

Застосування похідних продуктів переробки дикорослих ягід для збагачення пресованого цукру

М. М. Самілик, Д. А. Корнієнко, Н. В. Болгова, В. В. Соколенко,
Н. Д. Богомол

Дослідження присвячене питанню збагачення пресованого цукру з метою підвищення його біологічної цінності. В якості добавок до цукру передбачене використання похідних продуктів переробки дикорослих ягід *Hipporhamnoides L.*, *Viburnopulus*, *Sambucusnigra*, *Sorbosaucuparia*. Технологія переробки дикорослих ягід включає їх попереднє заморожування, часткове зневоднення методом осмотичної дегідратації та подальше висушування. Утворений осмотичний розчин запропоновано використовувати для зволоження цукру перед його пресуванням та висушуванням. Важливим практичним аспектом даної розробки є можливість відійти від сезонності на цукрових заводах. Оскільки доцільно переробляти дикорослі ягоди по завершенню бурякопереробного сезону. Для забезпечення запропонованої технології можна використовувати деяке існуюче технологічне обладнання. Хроматографічним методом проведено аналіз амінокислотного спектру похідних продуктів переробки дикорослих ягід, визначено у їх складі 17 амінокислот, в тому числі й незамінних. Найбільша концентрація амінокислот (55,47 мг/100 г) виявлена у похідному продукті переробки *Sambucusnigra*. Найменше амінокислот переходить в продукт переробки *Viburnopulus* (3,63 мг/100 г). Експеримент показав, що додавання до цукру 10 % похідних продуктів переробки дикорослих ягід *Hipporhamnoides L.*, *Viburnopulus*, *Sambucusnigra*, *Sorbosaucuparia* позитивно впливає на органолептичні показники готового продукту. Найвищу оцінку за всіма органолептичними показниками (зовнішній вигляд, смак і запах, чистота розчину) отримав цукор, збагачений похідним продуктом переробки *Hipporhamnoides*. У ньому було виявлено лише 16 амінокислот у кількості 16,14 мг/100 г. Із знайдених амінокислот найбільшою була концентрація серину (7,43 мг/100 г). В цукрі із додаванням розчину після часткового зневоднення *Viburnopulus* спостерігався незначний характерний запах добавки. В цукрі із додаванням похідного продукту переробки *Sorbosaucuparia* відчувалася приємна гірчинка, що свідчить про перехід в осмотичний розчин сорбінової кислоти із плодів

Ключові слова: збагачений пресований цукор, осмотична дегідратація, похідні переробки дикорослих ягід, амінокислотний спектр

1. Вступ

Цукор є надзвичайно популярним серед споживачів у всьому світі. Його споживають як готовий продукт та використовують в якості сировини при виробництві багатьох видів харчових продуктів. Під час вживання цукру швидко підвищується рівень глюкози в крові, збільшується кількість дофаміну в мозку.

Низький рівень цукру викликає у людей відчуття голоду. Разом з тим, вживання цукру у великій кількості може призводити до небажаних наслідків і бути причиною багатьох хвороб.

У сучасному світі виникає необхідність виробництва безпечних продуктів вищої якості, що мають позитивний вплив на здоров'я. Підвищений інтерес споживачів до цих питань є рушійною силою змін у харчовій промисловості. Дослідницька спільнота працює над розробкою нових технологій та нових продуктів харчування [1]. Не виключенням є і розширення асортименту «корисного» цукру, збагаченого різноманітними біологічно-активними добавками.

Ця ініціатива не тільки допоможе цукровому сектору диверсифікувати свої ресурси для підвищення доданої вартості, але й сприятиме забезпеченню населення корисними мікроелементами [2].

Враховуючи той фактор, що з ряду об'єктивних причин, купівельна спроможність українців суттєво знизилася, виникають деякі застереження щодо доцільності виробництва цукру з доданою вартістю. Проте, деякі маркетингові дослідження, проведені в інших країнах світу, показують, що споживачі готові платити більше за збагачений цукор, враховуючи його корисні властивості [3]. Тому збагачений цукор українського виробництва може стати ексклюзивним експортним товаром.

2. Аналіз літературних даних та постановка проблеми

Залежно від способу вироблення цукор поділяють на кристалічний, сахарозу для шампанського, цукрову пудру і пресований. До цукру додають різноманітні добавки, для надання яскравого забарвлення та гарних смакоароматичних властивостей. Особливий інтерес серед споживачів викликає «природний» цукор. Природний цукор – це неочищений (нерафінований) продукт коричневого кольору, який містить макроелементи (калій, кальцій, натрій), мікроелементи (цинк, мідь, залізо), вітаміни B1 і B2, амінокислоти (гліцин, лізин та інші), мінеральні солі, біологічно активні речовини. На відміну від білого, він має загальнозміцнюючий, антикарієсний і антисклеротичний вплив на організм людини. Використання терміну «природний» підвищує цінність виробу через нову тенденцію щодо споживання продуктів, що містять тільки натуральні інгредієнти [4]. Враховуючи, що останні 20 років у суспільстві ведеться антипропаганда щодо вживання цукру, питання розширення асортименту цукру, збагаченого корисними нутрієнтами є надзвичайно важливим.

