ҒТАМР 65.63.03 **https://doi.org/10.58805/kazutb.v.2.31-1450**

ӨСІМДІК СЫҒЫНДЫСЫМЕН БАЙЫТЫЛҒАН ТҮЙЕ ЖӘНЕ БИЕ СҮТІ НЕГІЗІНДЕ СУБЛИМАЦИЯЛАНҒАН ӨНІМДЕРДІҢ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ӘЗІРЛЕУ

А.А. Жельдыбаева, Н. Акжанов✉, М.Ж. Султанова, Ә.С. Сәдуақас, М.А. Якияева, Б.А. Изтаев

Қазақ қайта өңдеу және тағам өнеркәсіптері ҒЗИ» ЖШС, Астана, Қазақстан

✉ *Корреспондент-автор:nurtore0308@gmail.com*

Осы мақалада құрғақ түйе және бие сүтін негізге ала отырып, өсімдік сығындысымен байытылған функционалды тағамдық өнімдер өндіру технологиясын ғылыми тұрғыдан әзірлеу қарастырылды. Мақалада сүттің сапалық қасиеттерін сақтау мен биологиялық белсенділігін арттыруға бағытталған тәжірибелік әдістер қолданылды. Алынған сүт үлгілері алдын ала механикалық қоспалардан тазартылып, біртекті құрылымға келтірілу үшін сүзгіден өткізіліп, жұмсақ гомогенизациядан өтті, кейін −60°C температурада мұздатылып, сублимациялық кептіру арқылы құрғақ күйге айналды. Сонымен қатар, зерттеуде грек жаңғағы қабығы сығындысы қолданылып, өнімдердің функционалды құндылығын арттыруға бағытталған өзгеріс енгізілді.

Зерттеу барысында әзірленген өнімдердің физика-химиялық, витаминдік және минералдық құрамдық көрсеткіштері талданып, сүт пен өсімдік сығындысының өзара әсері бағаланды. Алынған деректер бойынша сублимациялық кептіру әдісі мен өсімдік сығындысының қосылуы өнімнің тағамдық құндылығы мен технологиялық тұрақтылығына оң ықпал ететінін көрсетті. Жүргізілген жұмыстар негізінде функционалды бағыттағы тағамдық өнімдер технологиясын жетілдіру үшін ғылыми негіз қалыптастырады және сүт өнімдерін биологиялық белсенді қоспалармен байытуға мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: түйе сүті, бие сүті, физика-химия, витаминдік көрсеткіштер, минералдық құрамы, өсімдік сығындысы, сублимациялық кептіру.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СУБЛИМИРОВАННЫХ ПРОДУКТОВ НА ОСНОВЕ ВЕРБЛЮЖЬЕГО И КОБЫЛЬЕГО МОЛОКА, ОБОГАЩЕННОГО РАСТИТЕЛЬНЫМ ЭКСТРАКТОМ

А.А. Жельдыбаева, Н. Акжанов✉, М.Ж. Султанова, Ә.С. Сәдуақас, М.А. Якияева, Б.А. Изтаев

Казахский научно - исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности, Астана, Казахстан,
e-mail: nurtore0308@gmail.com

В данной статье описывается научная разработка технологии производства функциональных пищевых продуктов, обогащенных растительными экстрактами, на основе сухого верблюжьего и кобыльего молока. В статье используются экспериментальные методы сохранения качественных свойств и повышения биологической активности молока. Полученный образец молока предварительно очищали от механических примесей, фильтровали для получения однородной структуры, подвергали легкой гомогенизации, затем замораживали при температуре -60°с и переводили в сухое состояние путем сублимационной сушки. Кроме того, в исследовании был использован экстракт скорлупы грецкого ореха, что привело к изменениям, направленным на повышение функциональной ценности продукта.

В ходе исследования были проанализированы физико-химические, витаминные и минеральные параметры разработанного продукта и проведена оценка взаимодействия молока с растительными экстрактами. Полученные данные показали, что метод лиофилизации и добавление растительных экстрактов положительно влияют на пищевую ценность и техническую стабильность продукта. На

основе проделанной работы будет сформирована научная база, позволяющая усовершенствовать технологию производства функциональных продуктов питания и обогатить молочные продукты биологически активными добавками.

Ключевые слова: верблюжье молоко, кобылье молоко, физико-химические, витаминные показатели, минеральный состав, растительный экстракт, сублимационная сушка.

DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR FREEZE-DRIED PRODUCTS BASED ON CAMEL AND MARE' S MILK, ENRICHED WITH PLANT EXTRACT

A.A. Zheldybayeva, N. Akzhanov✉, M.Zh. Sultanova, A.S. Saduakas, M.A. Yakiyaeva, B.A. Iztaev

Kazakh Scientific Research Institute of Processing and Food Industry, Astana, Kazakhstan, e-mail: nurtore0308@gmail.com

This article describes the scientific development of a technology for the production of functional food products enriched with plant extracts based on dried camel and mare' s milk. The article uses experimental methods to preserve the qualitative properties and increase the biological activity of milk. The resulting milk sample was pre-purified from mechanical impurities, filtered to obtain a homogeneous structure, subjected to light homogenization, then frozen at a temperature of -60 ° C and dried by freeze drying. In addition, walnut shell extract was used in the study, which led to changes aimed at increasing the functional value of the product.

The study analyzed the physico-chemical, vitamin and mineral parameters of the developed product and evaluated the interaction of milk with plant extracts. The data obtained showed that the lyophilization method and the addition of plant extracts have a positive effect on the nutritional value and technical stability of the product. Based on the work done, a scientific base will be formed to improve the technology of production of functional food products and enrich dairy products with biologically active additives.

Keywords: camel' s milk, mare' s milk, physico-chemical, vitamin parameters, mineral composition, vegetable extract, freeze drying.

Кіріспе. Қазіргі уақытта бие және түйе сүті негізінде өсімдік текті биологиялық белсенді заттармен байытылған құрғақ ұнтақ өнімдер алу технологияларын әзірлеу тағам биотехнологиясы мен функционалдық тағам өндірісінің маңызды ғылыми бағыттарының бірегейі болып табылады. Әсіресе фенолдық қосылыстарға және жоғары антиоксиданттық белсенділікке ие грек жаңғағының (Juglans regia L.) қабығынан алынатын экстракттарды сүт негізіндегі жасалатын өнімдердің биологиялық құндылығын арттырудың перспективалы тәсілі ретінде қарастырылады. Осы тұрғыдан алғанда, бие және түйе сүті негізінде грек жаңғағы қабығының экстрактымен байытылған құрғақ ұнтақ өнімдер алу технологиясын әзірлеу кезінде кептіру әдістерінің физика-химиялық және функционалдық қасиеттерге әсерін ғылыми негіздеу барысында ерекше өзектілікке ие.

