Алматы технологиялық университеті

ӘОЖ 606:637.143+663.9(043.3) Қолтаңба құқықтарында

**СМАҒҰЛ ҒАЛИЯ РЫСБЕККЫЗЫ**

# Бие сүті негізінде диеталық, профилактикалық қасиеттері бар шоколад жасаудың биотехнологиялық әдістері

8D05101 – Биотехнология

Философия докторы (PhD)
дәрежесін алу үшін дайындалған диссертация

Ғылыми кеңесші
б.ғ.д., профессор Синявский Ю.А.
«Қазақ тамақтану академиясы ҚБ»
ЖШС, Қазақстан, Алматы
Шетелдік ғылыми кеңесші
т.ғ.д., профессор Савенкова Т.В.
«Плеханов атындағы РЭУ»
ФМББМ, Ресей, Мәскеу

Қазақстан Республикасы
Алматы, 2025

**МАЗМҰНЫ**


**МАЗМҰНЫ**..... 2
**НОРМАТИВТІК СІЛТЕМЕЛЕР**..... 4
**АНЫҚТАМАЛАР**..... 6
**БЕЛГІЛЕУЛЕР МЕН ҚЫСҚАРТУЛАР**..... 7
**КІРІСПЕ**..... 8
**1 ӘДЕБИЕТТЕРГЕ ШОЛУ**..... 13
1.1 Тамақтануды рационализациялаудың заманауи ғылыми тәсілдері.... 13
1.2 Халықтың нутритивтік жағдайын оңтайландырудағы арнайы тамақ өнімдерінің рөлі..... 21
1.3 Шоколад биологиялық белсенді заттарды жеткізуге арналған функционалдық матрица ретінде..... 23
1.3.1 Шоколад өндірісінің технологиялық ерекшеліктері..... 24
1.3.2 Дәстүрлі шоколадтың құрамы..... 26
1.4 Профилактикалық мақсаттағы арнайы шоколадты өндіру технологиясын жетілдіру бағыттары..... 28
1.4.1 Қантсыз шоколад..... 29
1.4.2 Төмен май құрамы бар шоколад..... 30
1.4.3 Жоғары ақуыз құрамы бар шоколад..... 32
1.5 Арнайы шоколад өнімдерін өндіруде биологиялық белсенді заттарды қолдану келешегі..... 33
1.5.1 Балама сүт түрлері..... 33
1.5.2 Полифенолдар..... 33
1.5.3 Пробиотиктер..... 34
1.5.4 Тағамдық талшықтар мен пребиотиктер..... 35
1.5.5 Полиқанықпаған май талшықтары..... 36
1.5.6 Өсімдік сығындылары..... 37
**2 МАТЕРИАЛДАР ЖӘНЕ ЗЕРТТЕУ ӘДІСТЕРІ**..... 39
2.1 Зерттеу материалдары..... 39
2.2 Зерттеу әдістері..... 39
2.2.1 Құрғақ бие сүтінің физикалық-химиялық, органолептикалық қасиеттерін және қауіпсіздік көрсеткіштерін бағалау әдістері..... 39
2.2.2 Биоактивті құрамдауыштар қосылған, бие сүті негізіндегі шоколадты өндіру технологиясы..... 40
2.2.3 Пробиотикалық дақылдардың ашыту белсенділігі мен өміршеңдігін бағалау әдістемесі..... 43
2.2.4 Физика-химиялық көрсеткіштерді талдау..... 44
2.2.5 Органолептикалық сипаттамаларды талдау..... 44
2.2.6 Арнайы шоколадтың биологиялық құндылығын талдау..... 45
2.2.6.1 Аминқышқылдарының құрамын анықтау..... 45
2.2.6.2 Дәрумендердің құрамын анықтау..... 45
2.2.6.3 Минералды заттардың құрамын анықтау..... 46
2.2.6.4 Май қышқылдарының құрамын анықтау..... 46