Для збагачення цукру насінням ретинілпальмітату (RP, вітамін-А) було розроблено процес переривчастої кристалізації з охолодженням [5]. Дана технологія є дуже складною і довготривалою.

Розроблено експериментальний цукоровмісний продукт-пісок з мальтодекстрином, тростинною патокою та ламінарією японською [6]. Запропоновані розробниками добавки є досить дорого вартісними. В дослідженні відсутня інформація щодо орієнтовної вартості такого цукровмісного продукту. Враховуючи ринкову вартість добавок, можна припустити, що ціна може зрости вдвічі.

Запропоновано використання екстрактів шипшини, глоду і цитрусових у співвідношенні 2:2:1 у кількості 10–15 % для збагачення цукру. Технологія гра-

нульованого цукру дозволяє отримати продукти, що мають однорідний склад і краще збереження нативних властивостей внесених добавок. Проте, використання екстрактів підвищує енерговитрати на процес сушіння цукру [7].

Відомий спосіб одержання кристалічного цукру для спортивного харчування. Спосіб передбачає введення мінеральних функціональних компонентів в розчинений цукор і його повторне викристалізування. Але при цьому погіршуються органолептичні властивості цукру, оскільки мінерали включаються у кристалічні решітки [8].

Відомо, що споживачі віддають перевагу натуральним добавкам, а не синтетичним [9]. Використання синтетичних добавок та проблеми, пов'язані з їх негативним впливом на здоров'я, формують негативне ставлення споживачів, асимілюючи ці сполуки з потенційними канцерогенними та алергенними ефектами. Рослини, фрукти та прянощі визнані найкращою сировиною для отримання натуральних добавок завдяки наявності у їх складі сполук, корисних для здоров'я. До складу рослин входять біологічно-активні речовини (антиоксиданти), антимікробні засоби, ароматизатори, барвники та інші [10].

Варто зазначити, що побічні та супутні продукти переробки рослинної сировини не менш багаті біологічно активними молекулами. Їх можна використовувати в якості добавок, таких як ароматизатори, підсолоджувачі та антиоксиданти [11]. Проте, невирішеним є питання вибору універсальних методів вилучення біологічно цінних компонентів із сировини.

Цей фактор додає необхідності повторного використання побічних продуктів і біозалишків, отриманих з рослин, як джерел природних добавок. Потреба в інноваційних рішеннях для повторного використання відходів і побічних продуктів стає предметом багатьох досліджень серед яких відсутні технології переробки дикорослих ягід та напрями використання їх похідних продуктів [12, 13]. Побічні та похідні продукти мають потенціал для повторного використання. Кількість залишків, які можуть бути використані після переробки, оцінюються в мільйони тонн щороку [14]. Оцінено залишки, але не враховано, що крім відходів, утворюються ще й супутні продукти переробки, які також мають велике значення.

Недостатньо вивченим джерелом натуральних харчових добавок є дикорослі ягоди, такі як калина (*Viburnum opulus*), обліпіха (*Hippophaerhamnoides L.*), бузина (*Sambucus nigra*), горобина (*Sorbus aucuparia*). Зазвичай їх використовують для виробництва біологічно-активних добавок, і дуже рідко в харчовій промисловості, а особливо для збагачення цукру. Проте, відомо, що дикорослі ягоди не лише містять велику кількість корисних речовин, а й мають гарні сенсорні властивості. При їх вирощуванні не використовують хімічні засоби захисту від шкідників та стимулятори росту, що робить їх екологічно безпечною сировиною.

До складу ягід обліпіхи (*Hippophaerhamnoides L.*) входять незамінні жирні кислоти, амінокислоти, фітостерини та флавоноїди, вітаміни E (160 мг/100 г), B1, B2, K, каротиноїди (314 до 2139 мг/100 г), пігменти та ліпопротеїди [15]. Обліпіхове масло, отримане шляхом механічного пресування, розглянуто як джерело багатьох корисних елементів. В проаналізованих дослідженнях не розкрито питання утилізації чи переробки відходів, утворених при пресуванні.

Ягоди калини (*Viburnum opulus*) є природним джерелом аскорбінової кислоти, α -токоферолу, каротиноїдів, хлорофілів та фенольних сполук [16].

Бузина (*Sambucus nigra*) є джерелом біологічно-активних сполук (флавонолів, фенольних кислот, проантоціанідів та антоціанів) [17]. Але в даних дослідженнях не проводили аналіз амінокислотного складу ягід та продуктів їх переробки. Хоча відомо, що амінокислоти є надзвичайно важливими для всіх біохімічних процесів в організмі.

Хоча дика горобина (*Sorbus aucuparia*) кисла на смак, вона все ж таки містить широкий спектр корисних компонентів. Ягоди горобини містять фітохімічні речовини, такі як вітаміни, каротиноїди та фенольні кислоти, а також важливі мінерали (залізо, калій та магній). Крім того, ягоди горобини містять солодкий на смак цукровий спирт сорбіт, який повільно метаболізується в організмі людини і тому підходить як підсолоджувач для людей, які страждають на діабет [18].