Бие сүті негізіндегі құрғақ өнімдерді сублимациялық кептіру арқылы алу мүмкіндіктерін Cais-Sokolińska, Teichert және Gawałek зерттеген. Авторлар қалпына келтірілген сублимациялық кептірілген бие сүтінің химиялық құрамын, көлемдік тығыздығын, көбіктену қабілетін, эмульсия түзу қасиеттерін, сондай-ақ май қышқылдарының атерогендік, тромбогендік және гиперхолестеринемиялық индекстерін анықтаған. Cais-Sokolińska және оның әріптестері сублимациялық кептіру процесі сүттің құрғақ затындағы негізгі компоненттердің арақатынасын өзгертпейтінін және сүт ақуыздарының майды байланыстыру және ұстап тұру қабілетін арттыратынын көрсеткен. Алайда авторлар түзілетін көбіктің тұрақсыз және қысқа мерзімді сипатта болатынын атап өткен. Қалпына келтірілген бие сүтінің липидтік фракциясы төмен атерогендік және тромбогендік индекстермен сипатталатыны көрсетілген [1].

Бие сүтін шашырата кептіру кезінде техно-

логиялық режимдердің дайын өнім сапасына әсерін Smolentsev және оның әріптестері зерттеген [2]. Авторлар тәжірибелік деректер негізінде кептіргішке кірер ауаның температурасы 180 °C және шығыс ауаның температурасы 70–80 °C болатын режимді оңтайлы деп анықтаған. Smolentsev және әріптестерінің нәтижелері бойынша, дәл осы жағдайда алынған құрғақ бие сүті жоғары ерігіштікпен, бөлшектер өлшемінің салыстырмалы біркелкілігімен және стандарт талаптарына сәйкес келетін төмен ылғалдылық көрсеткішімен сипатталады. Сонымен қатар авторлар кептіру алдындағы термиялық өңдеудің, әсіресе пастерлеу температурасының, дайын ұнтақ өнімнің физика-химиялық көрсеткіштеріне айтарлықтай ықпал ететінін және пастерлеу температурасын 60 °C-тан асырмау қажеттігін негіздеген [2].

Сүт негізіндегі ұнтақ өнімдерді биологиялық белсенді липидтермен байыту және микрокапсулалау мәселелерін Gawałek, Cais-Sokolińska және Teichert зерттеген. Авторлар сиыр және бие сүті негізінде зығыр майын сублимациялық кептіру әдісімен микрокапсулалау арқылы алынған ұнтақ өнімдердің физика-химиялық, құрылымдық және тағамдық қасиеттерін салыстырмалы түрде бағалаған. Gawałek және оның әріптестері байытылған өнімдерде ылғал мөлшері мен су белсенділігінің азаятынын, насыптық және көрінерлік тығыздықтың артатынын, сондай-ақ қалпына келтірілген эмульсия тамшыларының өлшемдерінің кішірейетінін көрсеткен. Сонымен бірге авторлар бие сүті негізіндегі өнімдердің липидтік профилі атерогендік және тромбогендік индекстердің төмен мәндерімен сипатталатынын және май қышқылдарының денсаулық үшін қолайлы арақатынасының қалыптасатынын дәлелдеген [3].

Бие және түйе сүті негізіндегі құрғақ ұнтақ өнімдер технологиясын дамыту барысында уыз бен сүттің химиялық құрамын және липидтік профилін зерттеу де маңызды болып табылады. **Barreto және әріптестері** квотерхорс тұқымды 34 таза биенің уызы мен сүтін зерттеп, олардың химиялық құрамын, ақуыз және лактоза мөлшерін анықтаған. Уыз бірінші алты сағат ішінде алынған, ал сүт 7-ші күннен бастап лактацияның соңына дейін әр 14 күн сайын алынған. Зерттеу нәтижелері бойынша уызда ақуыз мөлшері жоғары, ал лактоза мөлшері төмен, ал биенің жасы сүт құрамына әсер етпейтінін көрсетті. Дегенмен, лактация сатысы және жемізгіштердің туған реттілігі химиялық құрамға әсер ететіндігі анықталған. Липидтік құрам лактация сатысына қарай өзгергенімен, сүттің негізгі липидтік профилі сақталып, оның қоректік құндылығы төмендемеген. Бұл мәліметтер бие сүті негізіндегі құрғақ өнімдер мен функционалдық ингредиенттерді енгізу кезінде сүттің табиғи құндылығын сақтау маңызды екенін көрсетеді [4].

Сондай-ақ құрғақ бие сүтінің физика-химиялық және функционалдық қасиеттерін жақсарту мүмкіндіктерін **Sari және әріптестері** [5] зерттеген. Авторлар Сумбава мару сүтін вакуумдық кептіру (VFOD) әдісімен құрғақ ұнтаққа айналдырып, оған декстринді әртүрлі концентрацияларда (15%, 20%, 25%, 30%) қосқан. Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, декстрин қосу pH, эмульсияның тұрақтылығы және суда ерігіштікке айтарлықтай әсер етеді, алайда май ұстап тұру, су ұстамдылық және эмульсия активтілігіне айтарлықтай әсері болмаған. Оптималды нәтижесі 15% декстрин қосылған үлгілерде алынған: эмульсияның максималды тұрақтылығы 0,46, судың максималды мазмұны 5,25% болып, микроструктурасы FESEM арқылы зерттегенде ең біркелкі және ұсақ бөлшектерден тұрғаны анықталған. Бұл зерттеу құрғақ бие сүтінің құрылымдық сапасын арттыру, ерігіштік пен эмульсия тұрақтылығын сақтау үшін декстринді дұрыс мөлшерде қолдану маңызды екенін көрсетеді [5].

Ферменттелген бие сүтінің дәстүрлі монгольдік медицинадағы (чиге) қасиеттерін зерттеген **Guo және әріптестері** 188 үлгіні талдап, лактозаның 6,95 ± 0,45 % деңгейінен 2,82 ± 1,65 %-ға төмендегенін, ал қышқылдылық пен алкоголь мөлшерінің артқанын анықтаған. Микробиологиялық талдау бойынша жалпы сүт қышқыл бактериялары 5,32–8,56 log КОЕ/мл, ашытқы 2,41–6,98 log КОЕ/мл аралығында болған. Бұл зерт-

теу чиге өндірісін стандарттау және индустриялық масштабқа шығару үшін маңызды мәліметтер берген [6].

