

А.К. Кекибаева^{*}, С.Ш. Асрандина², С.Д. Атабаева², Г.И. Байгазиева¹, А.К. Ныгыметова¹

¹Алматы технологиялық университеті

050012, Қазақстан Республикасы, Алматы қ, Толе би көш, 100

²Экология және биоресурстар тұрақтылығы ҒЗИ,

өл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті

500040, Қазақстан Республикасы, Алматы қ, Өл-Фараби даңғылы, 71

*e-mail: kekibaevaa@gmail.com

ИЗОТОНИКАЛЫҚ СУСЫНДАР ӨНДІРІСІ ТЕХНОЛОГИЯСЫНДА СТЕВИЯ СЫҒЫНДЫСЫН ҚОЛДАНУ

Аңдатпа: Мақалада изотоникалық сусындар өндірісінде стевия (*Stevia rebaudiana* Bertoni) сығындысын қолданудың келешегі қарастырылған. Негізгі назар стевияның жоғары сапалы сулы-спиртті сығындысын алудың технологиялық схемасын әзірлеуге және изотоникалық әрі органолептикалық сипаттамаларын сақтай отырып, энергетикалық құндылығын төмендету мақсатында оны сусындар рецептурасына енгізуге аударылған. Құрғақ заттардың минималды мөлшерінде қарқынды тәттілікті қамтамасыз ететін стевииолгликозидтерді тиімді экстракциялау үшін сулы-спиртті экстрагенттің құрамы есептеліп, оңтайландырылды. Толық электролиттік профилін (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}) және физиологиялық изотоникалылығын сақтай отырып, қант шәрбаты стевия сығындысымен алмастырылған сусындардың эталондық және тәжірибелік үлгілері әзірленді. Мөлдірлік, дәм, тәттілік, қышқылдық, осмолярлық және сақтау тұрақтылығы көрсеткіштерін қамтитын сусындарға органолептикалық және физика-химиялық бағалау жүргізілді. Нәтижелер тәжірибелік үлгінің калориясы төмен екенін, үйлесімді дәмге ие және эталондық сусынмен салыстырмалы тұрақтылығын көрсетті.

Зерттеу нәтижелері стевия сығындысын қолдану көмірсу алмасуын бақылайтын адамдарды қоса алғанда, тұтынушылардың мақсатты аудиториясын кеңейтуге және функционалды төмен калориялы изотоникалық сусындарды жасауға мүмкіндік беретінін дәлелдейді. Әзірленген рецептуралар мен технологиялар өнімнің қауіпсіздігін, физиологиялық пайдасы мен тұтынушылық тартымдылығын ұштастыра отырып, өнеркәсіптік өндіріске енгізу үшін ұсынылады.

Түйін сөздер: стевия сығындысы, изотоникалық сусындар, стевииолгликозидтер, сулы-спиртті экстракция, төмен калориялы өнімдер, электролиттік профиль.

Кіріспе

Салауатты өмір салтына, ұтымды тамақтануға және алиментарлы-тәуелді аурулардың алдын алуға деген жаһандық қызығушылықтың артуы жағдайында функционалды сусындардың, соның ішінде изотониктердің рецептураларын әзірлеу мен жетілдіру ерекше өзектілікке ие болып отыр. Изотоникалық сусындар спорттық және профилактикалық тамақтану құрылымында маңызды орын алады, өйткені олар физикалық жүктеме кезінде жоғалған суды, электролиттерді және энергияны тез арада қалпына келтіруге арналған. Дәстүрлі түрде мұндай сусындардың құрамында қажетті осмолярлық пен энергетикалық құндылықты қамтамасыз ететін көмірсулар (сахароза, глюкоза, фруктоза) кеңінен қолданылады. Дегенмен, қантты шамадан тыс тұтыну семіздік, 2-типті қант диабеті және жүрек-қан тамырлары ауруларының даму қаупін арттыратын фактор ретінде қарастырылады, бұл физиологиялық тұрғыдан негізделген баламалы тәттілендіргіштерді іздеуді ынталандырады [1, 2].

Соңғы жылдары тамақ өнеркәсібінде өсімдік тектес табиғи төмен калориялы тәттілендіргіштерге, соның ішінде стевия сығындысына (*Stevia rebaudiana* Bertoni) ерекше көңіл бөлінуде. Стевия – Asteraceae тұқымдасына жататын көпжылдық шөптесін өсімдік, оның жапырақтарында қарқынды тәтті дәм беретін ерекше дитерпенді гликозидтер – стевииолгликозидтер бар. Бұл топтың негізгі өкілдері – стевииозид пен ребаудиозид А сахарозадан 200-300 есе тәтті болғанымен, энергетикалық құндылығы төмен және қандағы глюкоза деңгейінің күрт жоғарылауын тудырмайды [3, 4].

Стевияға деген ғылыми қызығушылық оның жоғары тәттілік қабілетімен ғана емес, сонымен қатар қолайлы физиологиялық әсерімен де байланысты. Клиникалық зерттеулерге сәйкес, стевиолгликозидтер жоғары қауіпсіздікпен сипатталады, мутагендік және канцерогендік әсері жоқ, сондықтан олар көмірсу алмасуы бұзылған адамдардың диетасына енгізілуі мүмкін [5].

Спорттық және функционалды сусындар нарығының дамуы олардың сапасына қойылатын талаптардың күрделенуімен қатар жүреді. Қазіргі заманғы изотоникалық сусындар су-электролиттік теңгерімді тиімді толтырып қана қоймай, төмен калориялылықпен, компоненттердің жоғары биожетімділігімен және қолайлы органолептикалық сипаттамалармен ерекшеленуі тиіс. Осыған байланысты, дәстүрлі қантты стевия сығындысымен алмастыру – сусынның дәмдік тартымдылығын сақтай отырып, оның энергетикалық құндылығын төмендетудің перспективалы бағыты болып табылады [6].