Попередні дослідження, щодо застосування дикорослих ягід в харчовій промисловості, мали позитивні результати. Проте, дослідження про застосування дикорослих ягід для збагачення цукру відсутні. Враховуючи, що цукор, це продукт, який має розчинятися, слід обрати таку технологію переробки ягід, котра дозволить вилучити з них корисні речовини при цьому не маючи негативного впливу на органолептичні властивості цукру.

Одним із таких способів переробки рослинної сировини є осмотична дегідратація, процес, який використовується для часткового виділення води із рослинних тканин шляхом занурення в гіпертонічний розчин. При осмотичному зневодненні у осмотичний розчин переходить частина біологічно цінних речовин, в тому числі барвних та смако- та ароматоутворюючих [19]. Під час аналізу попередніх досліджень було встановлено, що технологія переробки дикорослої сировини із застосуванням осмотичної дегідратації є не вивченою. Досі не розглядалась можливість застосування осмотичних розчинів для зволоження цукру перед пресуванням.

Тому відповідні дослідження, присвячені застосуванню похідних продуктів переробки дикорослих ягід для збагачення цукру, слід вважати перспективними.

3. Мета та завдання дослідження

Метою дослідження є обґрунтування застосування похідних продуктів переробки дикорослих ягід *Hippophae rhamnoides* L., *Viburnum opulus*, *Sambucus nigra*, *Sorbus aucuparia* для збагачення пресованого цукру. Це дасть можливість підвищити біологічну цінність пресованого цукру та покращити його органолептичні властивості.

Для вирішення поставленої мети слід виконати наступні завдання:

– проаналізувати амінокислотний спектр похідних продуктів переробки дикорослих ягід *Hippophae rhamnoides* L., *Viburnum opulus*, *Sambucus nigra*, *Sorbus aucuparia*;

– провести органолептичну оцінку якості цукру, збагаченого похідними продуктами переробки дикорослих ягід *Hippophae rhamnoides* L., *Viburnum opulus*, *Sambucus nigra*, *Sorbus aucuparia*.

4. Матеріали та методи

Об'єктом дослідження є осмотична дегідратація, як спосіб, який дозволяє максимально зберегти біологічну цінність рослинної сировини. Предметом дослідження є дикорослі ягоди *Hippophaerhamnoides L.*, *Viburnumopulus*, *Sambucusnigra*, *Sorbusaucuparia*. Основна гіпотеза дослідження полягає в тому, що при осмотичній дегідратації в цукровий розчин переходять корисні розчинні речовини, в тому числі амінокислоти. Використовуючи осмотичні розчини для зволоження цукру перед його пресуванням, можна не лише підвищити його біологічну цінність, а й надати певних смако-ароматичних характеристик.

Спосіб полягав у тому, що дикорослі ягоди спочатку заморожували, проводили їх часткове зневоднення в гіпертонічному цукровому розчині (70 %) методом осмотичної дегідратації протягом 1 години при температурі 50 °С. Для проведення осмотичної дегідратації застосовували рідинний термостат MLW-16 (Німеччина). Після дегідратації ягоди відокремлювали від осмотичного розчину і висушували. Отриманий розчин, температурою 40–45 °С використовували у кількості 10 % в якості зволожуючої основи для пресування цукру-піску. Масова частка вологи у кристалічному цукрі, в залежності від його категорії, повинна становити 0,06–0,15 %. Вологість цукру перед пресуванням має бути в межах 1,6–3,5 %, а його оптимальна температура – 45–55 °С.

Зазвичай, у промислових умовах, цукор перед пресуванням зволожують сиропом або гарячою артезіанською водою. Ретельно перемішану суміш осмотичного розчину та цукру поміщували у силіконові форми, спресовували вручну та висушували у конвективній лабораторній сушарці при температурі 80–85 °С.

Для встановлення біологічної цінності похідних продуктів переробки дикорослих ягід було проведено аналіз їх амінокислотного спектра. Ідентифікацію амінокислотного спектра проводили методом іонообмінної колонкової хроматографії за допомогою амінокислотного аналізатора «BIOTRONIK» (Німеччина).

Органолептичну оцінку збагачених цукрів проводили за певною кількістю дескрипторів (табл. 1) з використанням десятибальної шкали за усередненими даними.

Таблиця 1

Органолептичні показники збагачених цукрів

Назва показника	Характеристика
Зовнішній вигляд	Забарвлення характерне кольору добавки
Запах і смак	Солодкий з незначним запахом і присмаком відповідної натуральної добавки
Чистота розчину	Розчин цукру повинен бути таким, що має слабу опалесценцію без нерозчинного осаду, механічних та інших домішок

Оскільки у державному стандарті на цукор (ДСТУ 4623-2006) та міжнародному стандарті (ICUMSA 150) відсутні характеристики, які б описували збагачений цукор, дескриптори органолептичної оцінки було сформовано самостійно. При цьому враховувалися органолептичні показники пресованого цукру. Органолептичну оцінку проводили непрофесійні дегустатори різного віку та

статі (10 чоловік). Кожному суб'єкту було доручено пройти два сенсорні тести: тестування кристалічного пресованого цукру та його розчинів. Кожне випробування проводилося у два різні дні з 9:00 до 10:30 (мінімум через 2 години після сніданку). Крім того, респондентів проінструктували не палити і не пити каву за 60 хвилин до тесту [20]. Усі органолептичні тести проводились у дегустаційній залі лабораторії технологій харчування Сумського національного аграрного університету та завершувалися до 11 години ранку.