Антиоксиданттық қасиеттеріне қатысты **Abarshi және әріптестері** ферменттелген, пастерленген және шикі бие сүтінің DPPH және FRAP тесттері арқылы зерттеген. Ферменттелген сүт ең жоғары антиоксиданттық белсенділікті көрсетті (63,04 ± 6,85 % және 0,822 ± 0,10), пастерленген сүт екінші орынға шықты, ал шикі сүт ең төменгі белсенділікке ие болды. Сонымен қатар, уақыт өте келе барлық үлгілерде антиоксиданттық белсенділік төмендеген. Бұл зерттеу ферменттелген бие сүтін функционалды тағам ретінде қолдануға және тотығу стресспен байланысты ауруларды емдеуге қолдануға болатынын көрсетті [7].

Но және оның зерттеу тобы шашыратқыш кептірілген түйе сүтінің жаңа ұнтақтары аморфты құрылымға ие екенін, үлкен сфералық бөлшектерден тұратынын және суда шамамен 100 % ерігіш екенін көрсетті.37 °C температурада және 11–32 % салыстырмалы ылғалдылықта 18 апта бойы сақтау кезінде ылғал мөлшері төмендеп, лактозаның шынылануы байқалған. Сонымен қатар, ақуыздардың екінші құрылымы α-спиральден β-листтер мен β-виткаларға ауысқан, ал түс параметрлері мен морфология шамалы өзгерген [8].

Сублимациялық және шашыратқыш кептірудің әсерін салыстыра отырып, **Deshwal және зерттеушілері** түйе сүтінің ұнтақтарының физика-химиялық қасиеттерін зерттеді. Лиофилизирленген өнімдерде кальций (15,33 г/кг) және темір (0,012 г/кг) жақсы сақталған. Морфология айырмашылығы байқалды: сублимациялық кептірілген ұнтақ кеуекті пластинді құрылымға ие болса, шашыратқыш кептірілген өнімдер сфералық бөлшектердің агломератынан тұрады. Сонымен қатар, сублимациялық кептірілген ұнтақтар суды жақсы ұстап тұру қабілетіне ие болды [9].

Кептіру процесінің параметрлерін зерттеген **Sulieman және зерттеушілері** түйе сүтін 20–30 % құрғақ затқа дейін концентрлап, шашыратқыш кептірілген ұнтақтардың физика-химиялық қасиеттерін, оның ішінде судың белсенділігін (0,154–0,208), ерігіштігі мен өтімділігін бағалады. Сонымен қатар, сүтті беру бағыты өнімнің өтімділігі мен өнімділігін өзгертетінін көрсетті [10].

Habtegebriel және оның зерттеу тобы шашыратқыш кептірудің параметрлері (ауа температурасы, ауа ағыны және жалпы құрғақ зат мөлшері) насыптық тығыздыққа, шыны температурасына және ақуыздардың ерігіштігіне қалай әсер ететінін зерттеді. Сканирлеу электрондық микроскопиясы май бөлшектерінің бетінде сырғанау процесінде рөл атқаратынын дәлелдеді [11].

Сублимациялық және шашыратқыш кептіруді салыстыра отырып, **Tastemirova және оның зерттеу тобы** құрғақ түйе сүтінің сапасы мен функционалдық қасиеттерін талдады. Тағамдық қасиеттері кептірілген өнімде салыстырмалы түрде өзгермеген. Дегенмен, ағымдылық, ерігіштік және гигроскопиялық сублимациялық кептірілген үлгілерде аздап өзгерген, ал шашыратқыш кептірілген өнімдер физикалық қасиеттерді жақсы сақтаған [12**]**.

Материалдар мен әдістер. Зерттеу нысандары ретінде Қазақстан Республикасының Ақмола облысы аумағындағы жергілікті шаруашылықтардан алынған жаңа сауылған түйе және бие сүті қолданылды. Сүт сауылғаннан кейін дереу стерильді ыдыстарға құйылып, салқындатылған күйде зертханаға жеткізілді. Алынған үлгілер алдын ала механикалық қоспалардан тазарту мақсатында сүзгіден өткізілді. Құрамының біркелкілігін қамтамасыз ету үшін жұмсақ режимде гомогенизация жүргізілді (температурасы шамамен 20-25 ^{0}С, қысымы 10-15 МПа, ұзақтығы 3-5 минут). Одан кейін сүт үлгілері төмен температурада мұздатуға ұшыратылды (30 ^{0}С шамасында, 2-4 сағат аралығында). Мұздатылған материал әрі қарай вакуум жағдайында сублимациялық кептіру әдісімен өңделді. Кептіру процесі FK-04 лиофильді кептіргіш типті қондырғыда жүзеге асырылды.

Кептіру алдында үлгілер арнайы табақшаларға жұқа қабат түрінде орналастырылды (қалыңдығы шамамен 3-4 мм). Қондырғының кон-

денсатор бөлігі 60 ^{0}С салқындатылып, жұмыс камерасында 5-15 Па деңгейінде төмен қысым орнатылды. Жалпы технологиялық циклдің ұзақтығы шамамен 24 сағатты құрады.

Сублимациялық кептіру бірнеше кезеңнен тұрды. Алдымен негізгі кептіру сатысында мұз күйіндегі су тікелей буға айналып, өнімнен бөлініп шықты. Бұл кезең әдетте 14-18 сағатқа созылды. Кейінгі екіншілік кептіру барысында өнім құрамындағы байланысқан ылғал қалдықтары жойылып, процесс тағы 6-8 сағатқа жалғасты. Соңында жүйеге біртіндеп ауа жіберіліп, аппарат қалыпты жағдайға келтірілді. Аталған технология барысында қыздыру элементтері қолданылмады, яғни кептіру табиғи сублимация режимінде өтті. Процесс аяқталғаннан кейін алынған өнім кеуекті құрылымымен ерекшеленіп, оңай ұнтақталатын күйге жетті. Дайын құрғақ өнімдер ылғал мен жарық әсерінен қорғау мақсатында герметикалық қаптамаларға салынып, шамамен 4 °С температурада сақталды. Зерттеу барысында алынған сублимациялық кептірілген түйе және бие сүті үлгілеріне олардың витаминдік және минералдық құрамын анықтау мақсатында зертханалық талдаулар жүргізілді.