Тамақтану физиологиясы тұрғысынан стевияны изотоникалық сусындарда қолдану осы өнімнің мақсатты аудиториясын кеңейтуге жаңа мүмкіндіктер ашады. Мұндай сусындарды спортшыларға ғана емес, дене салмағының жоғарылауы, инсулинге төзімділік және липидтер алмасуының бұзылуы бар адамдарға да ұсынуға болады. Бірқатар зерттеулер стевия компоненттерінің потенциалды гипергликемиялық және антиоксиданттық әсерін көрсетеді, бұл оған негізделген сусындардың функционалдық құндылығын одан әрі арттырады [7, 8].

Қазақстан мен Орталық Азия елдерінде метаболикалық бұзылулар жиілігінің артуы және белсенді өмір салтының танымалдылығы табиғи құрамы бар төмен калориялы функционалды өнімдерге деген тұрақты сұранысты қалыптастырады [9]. Сондықтан изотоникалық сусындардың формуласында стевия сығындысын қолдануды ғылыми негіздеу тамақ ғылымы үшін өзекті міндет болып табылады.

Зерттеудің мақсаты – стевия сығындысын алу технологиясын негіздеу және оны изотоникалық сусындар өндірісінде қолдану мүмкіндіктерін зерттеу.

Қойылған мақсатқа жету үшін келесі міндеттер анықталды: стевия сығындысын алу үшін оңтайлы сулы-спиртті экстрагент құрамын таңдау; стевия сығындысы негізіндегі изотоникалық сусынның рецептурасын есептеу және әзірлеу; алынған үлгілердің органолептикалық және физика-химиялық көрсеткіштерін бағалау.

Зерттеу нысандары мен әдістері

Бұл жұмыстың зерттеу нысандары ретінде өсімдік шикізаты, стевия сығындылары және оларды қолдана отырып әзірленген изотоникалық сусындардың дайын үлгілері алынды. Шикізат ретінде әл-Фараби атындағы ҚазҰУ «Экология және биоресурстардың тұрақтылығы» ҒЗИ-де селекциялық жолмен алынған кептірілген стевия жапырақтары (*Stevia rebaudiana Bertoni*) пайдаланылды. Стевия жапырақтары жоғары тәттілендіру қабілеті бар және төмен энергетикалық құндылыққа ие стевиолгликозидтердің негізгі көзі болып табылады.

Зерттеудің модельдік нысандары ретінде этил спиртінң әртүрлі концентрациядағы сулы-спиртті экстрагенттерін қолдану арқылы алынған стевия сығындылары қарастырылды. Сығындылар құрғақ заттардың массалық үлесі, тәтті дәмнің қарқындылығы және органолептикалық сипаттамалары бойынша сараланды, бұл экстрагент құрамының биологиялық белсенді заттарды алу тиімділігіне әсерін бағалауға мүмкіндік берді. Қосымша зерттеу нысандары ретінде құрамында электролиттер, органикалық қышқылдар және стевия сығындысының әртүрлі концентрациялары бар изотоникалық сусындардың тәжірибелік үлгілері (прототиптері) алынды. Салыстырмалы талдау үшін дәстүрлі қант шәрбаты негізіндегі бақылау үлгілері пайдаланылды. 1-суретте зерттеудің негізгі нысандарының құрылымдық схемасы көрсетілген.



Стевия жапырағы



Стевия экстракты



Сусындар үлгісі

Сурет 1 – Зерттеудің негізгі нысандары

Зерттеулер Алматы технологиялық университетінің ғылыми зертханаларының базасында физика-химиялық, органолептикалық және есептеу-аналитикалық талдаудың стандартталған әдістерінің кешенін пайдалана отырып жүргізілді. Стевия сығындысын алу үшін оңтайлы экстрагент құрамын таңдау этил спиртінң концентрациясын вариациялау әдісімен жүзеге асырылды. Экстракция процесі шикізат пен экстрагенттің белгіленген қатынасында, температуралық режим мен процестің ұзақтығын қатаң бақылаумен жүргізілді. Алынған сығындылар сүзіліп, құрғақ заттардың шығымы мен органолептикалық көрсеткіштері бойынша талданды. Экстракцияның тиімділігі сығындының мөлдірлігі мен тәттілік қарқындылығы бойынша бағаланды. Сығындылар мен сусындардың физика-химиялық көрсеткіштері келесі стандартты әдістермен анықталды: құрғақ заттардың массалық үлесі – рефрактометриялық әдіс (ГОСТ ISO 2173-2013); белсенді қышқылдық (pH) – потенциометриялық әдіс (ГОСТ 26188-2016); салыстырмалы тығыздық – пикнометриялық әдіс (ГОСТ 12787-2021). Сығындылардағы этил спиртінң мөлшері спиртометриялық талдаудың жалпы қабылданған әдістемесі (ГОСТ 3639-79) бойынша бақыланды. Изотоникалық сусындардың рецептурасын есептеу Кеден одағының «Тамақ өнімдерінің қауіпсіздігі туралы» (КО ТР 021/2011) техникалық регламентінің талаптарын ескере отырып жүргізілді [10]. Стевия сығындысының дозасы қант шәрбаты бар бақылау үлгісіне қатысты баламалы тәттілікті қамтамасыз ету принципі бойынша тәжірибелік жолмен анықталды. Изотоникалық сусындардың тәжірибелік үлгілерін органолептикалық бағалау дегустациялық әдіспен (ГОСТ 6687.5-86) жүзеге асырылды. Бұл ретте дәм, хош иіс, түс, мөлдірлік және бөгде дәмнің болуы сияқты көрсеткіштер сараланды. Дегустация нәтижелері сипаттамалық және балдық шкалалар бойынша өңделді.