5. Результати дослідження доцільності застосування похідних продуктів переробки дикорослих ягід для збагачення цукру

5.1. Результати дослідження амінокислотного спектру похідних продуктів переробки дикорослих ягід

Аналіз амінокислотного спектру похідних продуктів переробки дикорослих ягід *Hippophaerhamnoides L.*, *Viburnumopulus*, *Sambucusnigra*, *Sorbusaucuparia* показав наявність у їх складі амінокислот (рис. 1–4).

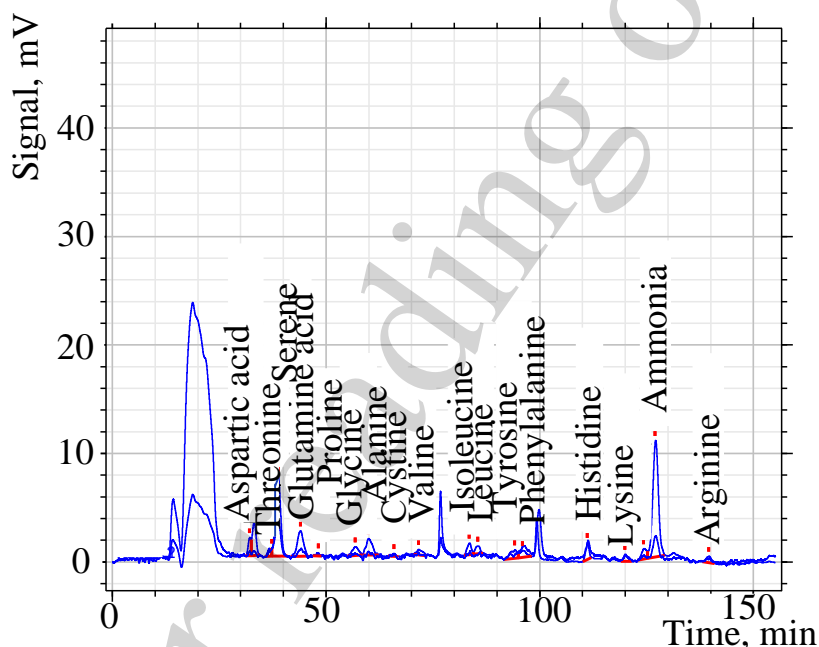


Рис. 1. Амінокислотний спектр похідного продукту переробки *Viburnumopulus*

У похідному продукті переробки ягід *Viburnumopulus* було визначено 7 незамінних амінокислот (рис. 1), мг/100 г: валін (0,08), лейцин (0,1), ізолейцин (0,14), лізин (0,09), гістидин (0,18), треонін (0,08), фенілаланін (0,13). При цьому загальна кількість амінокислот складала 3,63 мг/100 г. Найбільшу концентрацію із всієї кількості амінокислот становив серин (0,94 мг/100 г) та глутамінова кислота (0,54 мг/100 г).

Глутамінова кислота має властивості консерванту, її похідні надають стабілізуючу дію продуктам при зберіганні. Також, глутамінова кислота є підсилювачем смаку.

Із ягід *Hippophaerhamnoides* осмотичний розчин переходить 16 амінокислот (рис. 2) у кількості 16,14 мг/100 г із яких найбільша концентрація серину (7,43 мг/100 г), проліну (2,51 мг/100 г) та аспарагінової кислоти (2,2 мг/100 г). Серед незамінних амінокислот у продукті переробки обліпихи міститься найбільше фенілаланіну (0,57 мг/100 г), який є попередником тирозину, сигнального мономеру допаміну, адреналіну та норадреналіну, а також пігменту шкіри меланіну.