Қосымша зерттеу компоненті ретінде жаңғақ қабығынан биологиялық белсенді заттарды алу қарастырылды. Ол үшін шикізат алдымен ұсақ дисперсті күйге дейін (шамамен 300 нм) механикалық өңдеуден өткізілді. Экстракция үрдісі Сокслет экстракциясы әдісімен, этил спиртінің жоғары концентрациясын (90 %) пайдалану арқылы жүзеге асырылды. Экстракция ұзақтығы 6-8 сағатты құрады, ал шикізат пен еріткіштің арақатынасы шамамен 1:10 деңгейінде сақталды.

Алынған сұйық экстракт сүзгіден өткізіліп, кейін вакуумды буландыру арқылы қоюландырылды. Дайын концентрат қолдануға дейін төмен температурада сақталды. Оны сублимациялық кептірілген сүт өнімдеріне 1–3 % мөлшерде енгізіп, біркелкі таралуы үшін қосымша араластыру жүргізілді.

Құрғақ түйе және бие сүті үлгілеріндегі **ақуыздың массалық үлесі** – МЕМСТ 25179-2014 бойынша**, майдың массалық үлесі** – МЕМСТ 5867-2023 бойынша, **көмірсулардың массалық үлесі** – перманганатометриялық әдіс бойынша, ал **ылғал мен құрғақ заттардың массалық үлесі** – МЕМСТ Р 54668-2011 талаптарына сәйкес анықталды. Витаминдік құрам бойынша **А дәрумені** – МЕМСТ Р 54635-2011, **В1 дәрумені** – МЕМСТ 31483-2012, **С дәрумені** – МЕМСТ 30627.2-98, ал **Е дәрумені** – МЕМСТ Р 54634-2011 әдістеріне сәйкес зерттелді. Минералдық құрам бойынша **Zn, Na, Mg, Ca және K** – МЕМСТ 34837-2022, ал Р – МЕМСТ 31980-2012 талаптарына сай анықталды.

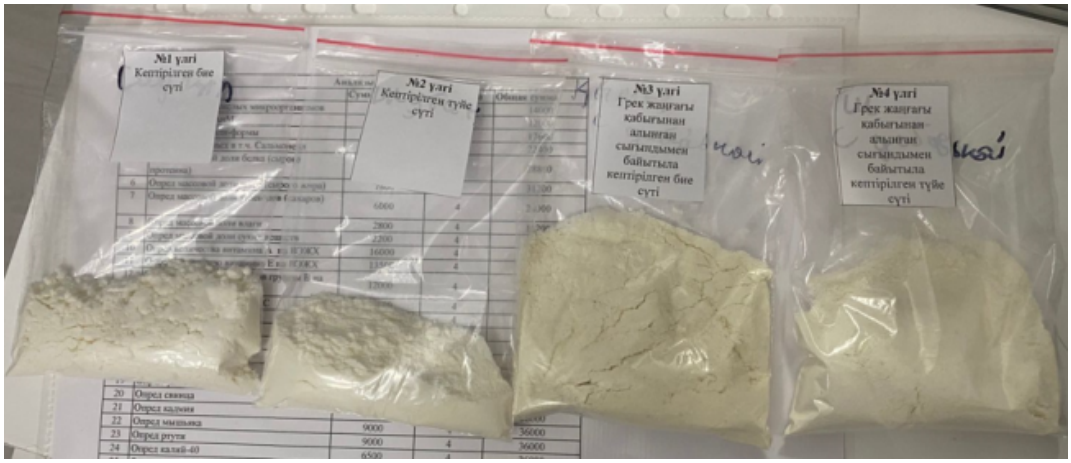
Барлық эксперименттер кем дегенде үш рет қайталанды. Алынған нәтижелер математикалық статистика әдістерімен өңделді. Көрсеткіштердің мәндері орташа арифметикалық мән және стандартты ауытқу түрінде ұсынылды. Деректерді статистикалық өңдеу Microsoft Excel бағдарламалық жасақтамасының көмегімен жүргізілді.

Нәтижелер мен талқылау. Функционалдық тағам өнімдері мен биологиялық белсенді қоспаларды әзірлеу барысында бастапқы шикізат пен дайын өнімнің физика-химиялық көрсеткіштерін зерттеу маңызды орын алады. Бұл көрсеткіштер өнімнің тағамдық құндылығын, технологиялық тұрақтылығын, сақтау мерзімін және тұтынушылық қасиеттерін айқындайтын негізгі сипаттамалар болып табылады.

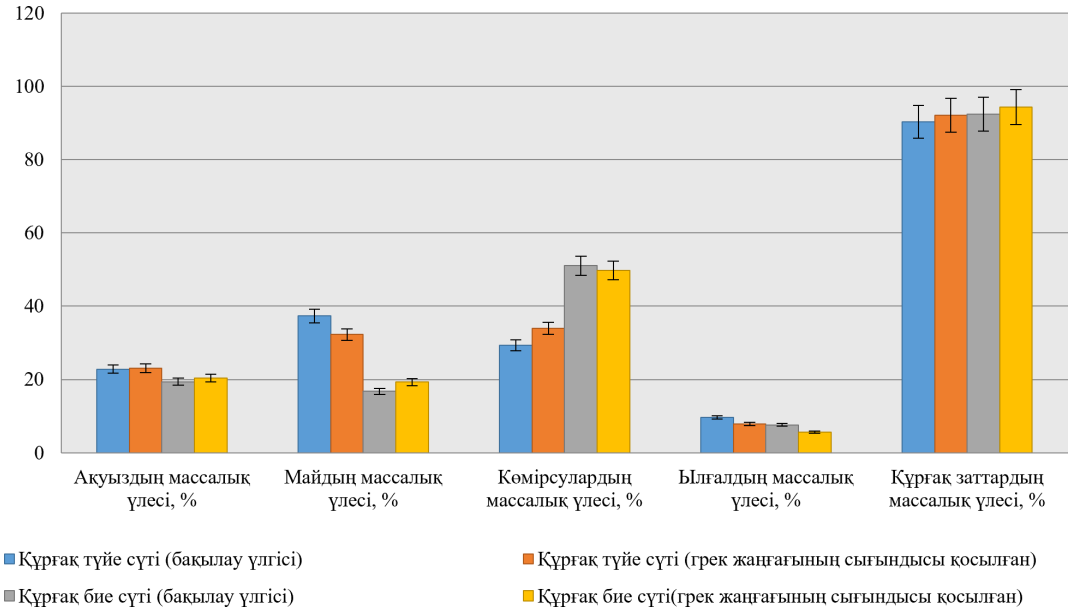
Сублимациялық кептіру технологиясын қолдану бие және түйе сүтінің табиғи құрамын, соның ішінде ақуыздар, майлар, көмірсулар мен минералдық заттарды барынша сақтауға мүмкіндік береді. Дегенмен, өсімдік текті биологиялық белсенді компоненттермен байыту өнімнің компоненттік құрамына белгілі бір өзгерістер енгізуі мүмкін, сондықтан физика-химиялық көрсеткіштердің өзгеру сипатын бағалау қажеттілігі туындайды (1-сурет).