| | | |
|---|---|---|
| 2.2.7 | Жануарлардың қорғасынмен улануы жағдайында арнайы шоколадтың әсерін эксперименталдық бағалау әдістері……………….... | 47 |
| 2.2.8 | Тұрақты стенокардиясы және артериялық гипертензиясы бар адамдар тұтынатын шоколадтың кардипротекторлық қасиеттерін клиникалық бағалау әдістері............................................................... | 48 |
| 2.2.9 | Алынған деректерді статистикалық өңдеу әдістері……………........ | 49 |
| **3** | **НӘТИЖЕЛЕР ЖӘНЕ ОЛАРДЫ ТАЛҚЫЛАУ**…………………… | 50 |
| 3.1 | Биенің құрғақ сүтін алу технологиясын әзірлеу……....................... | 50 |
| 3.1.1 | Сублиматтап кептіру процесінде бие сүтін сүзгілеу және пастерлеу режимдерін оңтайландыру…………................................................. | 50 |
| 3.1.2 | Бие сүтінің сапалық көрсеткіштеріне төмен температуралық өңдеудің ықпалы………........................................................................ | 58 |
| 3.1.3 | Бие сүтінің бактерицидтік және антиоксиданттық қасиеттерін арттыру үшін табиғи қоспаларды енгізу технологиясын оңтайландыру.................................................................................... | 59 |
| 3.1.4 | Дайын өнімнің сапасы мен қауіпсіздігіне бие сүтін сублимациялық кептірудің әсері..........................……………………………….…..... | 63 |
| 3.2 | Пробиотикалық микроорганизмдермен байытылған бие сүті негізінде арнайы шоколадты әзірлеу………........................................ | 66 |
| 3.2.1 | Шоколадтың физика-химиялық және органолептикалық қасиеттеріне құрғақ пробиотикалық дақылдардың әсері........................ | 66 |
| 3.2.2 | Құрғақ пробиотикалық дақылдармен байытылған шоколадтың химиялық құрамын бағалау ……………………………………….... | 70 |
| 3.2.3 | Шоколад матрицасындағы пробиотикалық дақылдардың өміршеңдігін бағалау …………………………………...................... | 72 |
| 3.3 | Фукоидан қосылған құрғақ бие сүті негізінде арнайы шоколадты әзірлеу ……………………….......................................................... | 73 |
| 3.4 | Ресвератрол қосылған құрғақ бие сүтіне негізіндегі арнайы шоколадты әзірлеу …………………........................................ | 78 |
| 3.4.1 | Шоколадтың физикалық-химиялық және сенсорлық көрсеткіштеріне бие сүті мен ресвератрол ұнтағын қосудың әсері...... | 78 |
| 3.4.2 | Ресвератролмен байытылған құрғақ бие сүті негізінде әзірленген шоколад өнімдерінің химиялық құрамын бағалау ……...................... | 81 |
| 3.5 | Ресвератролмен байытылған, құрғақ бие сүті негізінде әзірленген шоколадтың тиімділігін эксперименталдық бағалау ……………….... | 87 |
| 3.6 | Тұрақты стенокардия мен гипертензиясы бар адамдарда ресвератролмен байытылған бие сүтінің құрғақ сүті негізінде әзірленген арнайы шоколадтың клиникалық тиімділігін бағалау....... | 91 |
| **ҚОРЫТЫНДЫ**………………………………………………………….... | | 96 |
| **ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ**………………………….......... | | 98 |
| **А ҚОСЫМШАСЫ** Ұйым стандарты……………………….......................... | | 117 |
| **Б ҚОСЫМШАСЫ** Сертификат пен халықаралық конференцияларға қатысуды растайтын құжаттар........................................................................... | | 125 |

## НОРМАТИВТІК СІЛТЕМЕЛЕР

Бұл диссертациялық жұмыста келесідегідей нормативтік құжаттамаларға сілтемелер пайдаланылады:

МЕМСТ 34851-2022 Құрғақ бие сүті. Техникалық шарттар

ҚР СТ 3270-2018 Құрғақ бие сүті. Техникалық шарттар

МЕМСТ 33951-2016 Сүт және сүт өнімдері. Сүт қышқылды микроорганизмдерді анықтау әдістері

МЕМСТ 32615-2014 (ISO 2451:1973) Какао бұршақтары. Техникалық шарттар

МЕМСТ ISO 2292-2014 Какао бұршақтары. Сынама алу

МЕМСТ 32188-2013 Маргариндер. Жалпы техникалық шарттар

МЕМСТ 26809-86 Сүт және сүт өнімдері. Қабылдау ережелері, іріктеу әдістері және сынамаларды талдауға даярлау

МЕМСТ 13928-84 Сүт және әзірленген кілегейлер. Қабылдау ережелері, іріктеу әдістері және оларды талдауға даярлау

МЕМСТ 29246-91 Құрғақ сүт консервілері. Ылғалды анықтау әдістері

МЕМСТ 30305.4-95 Құрғақ сүт өнімдері. Ерігіштік индексін өлшеу әдістемесі

МЕМСТ 29247-91 Сүт консервілері. Майды анықтау әдістері

МЕМСТ 23327-98 Сүт және сүт өнімдері. Кьельдаль бойынша жалпы азоттың салмақтық үлесін өлшеу әдісі және ақуыздың салмақтық үлесін анықтау