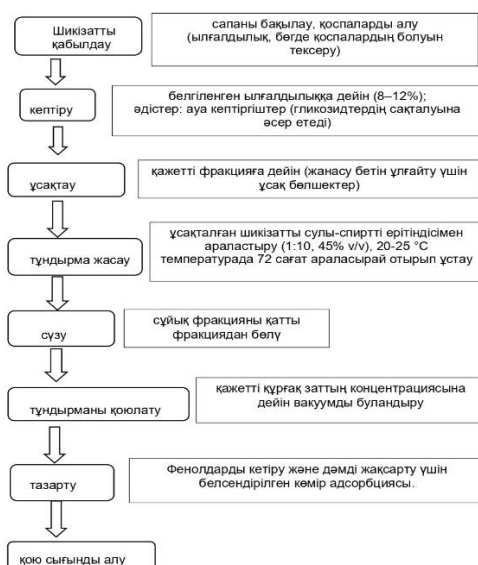
Зерттеу нәтижелері

Зерттеудің бірінші кезеңінде стевия жапырақтарынан стевииолгликозидтерді тиімді экстракциялау мақсатында сулы-спиртті ерітіндінің оңтайлы концентрациясы есептелді. Экстракциялау үшін 45% көлемдік үлестегі (v/v) этанол ерітіндісі таңдалды. Бұл концентрация полярлы және орташа полярлы компоненттердің толық алынуын қамтамасыз ететін «әмбебап» еріткіш ретінде анықталды. Стевия сығындысын алудың технологиялық нұсқасы 2-суретте көрсетілген.

Тұнбаны алу үшін су-спирт қоспасын есептеу келесідей жүргізілді: 100 г құрғақ стевия үшін: $V_{\text{ерітіндісі}} = 100 \text{ г} \times 10 \text{ мл/г} = 1000 \text{ мл}$ (1,0 л) еріткіш. Этанолдың қажетті концентрациясы 45% (v/v), яғни 100 мл дайын ерітіндіге 45 мл абсолютті этанол. 1000 мл дайын ерітінді үшін сізге таза этанол қажет (100%):

$$V_{\text{ethanol_pure}} = 1000 \text{ мл} \times 0.45 = 450 \text{ мл таза этанол (100\% ABV)}.$$

Тұнба мен одан кейінгі сығындыны алу реттілігі 2-диаграммада көрсетілген.



Сурет 2 – Стевия сығындысын алудың технологиялық нұсқасы

Зерттеудің келесі кезеңінде алынған сығындының органолептикалық және физика-химиялық көрсеткіштері зерттелді (1-кесте).

Кесте 1 – Су-спирт әдісімен алынған стевия сығындысының сапа көрсеткіштері

Көрсеткіштер	Өлшем бірлігі	Мөлшері	Сипаттамалары / Ескертпесі
Органолептикалық көрсеткіштері			
Сыртқы түрі мен түсі:	—	мөлдір сұйықтық	шөгіндісіз мөлдір, ашық-қоңыр сұйықтық
Түсі	—	ашық-қоңыр	өсімдік сығындыларына тән
Иісі	—	әлсіз, тән	бөгде спиртсіз және көгерген иістерсіз
Дәмі	—	айқын тәтті	бөгде ащы немесе металл дәмі жоқ
Физика-химиялық көрсеткіштері			
Құрғақ заттардың массалық үлесі	%	$2,5 \pm 0,2$	тиімді экстракция
Белсенді қышқыл (pH)	pH	$5,6 \pm 0,1$	аздап қышқыл орта, технологиялық тұрақты
Этил спиртінің концентрацияға дейінгі көлемдік үлесі	% (v/v)	$44,5 \pm 0,5$	есептелген концентрацияға сәйкес келеді
Салыстырмалы тығыздық (20 °C)	г/см ³	$0,94 \pm 0,01$	сулы-спиртті сығындыларына тән
Суда ерігіштік	—	бүтін	лайлылық пен тұнба жоқ
Сақтау тұрақтылығы (7 күн., 20 °C)	—	тұрақты	түсі мен дәмі өзгермейді

Әрі қарай, әзірленген сусындар сапасының органолептикалық және негізгі физика-химиялық көрсеткіштері зерттеліп, 2-суретте және 2-кестеде келтірілген.

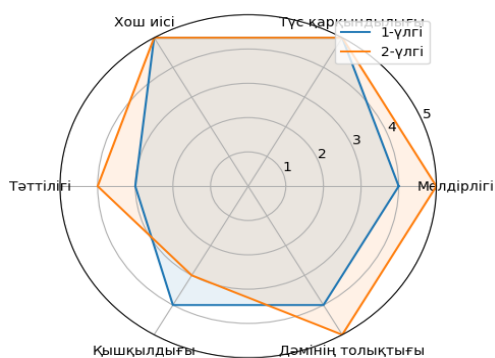
Кесте 2 – Сусындардың физика-химиялық көрсеткіштері

Көрсеткіштер	Өлшем бірлігі	Анықта-малық Үлгі (1)	Тәжірибелік Үлгі (2)	Рецептураның сипаттамасы және әсері
Құрғақ заттардың массалық үлесі	%	$6,2 \pm 0,2$	$2,8 \pm 0,2$	1-үлгіде қант шәрбатының болуына байланысты; 2-үлгіде қантты стевия сығындысымен алмастыру арқылы төмендетілді
Энергетикалық құндылық	ккал/100 мл	24 ± 1	$5 \pm 0,2$	Стевияны қолданған кезде калорияның айтарлықтай төмендеуі
Белсенді қышқылдық (pH)	pH	$3,6 \pm 0,1$	$3,7 \pm 0,1$	Лимон қышқылының ерітіндісіне байланысты
Көмірсулардың массалық концентрация-сы	г/100 мл	$6,0 \pm 0,2$	$0,2 \pm 0,05$	Үлгідегі көмірсулар іс жүзінде жоқ
Тәттілендіру қабілеті	шартты бірл.	жоғары	жоғары	2-үлгіде стевия сығындысы арқылы қол жеткізіледі

Физика-химиялық талдау нәтижелері келесі артықшылықтарды көрсетті: – Калориялықты төмендету: тәжірибелік үлгінің энергетикалық құндылығы 100 мл-ге 5 ккал-ды құрады, бұл анықтамалық үлгімен (24 ккал) салыстырғанда шамамен 5 есе төмен. Көмірсулар мөлшері: қантты алмастыру нәтижесінде көмірсулар концентрациясы 6,0 г/100 мл-ден 0,2 г/100 мл-ге дейін азайды. Бұл өнімді гликемиялық жүктемесі нөлге жуық сусындар қатарына жатқызуға мүмкіндік береді, бұл өнімнің диеталық бағытын айқындайды.

