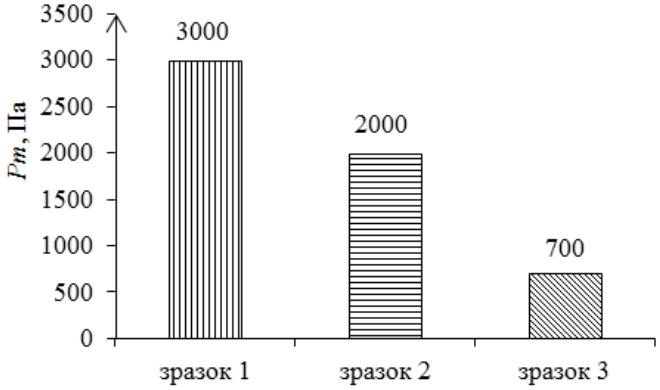


Рис. 4. Характеристика міцності утвореного структурного каркасу рідкого цукрозамінника залежно від концентрації розчину стевіозиду
(зразок 1 — 10%; зразок 2 — 5%; зразок 3 — 1%)

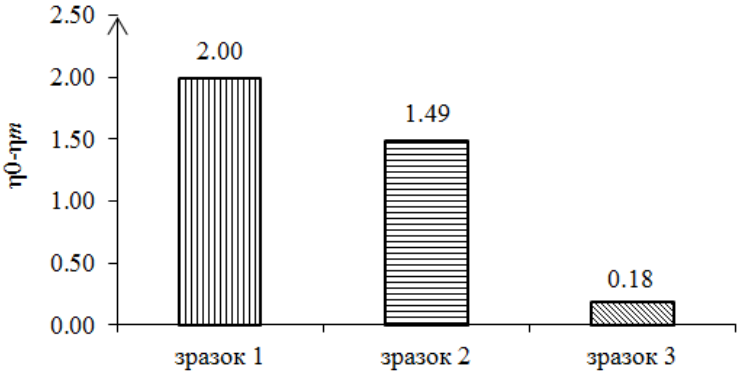


Рис. 5. Залежність показника, що характеризує міцність коагуляційних структур рідкого цукрозамінника від концентрації розчину стевіозиду
(зразок 1 — 10%; зразок 2 — 5%; зразок 3 — 1%)

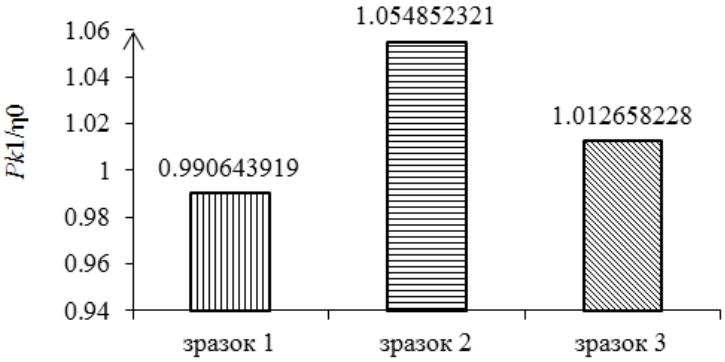


Рис. 6. Залежність показника, що характеризує здатність до пластичної деформації рідкого цукрозамінника залежно від концентрації розчину стевіозиду
(зразок 1 — 10%; зразок 2 — 5%; зразок 3 — 1%)

Аналіз отриманих реологічних кривих показав, що всі зразки комплексного цукрозамінника з екстрактом стевії та мальтозним сиропом утворюють рідкоподібні неньютонівські структуровані системи. Найміцніший структурний каркас (рис. 4) та найбільш міцна надмолекулярна коагуляційна структура рідкого цукрозамінника (рис. 5) утворюються в зразку № 1, а здатність до пластичної деформації у цього зразка найменша, що є небажаним, оскільки ускладнює дозування цукрозамінника у виробництві безалкогольних напоїв. У зразка № 3, навпаки, утворюється занадто слабка надмолекулярна структура і структурний каркас. Для уникнення транспортування зайвої рідини і більш ефективного змішування рецептурної суміші напою найкращим є зразок № 2, у якому використовували розчин стевіозиду концентрацією 5%.

На підставі проведених досліджень було розроблено рецептуру безалкогольного напою без цукру з використанням натурального комплексного цукрозамінника.

Таблиця 6. **Рецептура безалкогольного напою «Яблуко–лимон–м'ята» з комплексним цукрозамінником**

Компонент рецептури	Кількість речовини на 1000 мл напою, г
Натуральний цукрозамінник: Розчин стевіозиду (5%) Мальтозний сироп (78% СР)	 2,7 110
Яблучний сік концентрований	10
Лимонний сік концентрований	3
Лимонна кислота	2,11
Аскорбінова кислота	0,1
Ароматизатор натуральний «яблуко»	0,3
Ароматизатор натуральний «м'ята»	0,6
Вода пом'якшена	871,19

Висновок

Розроблено рецептурну композицію натурального рідкого цукрозамінника на основі порошкоподібного екстракту стевії і мальтозного сиропу, який про-

понується для використання в технології безалкогольних напоїв для спеціального дієтичного споживання. Для приготування цукрозамінника рекомендовано використовувати розчин стевіозиду концентрацією 5% і мальтозний сироп (СР=78%) у співвідношенні 1:40. Використання комплексного цукрозамінника надає можливість розширити асортимент напоїв для спортсменів, дитячого та спеціального дієтичного споживання.