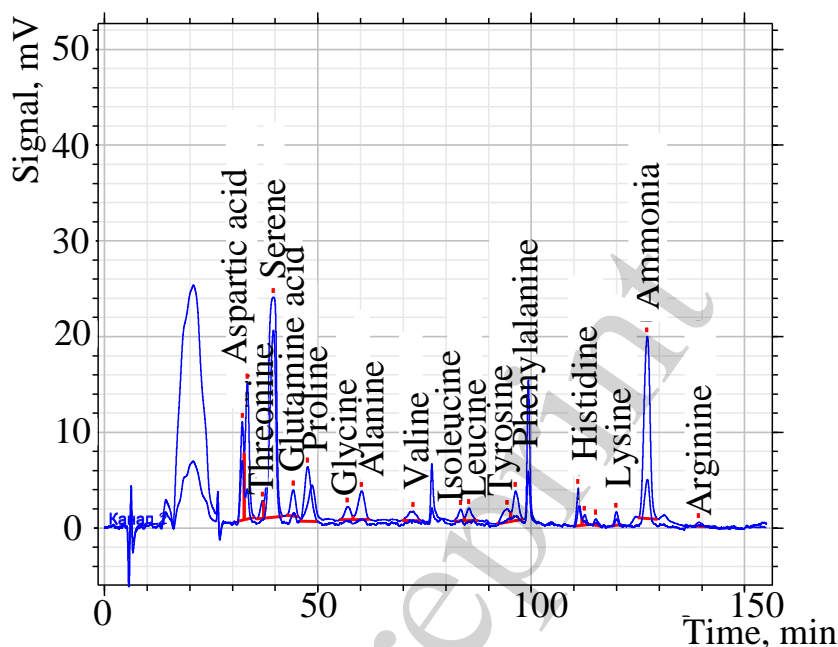


Рис. 2. Амінокислотний спектр похідного продукту переробки *Hippophaerhamnoides L.*

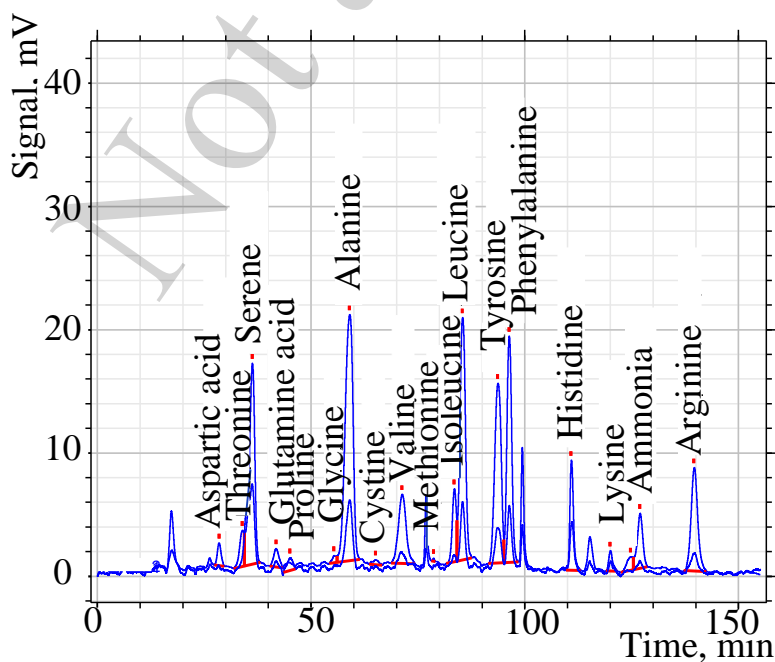


Рис. 3. Амінокислотний спектр похідного продукту переробки *Sambucus nigra*

Амінокислотний спектр (рис. 3) продукту переробки ягід *Sambucus nigra* показав наявність 17 амінокислот (55,47 мг/100 г). У складі цього продукту виявлено всі незамінні амінокислоти. В тому числі, мг/100 г: валіну (2,86), лейцину (7,49), ізолейцину (1,81), лізину (0,53), гістидину (2,79), треоніну (0,97), фенілаланіну (7,52), метіоніну (0,03). Виявлено найбільшу концентрацію напівзамінної амінокислоти тирозину (9,3 мг/100 г). Із бузини у осмотичний розчин переходить досить велика кількість аргініну (5,83 мг/100 г), який бере участь в очищенні печінки і регулюванні зростання м'язової маси.