Профилограмма нәтижелері көрсеткендей, стевия сығындысы мен лимон қышқылының арасында дәмдік синергия байқалады. Стевияға тән кейбір өсімдік ноталары қышқыл ортада (pH 3,6-3,7) бейтараптанып, сусынның дәмін неғұрлым балғын және үйлесімді етеді.

Физика-химиялық талдау нәтижелері (2-кесте) келесі артықшылықтарды көрсетті: Калориялықты төмендету: тәжірибелік үлгінің энергетикалық құндылығы 100 мл-ге 5 ккал-ды құрады, бұл анықтамалық үлгімен (24 ккал) салыстырғанда шамамен 5 есе төмен. Көмірсулар мөлшері: қантты алмастыру нәтижесінде көмірсулар концентрациясы 6,0 г/100 мл-ден 0,2 г/100 мл-ге дейін азайды. Органолептика: профилограмма (3-сурет) бойынша тәжірибелік үлгі мөлдірлік, тәттілік және дәмнің толықтығы бойынша жоғары ұпайларға ие болды.



Сурет 3 – Өзірленген сусындардың профилограммасы

Ғылыми нәтижелерді талқылау

Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, изотоникалық сусындар рецептурасындағы сахарозаны стевия сығындысымен алмастыру өнімнің функционалдық бағытын түбегейлі өзгертеді. Тәжірибелік үлгідегі көмірсулар мөлшерінің 0,2 г/100 мл-ге дейін төмендеуі оны гликемиялық жүктемесі нөлге жуық өнімдер қатарына жатқызуға мүмкіндік береді. Бұл спортшылар үшін ғана емес, сонымен қатар қант диабетімен ауыратын немесе калорияны қатаң бақылайтын адамдар үшін де өте маңызды көрсеткіш.

Стевия сығындысы мен лимон қышқылының арасындағы дәмдік синергия нәтижесінде сусынның органолептикалық бейнесі жақсарды. Стевияға тән кейбір өсімдік ноталары қышқыл ортада бейтараптанып, сусынға балғындық береді. Бұл ретте электролиттік профильдің (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}) сақталуы өнімнің негізгі міндеті – су-тұз теңгерімін қалпына келтіру функциясын толық қамтамасыз етеді.

Өсімдік сығындыларын өндіру параметрлер мен есептеулерді дәл таңдауды қажет етеді, өйткені биологиялық белсенді заттарды алу тиімділігі еріткіштің қасиеттеріне және шикізатты өңдеу жағдайларына тікелей байланысты. Стевияны қайта өңдеу технологиясында тұнбаны алу маңызды қадам болып табылады, оның сапалық сипаттамалары өнімді шоғырландыру мен тазартудың келесі кезеңдерін анықтайды.

Су-спирт қоспасын дұрыс есептеу экстракцияның оңтайлы жағдайларын қамтамасыз етуге, мақсатты қосылыстардың шығымдылығын арттыруға және технологиялық процестің тұрақтылығын қамтамасыз етуге мүмкіндік береді. Бұл жұмыста мұндай есептеу тәртібі және оны стевия жапырақтарынан тұнба алу үшін 45% су-спирт қоспасын дайындау кезінде қолдану қарастырылады, сонымен қатар негізгі технологиялық операциялардың реттілігі қысқаша сипатталған.

Ғылыми шолулар мен тәжірибелік зерттеулерге сүйене отырып, үш негізгі параметрлер таңдалады: еріткіштегі спирт концентрациясы «қатты фаза: еріткіш» қатынасы (S:L немесе қатты:сұйық), температура/экстракция уақыты. Стевиогликозидтерді алу үшін этанолдың оңтайлы %-ы әртүрлі: жеке жұмыстар максималды шамамен 35%-да (белгілі бір температурада), басқалары 59-70%-да (температура мен әдіске байланысты) белгіленеді. Сондықтан 45% көлемді таңдау (v/v) полярлы және орташа полярлы компоненттердің экстракциясын біріктіретін және қажетсіз заттардың шығарылуын азайтатын "әмбебап" концентрация болып табылды.

2-суреттегі қарастырылған технологиялық нұсқа стевииогликозидтерді алу процесі өсімдік шикізатын өңдеудің көп сатылы және технологиялық жағынан күрделі түрлеріне жататынын көрсетеді.

1-кестеде келтірілген мәліметтерге сәйкес, алынған стевия сығындысы тұрақты органолептикалық және физикалық-химиялық көрсеткіштермен сипатталады, бұл су-спирт қоспасын және таңдалған экстракция режимдерін есептеудің дұрыстығын растайды. Алынған сығынды көрінетін механикалық қоспалар мен шөгінділерсіз ашық қоңыр түсті мөлдір сұйықтық болды. Иісі – стевияның өсімдік шикізатына тән, бөгде және өткір спирт ноталары жоқ. Дәмі – айқын тәтті, таза, бөгде дәмі жоқ, өсімдік тектес су-спирт сығындыларына тән. Ащы немесе металл дәмі рұқсат етілген сенсорлық шектен аспады.

Сығындыдағы құрғақ заттардың массалық үлесі стевия тұнбалары мен сығындыларына тән шектерде болды, бұл стевииогликозидтер мен ілеспе суда еритін қосылыстардың тиімді алынуын көрсетеді. Сығындының белсенді қышқылдығы (pH)

сусындарда кейінірек қолдануға қолайлы және сақтау тұрақтылығын қамтамасыз ететін сәл қышқыл ортаға сәйкес келді.

Дайын сығындыдағы этил спиртінің көлемдік үлесі есептік мәнге сәйкес келді және берілген концентрациядан аспады, бұл жүргізілген есептеу мен су-спирт қоспасын дайындау әдістемесінің дұрыстығын растайды. Сығындының тығыздығы осы құрғақ заттардың құрамымен су-спирт ерітінділеріне тән шектерде болды. Сығынды суда жоғары ерігіштікке ие болды, бұл изотоникалық сусындардың рецептурасына енгізілген кезде маңызды технологиялық көрсеткіш болып табылады. Сығынды сумен сұйылтылған кезде бұлыңғырлық немесе тұнба байқалмады, бұл алынған жүйенің тұрақтылығын көрсетеді.