Физика-химиялық көрсеткіштерді талдау сублимациялық кептірудің тиімділігін, грек жаңғағы қабығы сығындысын енгізудің өнім сапасына әсерін және әзірленіп отырған өнімдердің функционалдық бағыттағы тағамдық және технологиялық жарамдылығын ғылыми тұрғыда бағалауға мүмкіндік береді.

Құрғақ түйе және бие сүтінің физико-химиялық құрамын жан-жақты зерттеу барысында олардың ақуыз, май, көмірсу, ылғал және құрғақ заттардың массалық үлестері арқылы өнімнің сапалық көрсеткіштерін объективті бағалауға мүмкіндік береді. Бақылау және тәжірибелік үлгілерді салыстыра отырып, грек жаңғағы сығындысының қосылуы сүт құрамындағы негізгі компоненттердің динамикасына әсерін анықтау мақсат етілді. Алынған мәліметтер өнімнің қоректік құндылығы, құрылымдық қасиеттері және сақтау тұрақтылығын ғылыми тұрғыдан бағалауға негіз болып, сүт өнімдерін функционалды бағытта жетілдіруге жол ашады (сур.2).



1-сурет. Кептірілген құрғақ түйе және бие сүті



2-сурет. Құрғақ түйе және бие сүтінің физика-химиялық көрсеткіштері

Ақуыздың массалық үлесі түйе сүтінің бақылау үлгісінде 22,85% құрады, ал грек жаңғағының сығындысы қосылған үлгіде бұл көрсеткіш 23,05%-ға дейін артқан. Бие сүтінің бақылау үлгісінде ақуыз мөлшері 19,36% болса, байытылған үлгіде ол 20,43%-ға дейін жоғарыла-

ды. Алынған нәтижелер өсімдік текті сығынды енгізудің өнімнің ақуыздық құрамын аздап арттыратынын көрсетеді. Майдың массалық үлесі түйе сүтінің бақылау үлгісінде 37,36% деңгейінде анықталды. Өсімдік сығындысы қосылған түйе сүтінде май мөлшері 32,27%-ға дейін төмендеді, бұл сығынды енгізу нәтижесінде жалпы құрғақ заттар құрамының қайта бөлінуімен және салыстырмалы сұйылу әсерімен байланысты. Ал бие сүтінде керісінше, байытылған үлгіде майдың массалық үлесі 16,78%-дан 19,29%-ға дейін артқан. Көмірсулардың массалық үлесі түйе сүтінің бақылау үлгісінде 29,38% құраса, ал сығынды қосылған үлгіде бұл көрсеткіш 33,97%-ға дейін артты. Бие сүтінде көмірсулардың мөлшері бақылау үлгісінде 51,04% болса, байытылған үлгіде 49,75%-ға дейін азайды. Бұл өзгерістер сығынды енгізу кезінде өнімнің жалпы компоненттік құрамының қайта теңгерілуімен түсіндіріледі. Ылғалдың массалық үлесі барлық үлгілерде салыстырмалы түрде төмен деңгейде болғанын байқауға болады. Түйе сүтінің бақылау үлгісінде ылғал мөлшері 9,68% құраса, сығынды қосылған үлгіде ол 7,89%-ға дейін төмендеген. Бие сүтінде бұл көрсеткіш шамамен 7,59% және 5,65% болды. Ылғалдылықтың төмендеуі сығындының құрғақ заттарға бай болуымен және сублимациялық кептіру процесінің тиімділігімен байланысты.

Құрғақ заттардың массалық үлесі бақылау үлгілерімен салыстырғанда байытылған үлгілерде жоғары болды. Түйе сүтінде құрғақ заттардың үлесі 90,32%-дан 92,11%-ға дейін артқанын байқасақ, бие сүтінде 92,41%-дан 94,35%-ға дейін өсті. Бұл көрсеткіштер сублимациялық кептірудің дұрыс таңдалған технологиялық режимдерін және өнімнің сақтау тұрақтылығының жоғары деңгейде екенін көрсетеді.

1-кесте. Құрғақ түйе және бие сүтінің витаминдік көрсеткіштері

Көрсеткіштердің атауы, өлшем бірліктері	Құрғақ түйе сүті (бақылау үлгісі)	Құрғақ түйе сүті (грек жаңғағының сығындысы қосылған)	Құрғақ бие сүті (бақылау үлгісі)	Құрғақ бие сүті(грек жаңғағының сығындысы қосылған)
А, мг/кг	13,02	28,68	Табылған жоқ	Табылған жоқ
В1, мг/100г	0,544±0,109	0,571±0,114	0,227±0,055	0,264±0,053
В2, мг/100г	0,136±0,057	0,143±0,029	0,342±0,144	0,352±0,148
В3, мг/100 г	1,36±0,27	1,43±0,29	5,28+1,06	5,54±1,11
В5, мг/100г	0,106±0,021	0,116±0,023	2,201±0,440	2,310±0,462
В6, мг/100г	0,068±0,014	0,071±0,014	0,247±0,049	0,264±0,053
Вс, мг/100г	Табылған жоқ	Табылған жоқ	0,007±0,0010	0,009±0,002
С, мг/100г	44,98±15,74	52,36±18,33	82,72±28,95	86,86±30,40
Е, мг/кг	Табылған жоқ	13,95	Табылған жоқ	11,31

Жалпы алғанда, алынған физика-химиялық көрсеткіштер грек жаңғағы қабығы сығындысын 5% мөлшерде енгізу сублимацияланған бие және түйе сүтінің сапалық құрамына оң әсер ететінін көрсетті. Байытылған үлгілер жоғары құрғақ заттар мөлшерімен, төмен ылғалдылықпен және теңдестірілген компоненттік құрамымен ерекшеленіп, функционалдық бағыттағы