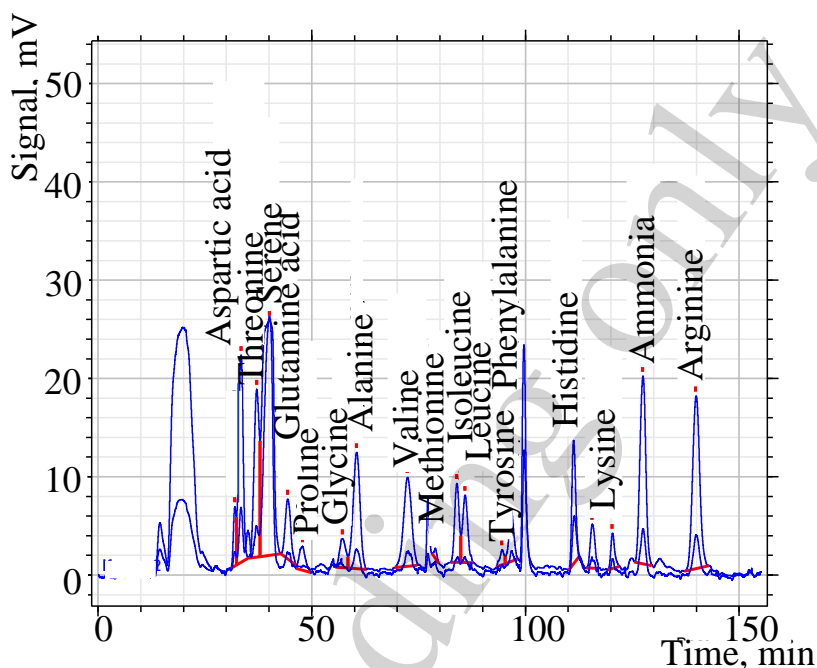


Рис. 4. Амінокислотний спектр похідного продукту переробки *Sorbusaucuparia*

У цукровий розчин після осмотичної дегідратації ягід *Sorbusaucuparia* (рис. 1, з) переходить також 17 амінокислот (32,97 мг/100 г), 8 із яких є незамінними. Найбільшу кількість становлять наступні амінокислоти, мг/100 г: серин (9,96), аргінін (5,23), аспарагінова кислота (3,3), треонін (2,52) та валін (1,9), лейцин (0,97).

Аналіз показав, що в похідні продукти переробки дикорослих ягід *Hippophaerhamnoides L.*, *Viburnumopulus*, *Sambucusnigra*, *Sorbusaucuparia* при осмотичній дегідратації переходить певна кількість амінокислот. Застосування цих розчинів для збагачення цукру дозволить підвищити його біологічну цінність.

5. 2. Результати дослідження органолептичних показників збагачених цукрів

Цукри, збагачені похідними продуктами переробки дикорослих ягід *Viburnumopulus*, *Hippophaerhamnoides L.*, *Sambucusnigra*, *Sorbusaucuparia* представлені на рис. 5.



а



б



в



г

Рис. 5. Пресований цукор збагачений похідними продуктами переробки дико-рослих ягід: а – *Viburnum opulus*; б – *Hippophae rhamnoides L.*; в – *Sambucus nigra*; г – *Sorbus aucuparia*

Органолептична оцінка показала, що всі збагачені цукри мають гарні сенсорні властивості. Результати представлено в табл. 2.

Таблиця 2

Результати органолептичної оцінки збагачених цукрі

Супутні продукти переробки	Зовнішній вигляд	Запах і смак	Чистота розчину
<i>Viburnum opulus</i>	10	9	10
<i>Hippophae rhamnoides L.</i>	10	10	10
<i>Sambucus nigra</i>	10	10	9
<i>Sorbus aucuparia</i>	9	10	10

Найвищу оцінку за всіма органолептичними показниками отримав цукор, збагачений обліпихою (*Hippophae rhamnoides L.*). За зовнішній вигляд всі зразки отримали високу оцінку, проте, дегустаторами було відзначено, що розмір і форма шматочків цукру *a*, *b*, *c* є більш прийнятними, ніж зразка *г*. Цукрові розчини не мали механічних домішок.

6. Обговорення результатів дослідження впливу похідних продуктів переробки дикорослих ягід на якість цукру

Серин, найбільшу кількість якого виявлено у похідному продукті переробки ягід *Viburnum opulus*, бере участь в утворенні молекул ДНК та РНК. Він відіграє важливу роль в обмінних реакціях організму, забезпечуючи синтез гліцину та сірковмісних амінокислот. Ця амінокислота надзвичайно важлива для роботи головного мозку. Пролін у великій кількості міститься у *Hippophae rhamnoides*. Ця амінокислота необхідна для утворення колагену в організмі, який формує всі з'єднувальні тканини. Аспарагінова кислота стимулює синтез білка, знижує рівень аміаку в крові, нормалізує роботу печінки. Тирозин використовується для синтезу білків, утворення катехоламінів, тиреоїдних гормонів, меланіну. Дефіцит тирозину призводить до відставання у фізичному розвитку дітей. Тому, цукор збагачений *Sambucus nigra* буде особливо корисним для дітей. Валін та лейцин, знайдені у всіх зразках, в тому числі у похідних переробки *Sorbus aucuparia*, пов'язані гідрофобними взаємодіями та є важливими для складання структури та тривимірної конформації білків. Валін бере участь у основних шляхах синтезу сполук, відповідальних за характерний запах плодів.

Дослідження показало, що додавання 10 % осмотичного розчину супутного продукту переробки дикорослих ягід *Viburnum opulus*, *Hippophae rhamnoides L.*, *Sambucus nigra*, *Sorbus aucuparia* до цукру дозволило отримати цукор із гарними органолептичними (табл. 2). Подібні результати було отримано і іншими науковцями, які збагачували цукор порошковими рослинними добавками (імбиром, м'ятою, малиною). Найбільш підходящою ягідною сировиною для збагачення цукру, відповідно до їх результатів, є малина [21]. Варто зазначити, що при застосуванні даної технології до цукру додаються нерозчинні речовини, що є негативним фактором при приготуванні напоїв.

Особливістю запропонованої технології є унікальний спосіб обробки дикорослих ягід, який дозволяє вилучити із плодів частину біологічно цінних нутрієнтів таких, як амінокислоти, барвні речовини, смако- та ароматоутворюючі речовини.