Сығынды изотоникалық сусындардың рецептурасын есептеу кезінде оны аз мөлшерде қолдануға мүмкіндік беретін жеткілікті тәттілендіру қабілетімен сипатталды. Бұл дайын өнімнің органолептикалық сипаттамаларын бұзбай оның энергетикалық құндылығының төмендеуін қамтамасыз етеді.

Зерттеудің мақсатына сәйкес нормативтік құжаттарда белгіленген минералды тұздары бар сусындардың прототиптерінің 2 рецептурасы әзірленді. Алғашқы үлгіде қант шәрбаты құрамында сусынның тағамдық құндылығын, оның тығыздығын арттыруға және сусынның дәстүрлі дәмін жасауға мүмкіндік береді. Екінші үлгі сусынның құрамында қант алмастырғыш болып табылатын және сусынның калориясын төмендететін стевия сығындысын қолдану арқылы жасалады. Өндірістің бұл бағыты қазіргі уақытта өзекті болып табылады, өйткені дұрыс тамақтану тамақтану құрамындағы қантты азайтуға бағытталған. Ұсынылған мәліметтерден көріп отырғанымыздай, стевия сығындысы қант шәрбатын тұтынуды іс жүзінде 2 есе азайтуға мүмкіндік береді, бұл сонымен қатар өндірістегі экономикалық маңызды аспект болып табылады.

2-суретте көрсетілген органолептикалық сапа көрсеткіштерін зерттеу бойынша 2-үлгі көрсеткіштер бойынша жоғары мәндерге ие: мөлдірлік, тәттілік, дәмнің толықтығы, бұл неғұрлым үйлесімді және бай дәм профилін көрсетеді. 1-үлгі неғұрлым айқын қышқылдықпен, біршама аз тәттілікпен сипатталады, бұл стевия сығындысы мен қышқыл компонентінің мөлшеріне байланысты болуы мүмкін. Түс пен хош иістің қарқындылығы бойынша екі үлгі де максималды ұпай жинады, бұл сусындардың визуалды және хош иісті сипаттамаларының тұрақтылығын көрсетеді.

2-кестеде келтірілген изотоникалық сусындардың физика-химиялық көрсеткіштері рецепт құрамының дайын өнімнің қасиеттеріне әсерін көрсетеді және эталондық және прототиптік үлгілерді салыстырмалы бағалауға мүмкіндік береді. Үлгілер арасындағы негізгі айырмашылықтар қант сиропын электролиттік құрамын сақтай отырып, тәжірибелі сусынның стевия сығындысымен алмастыруға байланысты.

Эталондық үлгідегі құрғақ заттардың массалық үлесі 6,2% құрайды, бұл қант шәрбатының болуымен байланысты, ол тәттілікті ғана емес, сонымен қатар еріген заттардың жалпы құрамына айтарлықтай үлес қосады. Тәжірибелік үлгіде бұл көрсеткіш 2,8%-ға дейін төмендейді, өйткені стевия сығындысы минималды мөлшерде енгізіледі және құрғақ заттардың концентрациясына әсер етпейді. Бұл айырмашылық сусындардың энергетикалық құндылығына тікелей әсер етеді: анықтамалық үлгіде ол 100 мл-ге 24-26 ккал құрайды, ал тәжірибелік үлгіде – 100 мл-ге 4-6 ккал-дан аспайды, бұл төмен калориялы изотоникалық сусындар жасау үшін стевияны қолданудың орындылығын растайды.

Екі үлгінің де белсенді қышқылдығы (pH) 3,6-3,7 диапазонында, бұл лимон қышқылы ерітіндісінің қосылуына байланысты және изотоникалық сусындар үшін оңтайлы. Бұл pH деңгейі өнімнің микробиологиялық тұрақтылығына және сергітетін дәмнің қалыптасуына ықпал етеді, ал қант шәрбатын стевия сығындысымен алмастыру сусынның қышқылдығына айтарлықтай әсер етпейді.

Анықтамалық үлгідегі көмірсулардың массалық концентрациясы қант сиропын енгізу арқылы 6,0 г/100 мл-ге жетеді. 2 үлгіде бұл көрсеткіш 0,2 г/100 мл-ге дейін төмендеді, бұл қанттың болмауына және стевия сығындысын тәттілендіргіш ретінде қолдануға байланысты. Бұл сусынның мақсатты аудиториясын, соның ішінде көмірсулардың тұтынылуын бақылайтын адамдарды айтарлықтай кеңейтуге мүмкіндік береді.

Осылайша, кестеде келтірілген физика-химиялық көрсеткіштер қант шәрбатын стевия сығындысымен алмастыру функционалдық және технологиялық сипаттамаларын сақтай

отырып, энергетикалық құндылығы мен көмірсулар мөлшері төмен изотоникалық сусын алуға мүмкіндік беретінін растайды.

Қорытынды

1. Изотоникалық сусындар өндірісі үшін стевия жапырақтарынан жоғары сапалы сығынды алудың оңтайлы технологиялық схемасы мен сулы-спиртті экстракциялау режимі (45% этанол) ғылыми негізделді.

2. Стевия сығындысын қолдану сусынның изотоникалық және органолептикалық қасиеттерін сақтай отырып, оның энергетикалық құндылығын 5 есеге жуық (24 ккал-дан 5 ккал-ға дейін), ал көмірсулар мөлшерін 30 есеге (6,0 г-нан 0,2 г/100 мл-ге дейін) төмендетуге мүмкіндік беретіні дәлелденді.

3. Өзірленген төмен калориялы изотоникалық сусынның рецептурасы мен технологиясы өнімнің физиологиялық пайдасын, қауіпсіздігін және жоғары тұтынушылық тартымдылығын ұштастыруға мүмкіндік береді.