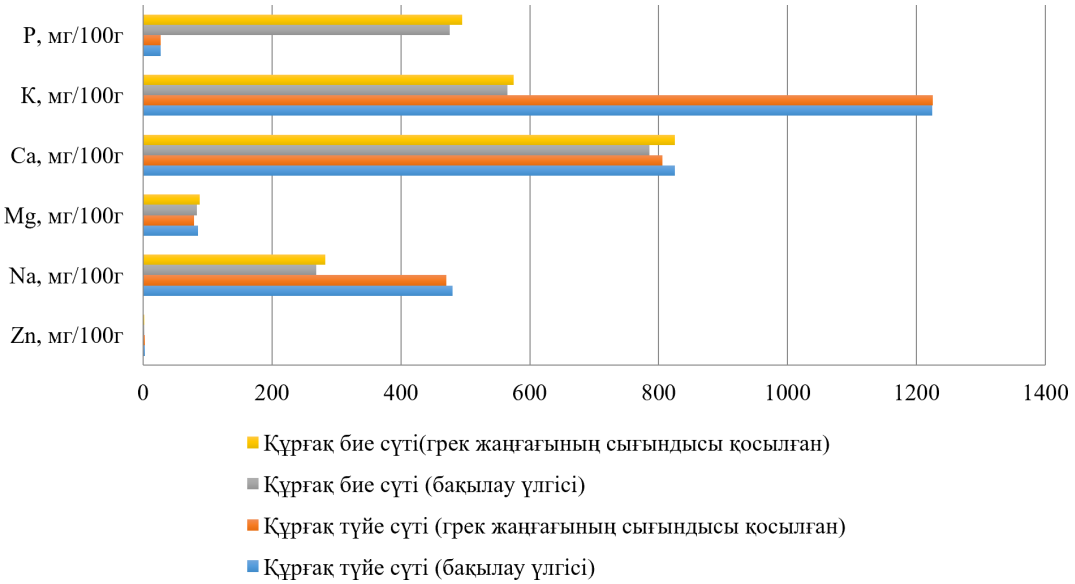
тағам өнімдерін әзірлеу үшін болашағы зор екенін дәлелдеді.

Құрғақ түйе және бие сүтінің витаминдік құрамын зерттеу барысында олардың биологиялық құндылығы мен функционалды қасиеттерін жан-жақты бағалауға, сондай-ақ адам ағзасына қоректік әсерін нақты анықтауға мүмкіндік береді. Бақылау және тәжірибелік үлгілерді салыстыру арқылы грек жаңғағы сығындысының қосылуының витаминдік құрамға, оның ішінде В тобының суда ерігіш және А, С, Е дәрумендерінің майда ерігіш түрлеріне әсері талданды (кесте 1).

А витаминінің (ретинол) мөлшері құрғақ түйе сүтінің бақылау үлгісінде 13,02 мг/кг деңгейінде анықталса, грек жаңғағы қабығының сығындысы қосылған түйе сүтінде бұл көрсеткіш 28,68 мг/кг-ға дейін көтерілді. Ал бие сүтінің бақылау және байытылған үлгілерінде А витамині анықталған жоқ. Бұл айырмашылық түйе сүтінің бастапқы табиғи құрамындағы майда еритін витаминдерге бай болуымен сипатталады.

В тобының витаминдері барлық үлгілерде анықталды, олардың концентрациясы сүт түріне байланысты өзгергені байқалады. Ең жоғары мәндер бие сүтінде байқалды: В3 витамині 5,28–5,54 мг/100 г, В5 және В6 витаминдері де салыстырмалы түрде қарағанда жоғары болды. Ал ең төмен көрсеткіштер түйе сүтінде тіркелген: В1 0,544–0,571 мг/100 г, В5 0,106–0,116 мг/100 г, В6 0,068–0,071 мг/100 г. Фолий қышқылы тек бие сүтінде аз мөлшерде анықталды. С витаминінің мөлшері барлық үлгілерде салыстырмалы түрде жоғары болғаны анықталды, бие сүтінде 82,72–86,86 мг/100 г, ал түйе сүтінде 44,98–52,36 мг/100 г болды.

Е витамині (токоферол) түйе сүтінің бақылау үлгісінде анықталған жоқ, алайда сығынды қосылған үлгіде 13,95 мг/кг деңгейінде тіркелді. Сәйкесінше бие сүтінде де бақылау үлгіде Е витамині анықталмаса, байытылған үлгіде оның мөлшері 11,31 мг/кг болды. Бұл грек жаңғағы қабығы сығындысының токоферолдарға бай екенін және оның өнімнің витаминдік құндылығын арттырғанын дәлелдейді.



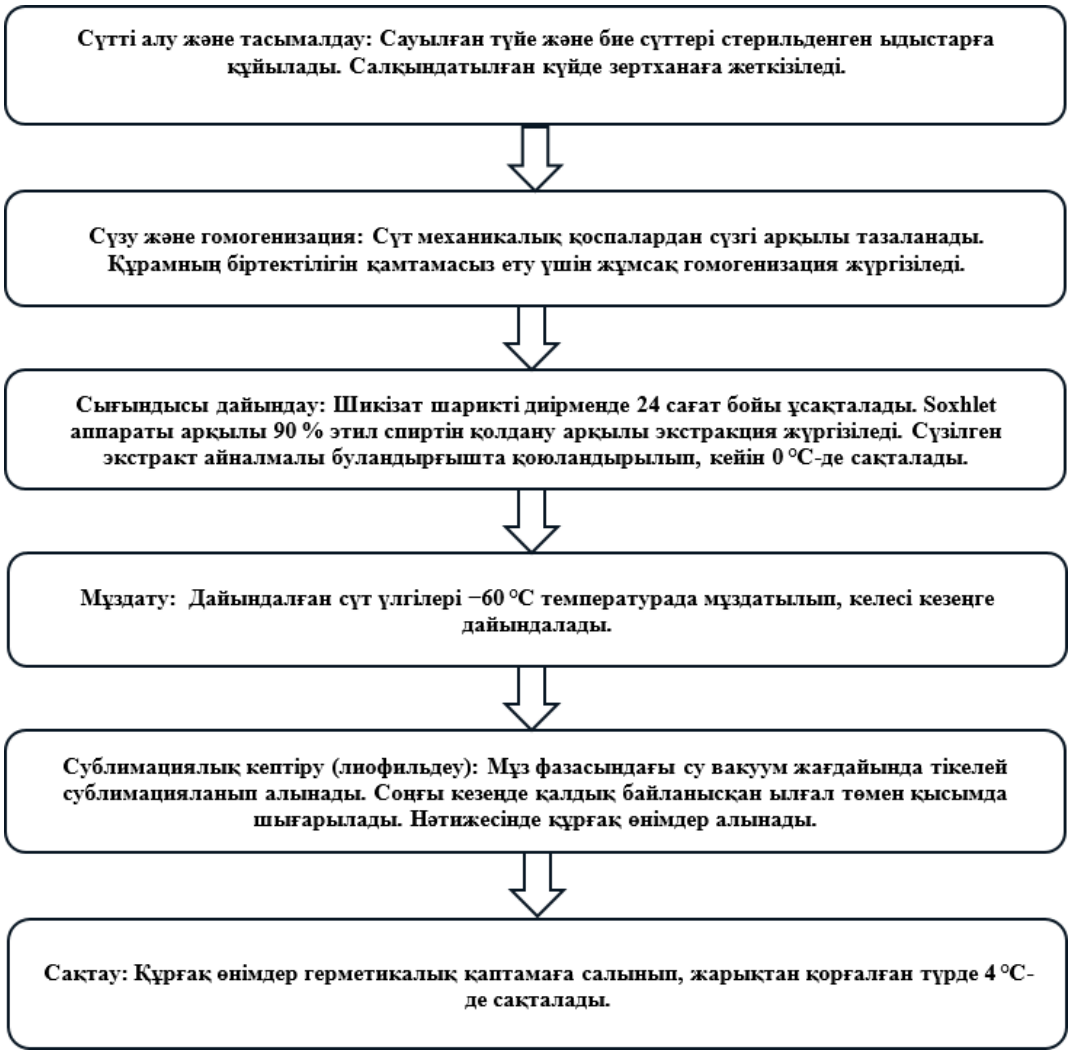
3-сурет. Құрғақ бие және түйе сүтіндегі минералды элементтер құрамы