Попереднє заморожування ягід дозволяє зменшити їх гіркість, а осмотичний розчин на основі концентрованого цукрового розчину, утворений після дегідратації, є гарною добавкою для пресованого цукру. Сенсорні характеристики осмотичних розчинів позитивно впливають на органолептичні показники готових цукрів. Всі зразки мали ледь помітний аромат ягід. Зразок *a* мав специфічний, не яскраво виражений, запах калини (*Viburnum opulus*). Найбільш вираженим був смак цукру, збагаченого бузиною (*Sambucus nigra*). Чистота його розчину була нижчою в порівнянні з іншими зразками. У зразку із додаванням похідного продукту переробки

горобини (*Sorbus aucuparia*) відчувалася приємна гірчинка. Вочевидь, спричинена наявністю в осмотичному розчині сорбінової кислоти.

Запропоновані рішення щодо використання похідні продуктів переробки дикорослих ягід можливо застосовувати не лише для виробництва пресованого цукру, а й цукру-піску.

Оскільки виробництво цукру є сезонним, переробку дикорослих ягід і виробництво збагаченого цукру доцільно організувати у весняно-літній період. Сезон дозрівання дикорослих ягід – осінь. Але за запропонованою технологією передбачається їх попереднє заморожування. У замороженому стані ягоди можна зберігати декілька місяців, до закінчення переробки цукрових буряків. Впровадження даної технології у виробництво дозволить забезпечити роботу деякого числа працівників протягом всього року. Апарат для проведення осмотичної дегідратації [19] займає невелику виробничу площу, його можна встановити у кристалізаційному відділенні. Змішування цукру із осмотичним розчином можна проводити у існуючих клерувальних мішалках. Якщо виробляти збагачений цукор-пісок, висушування можна здійснювати у існуючих на виробництві конвективних сушарках. В разі його пресування виникає необхідність встановлення додаткового обладнання – карусельних пресів та тунельних сушарок.

Рекомендується використовувати 10 % осмотичного розчину до маси кристалічного цукру. Для визначення потреби у ягідній сировині необхідно знати бажану кількість збагаченого цукру. При цьому створювати запас ягід (5 % до цієї кількості), оскільки при дегідратації рекомендується співвідношення цукрового сиропу і ягід – 1:1.

До обмежень даного дослідження можна віднести те, що спеціалізованого обладнання для проведення осмотичної дегідратації немає. В промислових умовах, без наявності такого обладнання, важко підтримувати необхідні режими зневоднення ягід. Але вже розроблена конструкція апарату для проведення осмотичної дегідратації [19], зараз дана розробка патентується.

Неможливим забезпечення практичних очікувань від використання отриманих результатів, може стати переробка ягідної сировини поза межами цукрового заводу. Важливо мінімізувати час від проведення осмотичної дегідратації до пресування цукру. Зберігання цукрових розчинів може супроводжуватися погіршенням їх органолептичних властивостей та псуванням, спричиненим дією мікроорганізмів.

Подальші дослідження будуть спрямовані на дослідження повного хімічного складу цукрів збагачених похідними продуктами переробки дикорослих ягід *Viburnum opulus*, *Hippophae rhamnoides* L., *Sambucus nigra*, *Sorbus aucuparia*.

7. Висновок

1. Аналіз амінокислотного спектру супутніх продуктів переробки дикорослих ягід *Hippophae rhamnoides* L., *Viburnum opulus*, *Sambucus nigra*, *Sorbus aucuparia* показав, що в результаті осмотичної дегідратації у розчин із ягід переходить 17 амінокислот, в тому числі й незамінних. Найменша концентрація

амінокислот виявлена в супутньому продукті переробки ягід *Viburnum opulus* (3,63 мг/100 г), а найбільша в *Sambucus nigra* (55,47 мг/100 г).

2. Всі зразки цукрі збагачених супутніми продуктами переробки дикорослих ягід *Hippophae rhamnoides L.*, *Viburnum opulus*, *Sambucus nigra*, *Sorbus aucuparia* отримали високу органолептичну оцінку. За всіма показниками (зовнішнім виглядом, смаком та запахом, чистотою розчину) найвищий бал отримав цукор збагачений *Hippophae rhamnoides L.*