4. Зерттеу нәтижелері стевия сығындысын функционалдық сусындар өндірісіне енгізудің жоғары перспективасын растайды, бұл спортшылар мен көмірсулар алмасуын бақылайтын тұлғалар үшін өнімдер нарығын кеңейтуге жағдай жасайды.

Әдебиеттер тізімі

1. Popkin B.M. Sweetening of the global diet, particularly beverages: patterns, trends, and policy responses / B.M. Popkin, C. Hawkes // *The Lancet Diabetes & Endocrinology*. – 2016. – Vol. 4, № 2. – P. 174-186.
2. Malik V.S. Sugar-sweetened beverages and cardiometabolic health / V.S. Malik, F.B. Hu // *Journal of the American College of Cardiology*. – 2019. – Vol. 73, № 12. – P. 1619-1634.
3. Синявина Н.Г. Стевия (*Stevia rebaudiana* Bertoni): биологические особенности и факторы, влияющие на рост растений и накопление сладких гликозидов / Н.Г. Синявина, А.А. Кочетов, К.В. Егорова // *Ученые записки Казанского университета. Серия: Естественные науки*. – 2022. – № 1. – С. 46-61.
4. Кочетов А.А. Стевия (*Stevia rebaudiana* Bertoni): биохимический состав, терапевтические свойства и использование в пищевой промышленности (обзор) / А.А. Кочетов, Н.Г. Синявина // *Химия растительного сырья*. – 2021. – № 2. – С. 5-16.
5. Stevioside and Rebaudioside A – Predominant ent-Kaurene Diterpene Glycosides of Therapeutic Potential: a review / E. Gupta et al // *Czech Journal of Food Sciences*. – 2016. – Vol. 34, № 4. – P. 281-299.
6. Маметов З.Т. Разработка рецептуры тонизирующего напитка на основе математической обработки данных / З.Т. Маметов, А.К. Кекибаева // *Вестник Алматинского технологического университета*. – 2025. – № 148(2). – P. 73-81.
7. Ruiz-Ruiz J.C. Biological activity of *Stevia rebaudiana* Bertoni and their relationship to health / J.C. Ruiz-Ruiz, Y.B. Moguel-Ordoñez, M.R. Segura-Campos // *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. – 2017. – Vol. 57, № 12. – P. 2680-2690.
8. Lemus-Mondaca R. *Stevia rebaudiana* Bertoni, source of a high-potency natural sweetener: A comprehensive review on the biochemical, nutritional and functional aspects / R. Lemus-Mondaca, A. Vega-Gálvez, L. Zura-Bravo // *Food Chemistry*. – 2012. – Vol. 132, № 3. – P. 1121-1132.
9. Исаева Н.А. Қант алмастырғыш – стевия [*Stevia rebaudiana* Bertoni (L.)] қосылған суық қара шай өндірісі / Н.А. Исаева, Г.И. Байғазиева // *Academic Scientific Journal of Chemistry*. – 2021. – № 3. – С. 32-38.
10. Технический регламент Таможенного союза (ТР ТС) 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» // *Справочно-правовая база ТС*. – 2011. – 23.12. – № 877. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/420261198> (дата обращения: 01.01.2026).

References

1. Popkin B.M. Sweetening of the global diet, particularly beverages: patterns, trends, and policy responses / B.M. Popkin, C. Hawkes // *The Lancet Diabetes & Endocrinology*. – 2016. – Vol. 4, № 2. – P. 174-186. (In English).
2. Malik V.S. Sugar-sweetened beverages and cardiometabolic health / V.S. Malik, F.B. Hu // *Journal of the American College of Cardiology*. – 2019. – Vol. 73, № 12. – P. 1619-1634. (In English).
3. Sinyavina N.G. Steviya (*Stevia rebaudiana* Bertoni): biologicheskie osobennosti i faktory, vliyayushchie na rost rastenii i nakoplenie sladkikh glikozidov / N.G. Sinyavina, A.A. Kochetov, K.V.

- Egorova // Uchenye zapiski Kazanskogo universiteta. Seriya: Estestvennye nauki. – 2022. – № 1. – S. 46-61. (In Russian).
4. Kochetov A.A. Steviya (Stevia rebaudiana Bertoni): biokhimicheskii sostav, terapevticheskie svoistva i ispol'zovanie v pishchevoi promyshlennosti (obzor) / A.A. Kochetov, N.G. Sinyavina // Khimiya rastitel'nogo syr'ya. – 2021. – № 2. – S. 5-16. (In Russian).
5. Stevioside and Rebaudioside A – Predominant ent-Kaurene Diterpene Glycosides of Therapeutic Potential: a review / E. Gupta et al // Czech Journal of Food Sciences. – 2016. – Vol. 34, № 4. – R. 281-299. (In English).
6. Mametov Z.T. Razrabotka retseptury toniziruyushchego napitka na osnove matematicheskoi obrabotki dannykh / Z.T. Mametov, A.K. Kekibaeva // Vestnik Almatinskogo tekhnologicheskogo universiteta. – 2025. – № 148(2). – R. 73-81. (In Russian).
7. Ruiz-Ruiz J.C. Biological activity of Stevia rebaudiana Bertoni and their relationship to health / J.C. Ruiz-Ruiz, Y.B. Moguel-Ordoñez, M.R. Segura-Campos // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. – 2017. – Vol. 57, № 12. – R. 2680-2690. (In English).
8. Lemus-Mondaca R. Stevia rebaudiana Bertoni, source of a high-potency natural sweetener: A comprehensive review on the biochemical, nutritional and functional aspects / R. Lemus-Mondaca, A. Vega-Gálvez, L. Zura-Bravo // Food Chemistry. – 2012. – Vol. 132, № 3. – R. 1121-1132. (In English).
9. Isaeva N.A. Қант almastyрғыш – steviya [Stevia rebaudiana Bertoni (L.)] қосылған суық қара шай endirisi / N.A. Isaeva, G.I. Baigazieva // Academic Scientific Journal of Chemistry. – 2021. – № 3. – S. 32-38. (In Kazakh).
10. Tekhnicheskii reglament Tamozhennogo soyuza (TR TS) 021/2011 «O bezopasnosti pishchevoi produktsii» // Spravochno-pravovaya baza TS. – 2011. – 23.12. – № 877. – Rezhim dostupa: <http://docs.cntd.ru/document/420261198> (data obrashcheniya: 01.01.2026). (In Russian).