Алынған нәтижелер грек жаңғағы қабығы сығындысын 5% мөлшерде енгізу арқылы сублимацияланған түйе және бие сүтінің витаминдік құрамын байытып, әсіресе Е витаминінің пайда болуына және В тобы витаминдерінің бірқатарының артуына ықпал ететінін көрсетті. Бұл байытылған өнімдердің функционалдық бағыттағы тағамдық және биологиялық құндылығы

жоғары екенін дәлелдейді.

Сонымен қоса, құрғақ түйе және бие сүтінің минералды элементтердің құрамын талдау жүргізу барысында олардың биологиялық құндылығы мен функционалды қасиеттерін бағалауға мүмкіндік береді. Бақылау және тәжірибелік үлгілерді салыстыру арқылы грек жаңғағы сығындысының қосылуы негізгі минералдардың — мыс (Zn), натрий (Na), магний (Mg), кальций (Ca), калий (K) және фосфор (P) — құрамына тигізетін ықпалы анықталған (сур.3).

Талдау көрсеткендей, түйе сүтінде мырыш (Zn), натрий (Na), магний (Mg), кальций (Ca) және калий (K) жоғары концентрацияда кездесе, бие сүтінде фосфор (P) мөлшері айтарлықтай басым болды, бұл оның сүйек тіні үшін маңызды қоректік рөлін көрсетеді. Грек жаңғағы қабығының сығындысын 5% мөлшерде енгізу мырыш, кальций және калийдің мөлшерін аздап арттырып, минералдық теңгерімділікті жақсартып, бұл өнімдердің тағамдық құндылығын арттыруға мүмкіндік берді.



4 - сурет. Өсімдік сығындысымен байытылған түйе және бие сүті негізінде құрғақ өнімдер жасау технологиясы

Минералдық көрсеткіштерінің осы ерекшеліктері сүт матрицасының табиғи айырмашылықтарымен, сонымен бірге өсімдік сығындысының биологиялық белсенді заттармен өзара әрекеттесуіне байланысты болып келеді. Байытылған үлгілерде кейбір минералдардың мөлшері бақы-

лау үлгілеріне қарағанда тұрақты түрде жоғары болып, бұл функционалдық өнімдердің қоректік қасиеттерін нығайтады. Сонымен қоса, минералдық көрсеткіштердің жоғары деңгейі өнімнің технологиялық тұрақтылығын және ұзақ мерзімді сақтау қабілетін қамтамасыз етуге көмектеседі.

Осылайша, алынған нәтижелер өсімдік сығындысымен байытылған құрғақ түйе және бие сүтінің функционалды тағамдық өнімдер ретінде перспективалы екенін дәлелдейді, олардың құрамындағы витаминдік және минералдық заттардың оңтайлы теңдестігі адам ағзасына қоректік және биологиялық пайдалы әсерін қамтамасыз етеді.

Өсімдік сығындысымен байытылған түйе және бие сүті негізінде құрғақ өнімдер жасау технологиясын әзірлеу – функционалды және биологиялық белсенді тағамдарды өндірудің өзекті бағыттарының бірегейі. Жаңғақ қабығы сияқты өсімдік сығындыларын қосу өнімдердің витаминдік, минералдық және антиоксиданттық құрамын арттырып, олардың тағамдық құндылығын және функционалдық қасиеттерін жоғарылатады (4-сурет).

Сауылған түйе және бие сүттері стерильденген таза ыдыстарға құйылып, салқындатылған күйде зертханаға жеткізілді. Зертханалық өңдеу барысында сүт механикалық қоспалардан тазаланып, біртекті болу үшін сүзгіден өткізіліп, жұмсақ гомогенизациядан өтті. Дайындалған үлгілер −60°C температурада мұздатылып, вакуум жағдайында сублимациялық кептіру арқылы құрғақ өнімге айналдырылды; негізгі кезеңде мұз фазасындағы су тікелей сублимацияланып, соңғы кезеңде қалдық ылғал алынды. Алынған құрғақ өнімдер герметикалық қаптамаға салынып, жарықтан қорғалған түрде сақталды. Сонымен қатар, жаңғақ қабығының сығындысы қосылған өнімдерге витаминдік, минералдық және антиоксиданттық көрсеткіштер бойынша зертханалық талдаулар жүргізілді.

Қорытынды. Өсімдік сығындысымен байытылған түйе және бие сүті негізінде құрғақ өнімдер өндіру технологиясы сәтті әзірленіп, зертханалық тәжірибелер арқылы оның тиімділігі дәлелденген. Сүт үлгілері механикалық тазалау, сүзу және жұмсақ гомогенизациядан өтіп, −60°C температурада мұздатылды, содан кейін вакуумдық сублимациялық кептіру арқылы құрғақ күйге келтірілді. Өсімдік сығындысы қосылған өнімдерде витаминдер, минералдар және антиоксиданттық белсенділік айтарлықтай артты, бұл олардың функционалдық қасиеттерін және тағамдық құндылығын жоғарылатты.

Сублимациялық кептіру әдісі өнімдердің физико-химиялық тұрақтылығын қамтамасыз етіп қана қоймай, құрамындағы биологиялық белсенді заттардың жоғары мөлшерде сақталуына мүмкіндік берді. Экстракт қосу құрғақ өнімдердің витаминдік және минералдық балансын жақсартып, олардың сапасын тұрақтандырды. Осы технология тағам, қайта өңдеу және функционалды өнімдер өндірісінде тиімді қолдануға, сондай-ақ биологиялық құндылығы жоғары, ұзақ сақталатын өнімдер шығаруға мүмкіндік береді.