Література

Гуськов, К., Мачихин, Ю., Мачихин, С. & Лунин, М. (1970). *Реология пищевых мас*. М.: Пищевая промышленность.

Есаулко, Н. А., Кривенко, А. А., Войсковой, А. И., Стародубцева, Г. П., Жабина, В. И., Донец, И. А. (2011). Использование стевии для улучшения качества и удлинения сроков хранения хлебобулочных изделий. *Вестник АПК Ставрополья,* 4(4), 7—10.

Катаев, В. Е. (2010). *Антитуберкулёзная активность гликозидов растения stevia rebaudiana и их производных*. Химия и медицина: VIII Всероссийская конференция с международным участием. Уфа: АН РБ, Гилем.

Кузнєцова, І. В. (2012). Значення поліненасичених жирних кислот стевії у харчових продуктах спеціального призначення. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*, (17), 114—117.

Подпоринова, Г. К. (2003). Разработка технологии получения коцентрата сладких веществ стевии. (Десерт. на соискание степени к.с.-г.н.). Воронеж. гос. аграр. ун-т им. К. Д. Глинки, Воронеж.

Подпоринова, Г. К. (2006). Экологические аспекты производства и переработки стевии. (Десерт. на соискание степени д.с.-х.н.). Воронеж. гос. аграр. ун-т им. К. Д. Глинки, Воронеж.

Подпоринова, Г. К, Верзилина, Н. Д., Полянский, К. К. (2005). Изучение химического состава стевии. Пищ. пром-сть, 7, 68.

Роїк, М. В., Кузнєцова, І. В., Захарович, В. Б. (2015). Виробництво і використання стевії (*Stevia rebaudiana Bertoni*). *Наукові праці Національного університету харчових технологій,* 21(1), 202—207.

Роїк, М. В, Кузнєцова, І. В. (2013). *Стевія (Stevia rebaudiana Bertoni) — перспективний високоінтенсивний підсолоджував.* Шляхи диверсифікації виробництва продукції на цукрових заводах України: Міжнародна науково-технічна конференція цукровиків України. Київ: тези доповіді.

Семёнова, Е. Ф., Веденеева, А. С., Жужжалов, Т. П. (2010). Скрининг антимикробной активности жидких экстрактов стевии ребо (Stevia rebaudiana Bertoni*). Вестник ВГУ, Серия: химия, биология, фармация,* (1), 121—126.

Agullo V., Garcia-Viguera C., Dominguez-Perles R. (2021). The use of alternative sweeteners (sucralose and stevia) in healthy soft-drink beverages, enhances the bioavailability of polyphenols relative to the classical caloric sucrose. *Food Chemistry,* 370, 1—28.

Azofeifa, A. M. G., Van Bokkelen, R. (2014). JP S52120171. France: European patent.

Chughtai, M. F. J.r, Pashab, I., Zahoorb, T., Khaliqa, A., Samreen, A., Wuc, Z., Nadeemd, M., Mehmooda, T., Amire, R. M., Yasminf, I., Liaqata, A., Tanweer, S. (2020). Nutritional and therapeutic perspectives of Stevia rebaudiana as emerging sweetener; a way forward for sweetener industry. *CYTA — Journal of food*, 18(1), 164—177.

Crow, R. R., Kumar, S., Varela, A. F. (2012). *Dietary sugars: Chemistry, analysis, function and effects edition: food and nutritional components in focus* (No. 3, pp. 101—114). Publisher: Royal Society of Chemistry.

Gonzalez, C., Tapia, M., Perez, T., Palett, D., Dornier, M. (2014). Main properties of steviol glycosides and their potential in the food industry: a review. *Fruits*, 69(2), 127—141.

Khalid, W., Rehman, A., Irfan, M., Jha, R. P., Khalid1, M. Z., Aziz, A. (2021). Nutritional composition and therapeutic benefits of stevia leaves: a mini review. *Acta Scientific Microbiology*, 4(2), 37—44.

Kregiel, D. (2015). Health Safety of Soft Drinks: Contents, Containers, and Microorganisms. *BioMed Research International*, 1—15.

Kuznesof, P. (2007). *Steviol-glycosides. Chemical and technical assessment.* Steviol-glycosides (CTA). 8.

Kuznetchova, I. (2014). Study of thermodynamic formation of complex flavanoid sheets stevia (*Stevia rebaudiana Bertoni*). *Восточно-Европейского журнала передовых технологий. Спецвыпуск: Технология и оборудование пищевых производств,* 2/12(68), 47—50.

Nazira, M., Arif, S., Khanc, R. S., Nazir, W., Khalid, N., Maqsood, S. (2019). Opportunities and challenges for functional and medicinal beverages: Current and future trends. *Trends in Food Science & Technology*, 88, 513—526.

Radeloff, M. A., Beck, R. H .F. (2014). Starch hydrolysis — nutritive syrups and powders. *Sugar Industry*, 139(4), 222—227.

Ranjan, R., Jaiswal, J., Jitendra, J. (2011). Stevia as a natural sweetener. *International journal of research in pharmacy and chemistry*, 1(4), 1999—2002.

Rezende, G., Hashizume, L. N. (2018). Maltodextrin and dental caries: a literature review. *RGO, Rev Gauch Odontol*, 66(3), 257—262.

Saraiva, A., Carrascosa, C., Raheem, D., Ramos, F., Raposo, A. (2020). Natural sweeteners: the relevance of food naturalness for consumers, food security aspects, sustainability and health impacts. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 17, 1—22.