Қаржыландыру туралы ақпарат

Зерттеулер ҚР ҰҚМ қаржыландыратын ИРН № АР26199175 «Функционалдық қасиеттері жақсартылған мамандандырылған сусындарды дайындау үшін стевияның селекциялық линияларын зерттеу» ғылыми жобасы шеңберінде жүргізілді.

А.К. Кекибаева^{1*}, С.Ш. Асрандина², С.Д. Атабаева², Г.И. Байгазиева¹, А.К. Ныгыметова¹

¹Алматинский технологический университет
050012, Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Толе би, д. 100

²НИИ Устойчивости экологии и биоресурсов,
Казахский национальный университет имени аль-Фараби
500040, Республика Казахстан, г. Алматы, пр. аль-Фараби, 71

*e-mail: kekibaevaa@gmail.com

ПРИМЕНЕНИЕ ЭКСТРАКТА СТЕВИИ В ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ИЗОТОНИЧЕСКИХ НАПИТКОВ

В статье рассмотрены перспективы применения экстракта стевии (Stevia rebaudiana Bertoni) в производстве изотонических напитков. Основное внимание уделено разработке технологической схемы получения высококачественного водно-спиртового экстракта стевии и его внедрению в рецептуру напитков с целью снижения энергетической ценности при сохранении изотонических и органолептических характеристик. Проведен расчет и оптимизация состава водно-спиртового экстрагента для эффективного извлечения стевииолигосахаридов, обеспечивающих интенсивную сладость при минимальном содержании сухих веществ.

Разработаны эталонный и опытный образцы напитков, в которых сахарный сироп заменен экстрактом стевии, при этом сохранен полный электролитный профиль (Na⁺, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺) и физиологическая изотоничность. Проведены органолептическая и физико-химическая оценка напитков, включающая показатели прозрачности, вкуса, сладости, кислотности, осмолярности и стабильности при хранении. Полученные результаты показали, что опытный образец обладает сниженной калорийностью, гармоничным вкусом и стабильностью, сопоставимой с эталонным напитком.

Исследование подтверждает, что применение экстракта стевии позволяет создавать функциональные низкокалорийные изотонические напитки, расширяя целевую аудиторию потребителей, включая лиц, контролирующих углеводный обмен. Разработанные рецептуры и

технологии могут быть рекомендованы для внедрения в промышленное производство, что обеспечивает сочетание безопасности, физиологической пользы и потребительской привлекательности продукта.

Ключевые слова: экстракт стевии, изотонические напитки, стевииолигосахариды, водно-спиртовая экстракция, низкокалорийные продукты, электролитный профиль.

A.K. Kekibaeva^{1*}, S.Sh. Asrandina², S.D. Atabayeva², G.I. Baigazieva¹, A.K. Nygymetova¹

¹Almaty Technological University

100 Tole bi St., Almaty 050012, Republic of Kazakhstan

²Research Institute of Ecological Sustainability and Bioresources

Al-Farabi Kazakh National University

71 Al-Farabi Ave., Almaty 050040, Republic of Kazakhstan

*e-mail: kekibaevaa@gmail.com

APPLICATION OF STEVIA EXTRACT IN THE PRODUCTION TECHNOLOGY OF ISOTONIC BEVERAGES

The article examines the prospects of using stevia extract (Stevia rebaudiana Bertoni) in the production of isotonic beverages. The main focus is on the development of a technological scheme for obtaining a high-quality hydro-alcoholic stevia extract and its integration into the beverage formulation to reduce energy value while maintaining isotonic and organoleptic characteristics. The composition of the hydro-alcoholic extractant was calculated and optimized for the efficient extraction of steviol glycosides, which provide intense sweetness with a minimum content of dry substances. Reference and experimental beverage samples were developed, in which sugar syrup was replaced with stevia extract, while maintaining the full electrolyte profile (Na⁺, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺) and physiological isotonicity. Organoleptic and physicochemical evaluations of the beverages were conducted, including indicators of clarity, taste, sweetness, acidity, osmolarity, and storage stability. The results obtained showed that the experimental sample possesses reduced calorie content, a harmonious taste, and stability comparable to the reference beverage. The study confirms that the use of stevia extract enables the creation of functional low-calorie isotonic beverages, expanding the target consumer audience to include individuals monitoring carbohydrate metabolism. The developed formulations and technologies can be recommended for industrial implementation, ensuring a combination of safety, physiological benefits, and consumer appeal.

Key words: stevia extract, isotonic beverages, steviol glycosides, hydro-alcoholic extraction, low-calorie products, electrolyte profile.

Авторлар туралы мәліметтер

Анара Канбековна Кекибаева* – PhD, Алматы технологиялық университетінің «Астық өнімдері және қайта өңдеу өндірістерінің технологиясы» кафедрасының қауымдастырылған профессоры, Қазақстан Республикасы; e-mail: kekibaevaa@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3639-1341>.

Салтанат Шынтаевна Асрандина – Биотехнология кафедрасының профессоры, Биология және биотехнология факультеті, әл-Фараби атындағы ҚазҰУ, Қазақстан Республикасы; e-mail: asaltanat@yandex.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1354-582X>.

Сауле Джумағалиевна Атабаева – Биотехнология кафедрасының профессоры, Биология және биотехнология факультеті, әл-Фараби атындағы ҚазҰУ, Қазақстан Республикасы; e-mail: sauleat@yandex.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4704-6909>.

Гульгайша Ильясовна Байгазиева – б.ғ.к., Алматы технологиялық университетінің «Астық өнімдері және қайта өңдеу өндірістерінің технологиясы» кафедрасының профессоры, Қазақстан Республикасы; e-mail: gulgaisha.atu@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9163-4767>.