Қаржыландыру. Жұмыс Қазақстан Республикасының Ғылым және жоғары білім министрлігі, AP26195833 ”Грек жаңғағы қабығынан алынған сығындымен байытылған түйе мен бие сүтіне негізделген биологиялық белсенді қоспаларды алу технологиясын әзірлеу” ҒЗЖ қаржыландыратын жоба шеңберінде орындалды.

Авторлар «Қазақ қайта өңдеу және тағам өнеркәсіптері ғылыми-зерттеу институты» ЖШС (Астана, Қазақстан) қызметкерлеріне тәжірибелік зерттеулерді жүргізуге және алынған нәтижелерді талқылауға көмектескені үшін шын жүректен алғыс білдіреді.

Әдебиеттер

1. Cais-Sokolińska D., Teichert J., Gawałek J. Foaming and other functional properties of freeze-dried mare’s milk //Foods. -2023. -Vol.12 (11):2274. DOI10.3390/foods12112274.

2. Smolentsev S. Y., et al. Influence of the drying regime on the quality indicators of dry mare's milk //IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. -2021. -Vol.937: 022099. DOI 10.1088/1755-1315/937/2/022099.

3. Gawałek J., Cais-Sokolińska D., Teichert J. Mare's and Cow's milk fortified with flaxseed oil through freeze-drying microencapsulation: physicochemical and nutritional properties //Foods. -2025. -Vol.14 (2):280. DOI 10.3390/foods14020280.

4. Barreto Í. M. L. G., et al. Chemical composition and lipid profile of mare colostrum and milk of the quarter horse breed //PLoS One. -2020. -Vol.15 (9): e0238921. DOI 10.1371/journal.pone.0238921.

5. Sari Y., et al. Optimizing dextrin levels for enhanced physicochemical properties and microstructure of sumbawa mare's milk powder //Advances in Animal and Veterinary Science. -2025. -Vol.13(2). -P.431-439. DOI 10.17582/journal.aavs/2025/13.2.431.439.

6. Guo L., et al. Production technology, nutritional, and microbiological investigation of traditionally fermented mare milk (Chigee) from Xilin Gol in China //Food science & nutrition. -2020. -Vol.8 (1). -P. 257-264. DOI 10.1002/fsn3.1298.

7. Abarshi M.M., et al. Fermented horse milk exhibits antioxidant activity in vitro //FUW Trends in Science & Technology Journal. -2021. -Vol.6 (2). -P.397-403.

8. Ho T.M., et al. Changes in physicochemical properties of spray-dried camel milk powder over accelerated storage //Food chemistry. -2019. -Vol.295. -P.224-233. DOI 10.1016/j.foodchem.2019.05.122.

9. Deshwal G.K., et al. Effect of spray and freeze drying on physico-chemical, functional, moisture sorption and morphological characteristics of camel milk powder //Lwt. -2020. –Vol.134:110117. DOI 10.1016/j.lwt.2020.110117.

10. Sulieman A.M.E., et al. Comparison of physicochemical properties of spray-dried camel's milk and cow's milk powder //International Journal of Food Science and Nutrition Engineering. -2014. -Vol.4 (1). -P. 15-19. DOI 10.5923/j.food.20140401.03.

11. Habtegebriel H., et al. Effect of operating parameters on the surface and physico-chemical properties of spray-dried camel milk powders //Food and Bioproducts Processing. -2018. –Vol.112. -P.137-149. DOI 10.1016/j.fbp.2018.09.010.

12. Tastemirova U., et al. The comparison of the spray-drying and freeze-drying techniques for camel milk: A review //Research for Rural Development. -2020. -Vol.35. -P.102-105. DOI 10.22616/rrd.26.2020.015.

Авторлар туралы мәлімет

Жельдыбаева А.А. - химия ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор, «Қазақ қайта өңдеу және тағам өнеркәсіптері ҒЗИ» ЖШС, Астана, Қазақстан, e-mail: runia_@mail.ru;

Акжанов Н. - PhD докторант, «Қазақ қайта өңдеу және тағам өнеркәсіптері ғылыми-зерттеу институты» ЖШС аға ғылыми қызметкері, Астана, Қазақстан, e-mail: nurtore0308@gmail.com;

Султанова М.Ж. - PhD докторант, «Қазақ қайта өңдеу және тағам өнеркәсіптері ғылыми-зерттеу институты» ЖШС жоба жетекшісі, Астана, Қазақстан, e-mail: sultanova.2012@mail.ru;

Сәдуақас Ә.С. - ғылыми қызметкер, «Қазақ қайта өңдеу және тағам өнеркәсіптері ҒЗИ» ЖШС, Астана, Қазақстан, e-mail: aykon96@mail.ru;

Якияева М.А. - PhD, қауымдастырылған профессор, «Қазақ қайта өңдеу және тағам өнеркәсіптері ҒЗИ» ЖШС, Астана, Қазақстан, e-mail: yamadina88@mail.ru;

Изтаев Б.А. - техника ғылымдарының кандидаты, «Қазақ қайта өңдеу және тағам өнеркәсіптері ҒЗИ» ЖШС, Астана, Қазақстан, e-mail: baurgoldman@mail.ru.

Information about the authors

Zheldybayeva A. A.-Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, Kazakh Scientific Research Institute of Processing and Food Industry LLP, Astana, Kazakhstan, e-mail: runia_@mail.ru;

Akzhanov N. - Doctoral student, Senior researcher of Kazakh Research Institute of processing and food industries LLP, Astana, Kazakhstan, e-mail: nurtore0308@gmail.com;

Sultanova M.Zh. – Doctoral student, Kazakh Scientific Research Institute of Processing and Food Industry LLP, Astana, Kazakhstan, e-mail: sultanova.2012@mail.ru;

Saduakas A.S. – Researcher, Kazakh Scientific Research Institute of Processing and Food Industry LLP, Astana, Kazakhstan, e-mail: aykon96@mail.ru;

Yakiyaeva M.A. – Ph.D., Associate Professor, Kazakh Scientific Research Institute of Processing and Food Industry LLP, Astana, Kazakhstan, e-mail: yamadina88@mail.ru;

Iztaev B. A. - Candidate of technical sciences, Kazakh Scientific Research Institute of Processing and Food Industry LLP, Astana, Kazakhstan, e-mail: baurgoldman@mail.ru