Література

1. Sharma, P., Gaur, V. K., Kim, S.-H., Pandey, A. (2020). Microbial strategies for bio-transforming food waste into resources. *Bioresource Technology*, 299, 122580. doi: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2019.122580>
2. Mohan, N. (2020). Sugar Fortification: Possibilities and Future Prospects. *Sugar and Sugar Derivatives: Changing Consumer Preferences*, 133–149. doi: https://doi.org/10.1007/978-981-15-6663-9_9
3. Pambo, K., Otieno, D., Okello, J. J. (2015). Willingness-to-Pay for Sugar Fortification in Western Kenya. 2015 AAEE & WAEA Joint Annual Meeting. California. doi: <https://doi.org/10.22004/ag.econ.202970>
4. Kumar, Y., Yadav, D. N., Ahmad, T., Narsaiah, K. (2015). Recent Trends in the Use of Natural Antioxidants for Meat and Meat Products. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 14 (6), 796–812. doi: <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12156>
5. Quintana-Hernandez, P., Maldonado-Caraza, D., Cornejo-Serrano, M., Villalobos-Oliver, E. (2019). Development of a process for sugar fortification with vitamin-A. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 19 (3), 1163–1174. doi: <https://doi.org/10.24275/rmiq/proc841>
6. Slavyanskiy, A., Gribkova, V., Nikolaeva, N., Mitroshina, D. (2021). Granulated Sugar-Containing Functional Products in Jelly Fillings. *Food Processing: Techniques and Technology*, 51 (4), 859–868. doi: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2021-4-859-868>
7. Митрошина, Д., Славянский, А., Николаева, Н., Лебедева, Н., Грибкова, В., Разинкина, Н. (2022). Разработка новых видов функциональных продуктов на основе сахарозы. *Сахар*, 2, 32–37. doi: <https://doi.org/10.24412/2413-5518-2022-2-32-37>
8. Николаева, Н., Митрошина, Д., Славянский, А., Грибкова, В., Лебедева, Н. (2021) Кристаллы сахарозы как основа сахарсодержащих продуктов. *Сахар*, 8, 34–38. doi: <https://doi.org/10.24412/2413-5518-2021-8-34-38>
9. Carochi, M., Barreiro, M. F., Morales, P., Ferreira, I. C. F. R. (2014). Adding Molecules to Food, Pros and Cons: A Review on Synthetic and Natural Food Additives. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 13 (4), 377–399. doi: <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12065>
10. Gokoglu, N. (2018). Novel natural food preservatives and applications in seafood preservation: a review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 99 (5), 2068–2077. doi: <https://doi.org/10.1002/jsfa.9416>

11. Ueda, J. M., Pedrosa, M. C., Heleno, S. A., Carocho, M., Ferreira, I. C. F. R., Barros, L. (2022). Food Additives from Fruit and Vegetable By-Products and Bio-Residues: A Comprehensive Review Focused on Sustainability. *Sustainability*, 14 (9), 5212. doi: <https://doi.org/10.3390/su14095212>
12. Laufenberg, G., Kunz, B., Nystroem, M. (2003). Transformation of vegetable waste into value added products: (A) the upgrading concept; (B) practical implementations. *Bioresource Technology*, 87 (2), 167–198. doi: [https://doi.org/10.1016/s0960-8524\(02\)00167-0](https://doi.org/10.1016/s0960-8524(02)00167-0)
13. Tlais, A. Z. A., Fiorino, G. M., Polo, A., Filannino, P., Di Cagno, R. (2020). High-Value Compounds in Fruit, Vegetable and Cereal Byproducts: An Overview of Potential Sustainable Reuse and Exploitation. *Molecules*, 25 (13), 2987. doi: <https://doi.org/10.3390/molecules25132987>
14. Dilucia, F., Lacivita, V., Conte, A., Del Nobile, M. A. (2020). Sustainable Use of Fruit and Vegetable By-Products to Enhance Food Packaging Performance. *Foods*, 9 (7), 857. doi: <https://doi.org/10.3390/foods9070857>
15. Zielińska, A., Nowak, I. (2017). Abundance of active ingredients in seabuckthorn oil. *Lipids in Health and Disease*, 16 (1). doi: <https://doi.org/10.1186/s12944-017-0469-7>
16. Wei, E., Yang, R., Zhao, H., Wang, P., Zhao, S., Zhai, W. et. al. (2019). Microwave-assisted extraction releases the antioxidant polysaccharides from seabuckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) berries. *International Journal of Biological Macromolecules*, 123, 280–290. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.11.074>
17. Veberic, R., Jakopic, J., Stampar, F., Schmitzer, V. (2009). European elderberry (*Sambucus nigra* L.) rich in sugars, organic acids, anthocyanins and selected polyphenols. *Food Chemistry*, 114 (2), 511–515. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.09.080>
18. Termentzi, A., Alexiou, P., Demopoulos, V. J., Kokkalou, E. (2008). The aldose reductase inhibitory capacity of *Sorbus domestica* fruit extracts depends on their phenolic content and may be useful for the control of diabetic complications. *Die Pharmazie - An International Journal of Pharmaceutical Sciences*, 63 (9), 693–696. doi: <https://doi.org/10.1691/ph.2008.8567>
19. Samilyk, M., Helikh, A., Bolgova, N., Potapov, V., Sabadash, S. (2020). The application of osmotic dehydration in the technology of producing candied root vegetables. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (11 (105)), 13–20. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.204664>
20. Yolanda, V., Antono, L., Kurniati, A. (2017). Sensory Evaluation of Sweet Taste and Daily Sugar Intake in Normoglycemic Individuals with and without Family History of Type 2 Diabetes: A Comparative Cross-sectional Study, *International Journal of Diabetes Research*, 6 (3), 54–62. URL: <http://article.sapub.org/10.5923.j.diabetes.20170603.02.html>
21. Hrushetsky, R., Hrynenko, I., Van Klink, H. (2019). Innovative Technologies of Taste Supplements. *Restaurant and Hotel Consulting. Innovations*, 2 (1), 36–44. doi: <https://doi.org/10.31866/2616-7468.2.1.2019.170409>