Айдана Ныгыметова – Алматы технологиялық университетінің 4 курс студенті; e-mail: aidana.zoha@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-9753-4675>.

Сведения об авторах

Анара Канбековна Кекибаева* – PhD, ассоциированный профессор кафедры «Технология хлебопродуктов и перерабатывающих производств», Алматинский технологический университет, Республика Казахстан; e-mail: kekibaevaa@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3639-1341>.

Салтанат Шынтаевна Асрандина – профессор кафедры «Биотехнология», факультет Биологии и биотехнологии, Казахский Национальный университет имени Аль-Фараби, Республика Казахстан; e-mail: asaltanat@yandex.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1354-582X>.

Сауле Джумағалиевна Атабаева – профессор кафедры «Биотехнология», факультет Биологии и биотехнологии, Казахский Национальный университет имени Аль-Фараби, Республика Казахстан; e-mail: sauleat@yandex.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4704-6909>.

Гульгайша Ильясовна Байгазиева – кандидат биологических наук, профессор кафедры «Технология хлебопродуктов и перерабатывающих производств», Алматинский технологический

университет, Республика Казахстан; e-mail: gulgaisha.atu@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9163-4767>.

Айдана Ныгыметова – студентка 4 курса Алматинского технологического университета; e-mail: aidana.zoha@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-9753-4675>.

Information about the authors

Anara Kanbekovna Kekibaeva* – PhD, Associate Professor of the Department of «Technology of Grain Products and Processing Industries», Almaty Technological University, Republic of Kazakhstan; e-mail: kekibaevaa@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3639-1341>.

Saltanat Shyntaevna Asrandina – Professor of the Department of Biotechnology, Faculty of Biology and Biotechnology, Al-Farabi Kazakh National University, Republic of Kazakhstan; e-mail: asaltanat@yandex.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1354-582X>.

Saule Dzhumagalievna Atabaeva – Professor of the Department of Biotechnology, Faculty of Biology and Biotechnology, Al-Farabi Kazakh National University, Republic of Kazakhstan; e-mail: sauleat@yandex.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4704-6909>.

Gulgaisha Ilyasovna Baigazieva – Candidate of Biological Sciences, Professor of the Department of «Technology of Grain Products and Processing Industries», Almaty Technological University, Republic of Kazakhstan; e-mail: gulgaisha.atu@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9163-4767>.

Aidana Nygymetova – 4th-year student of Almaty Technological University; e-mail: aidana.zoha@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-9753-4675>.

Редакцияға енуі 06.01.2026

Өңдеуден кейін түсуі 27.01.2026

Жариялауға қабылданды 30.01.2026

[https://doi.org/10.53360/2788-7995-2026-1\(21\)-37](https://doi.org/10.53360/2788-7995-2026-1(21)-37)

FTAXP: 65.59.03



А.К. Суйчинов¹, Ж.С. Есимбеков¹, Д.К. Дукенбаев^{1,2*}

¹«Қазақ қайта өңдеу және тамақ өнеркәсібі ғылыми-зерттеу институты» ЖШС Семей филиалы, 071410, Қазақстан Республикасы, Семей қаласы, Байтұрсынов көшесі, 29

²Шәкәрім университеті,

071412, Қазақстан Республикасы, Семей қаласы, Глинки көшесі, 20 А

*e-mail: da_mir.1991@mail.ru

УЛЬТРАДЫБЫСТЫҚ ӨНДЕУДІҢ СИЫР ҚАРЫНЫНЫҢ ҚҰРЫЛЫМДЫҚ-МЕХАНИКАЛЫҚ ЖӘНЕ ФУНКЦИОНАЛДЫҚ ҚАСИЕТТЕРІНЕ ӘСЕРІ

Аңдатпа: Мақалада ультрадыбыстық өңдеудің сиыр қарынының құрылымдық-механикалық және функционалдық қасиеттеріне әсерін зерттеу нәтижелері келтірілген. Сонымен қатар, ет өңдеу өнеркәсібінде екінші реттік ет шикізатын ұтымды пайдалану және өнім ассортиментін кеңейту тұрғысынан оның қолданылуының өзектілігі қарастырылған. Табиғи ресурстарды ұтымды пайдалану мен өндірістің қоршаған ортаға әсерін азайтудың өзекті жолы – қалдықсыз өндіріс жүйесіне көшу. Осы мақсатта ультрадыбыстың әртүрлі ортада (сүт сарысуы, лимон және сірке қышқылы ерітінділері, тұз ерітіндісі (NaCl)) сиыр қарынының сапалық көрсеткіштеріне әсерін анықтау бойынша эксперименттік зерттеулер жүргізілді. Зерттеу нәтижелері орта таңдауының өнімнің су байланыстыру қабілетіне және ылғал ұстау қабілетіне, рН мәніне, органолептикалық көрсеткіштері, түсіне және салмақ жоғалтуына елеулі әсер ететінін көрсетті. Айқындалғандай, лимон қышқылы өнімнің ылғал ұстау қабілетін тұрақтандырса да, масса жоғалуының жоғары болуымен қатар жүреді; сірке қышқылы су байланыстыру қабілетінің күрт төмендеуіне әкеледі; ал тұз ерітіндісі (NaCl) ылғал байланыстыруға оң әсер ететінімен, ортаның сілтіленуіне себеп болады. Ең жұмсақ әсерді сүт сарысуы көрсетті, ол шикізаттың негізгі қасиеттерінің сақталуын қамтамасыз етті. Алынған деректер ультрадыбысты субөнімдердің технологиялық құндылығын арттыру және ет өңдеуде ресурстарды үнемдейтін технологияларды дамыту үшін қолданудың перспективті екенін көрсетті.

Түйін сөздер: сиыр қарыны, субөнімдер, ультрадыбыстық өңдеу, су байланыстыру қабілеті, ылғал ұстау қабілеті, органолептикалық қасиеттер, ет өңдеу өнеркәсібі.

©А.К. Суйчинов, Ж.С. Есимбеков, Д.К. Дукенбаев, 2026