МЕМСТ 30305.3-95 Қоюландырылған сүт консервілері және құрғақ сүт өнімдері. Қышқылдық өлшемдерін орындаудың титриметриялық әдістері

МЕМСТ 15113.8-77 Ас концентраттары. Күлді анықтау әдістері

МЕМСТ 9225-84 Сүт және сүт өнімдері. Микробиологиялық талдау әдістері

МЕМСТ 31659-2012 Тағамдық өнімдер. *Salmonella* тектес бактерияларды анықтау әдісі

МЕМСТ 31747-2012 Тағамдық өнімдер. Ішек таяқшалары (колиформдық бактериялар) бактерияларын табу және санын анықтау әдістері

МЕМСТ 30347-2016 Сүт және сүт өнімі. *Staphylococcus aureus* анықтау әдісі

МЕМСТ 30705-2000 Балалар тағамына арналған сүт өнімдері. Мезофильді аэробты және факультативті-анаэробты микроорганизмдердің жалпы санын анықтау әдісі

МЕМСТ 32031-2012 Тағамдық өнімдер. *Listeria Monocytogenes* бактерияларын анықтау әдістері

МЕМСТ 30627.2-98 Балалар тағамына арналған сүт өнімдері. С дәрменінің (аскорбин қышқылы) салмақтық үлесін өлшеу әдістері

МЕМСТ 30627.3-98 Балалар тағамына арналған сүт өнімдері. Е дәруменінің (токоферолдың) салмақтық үлесін өлшеу әдістері

МЕМСТ 30627.4-98 Балалар тағамына арналған сүт өнімдері. РР дәруменінің (ниациннің) салмақтық үлесін өлшеу әдістері

МЕМСТ 30627.1-98 Балалар тағамына арналған сүт өнімдері. А дәруменінің (ретинолдың) салмақтық үлесін өлшеу әдістері

МЕМСТ 26928-86 Тағамдық өнімдер. Темірді анықтау әдісі

МЕМСТ 56139-2014 “Арнайы және функционалдық тамақ өнімдері. Пробиотикалық микроорганизмдерді анықтау және санау әдістері”

МЕМСТ ISO 7218-2011 Жануарларға арналған тағамдық өнімдер және жемдер микробиологиясы

МЕМСТ 34551-2019 Кондитерлік өнімдер. Ақуыздың салмақтық үлесін анықтау әдісі

МЕМСТ 31902-2012 «Кондитерлік өнімдер. Майдың салмақтық үлесін анықтау әдісі».

МЕМСТ 5901-2014 «Кондитерлік өнімдер. Күлдің және металломагнитті қоспаның салмақтық үлесін анықтау әдісі»

МЕМСТ ISO 6658-2016 «Органолептикалық талдау. Әдіснама. Жалпы басшылық»

МЕМСТ 5900-2014 «Кондитерлік өнімдер. Ылғалды және құрғақ заттарды анықтау әдістері»

# АНЫҚТАМАЛАР

Бұл диссертациялық жұмыста сәйкес анықтамалары бар келесідегідей терминдер қолданылады:

Арнайы тағамдық өнімдер – созылмалы дерттері бар, әлсіз иммунитетті немесе физиологиялық жүктемесі жоғары адамдарды қоса алғанда, халықтың әртүрлі санаттарының ерекше диеталық қажеттіліктерін қанағаттандыруға арналған тамақ өнімдері.

Шоколад – какао өнімдерін (какао массасы, какао майы), қантты, сүт құрамдауыштарын және басқа ингредиенттерді өңдеу арқылы алынатын, жоғары энергетикалық құндылығы, ерекше органолептикалық қасиеттері бар және функционалдық әрі арнайы тамақ өнімдерінде биологиялық белсенді заттарды жеткізу үшін тамақ матрицасы бола алатын кондитерлік өнім.

Функционалдық ингредиенттер – адам ағзасының бір немесе бірнеше қызметтеріне жағымды әсер ете алатын және оның физиологиялық жағдайын жақсартуға және аурулардың даму қаупін азайтуға ықпал ететін биоактивті құрамдауыштар.

Фукоидан – қоңыр балдырлардан бөлінетін, қабынуға қарсы, иммуномодуляциялық және антиоксиданттық қасиеттерге ие, функционалдық өнімдердің құрамында кеңінен қолданылатын сульфатталған полисахарид.

Пробиотикалық микроорганизмдер – ішек микрофлорасын қалыпқа келтіру және иммундық қорғанысты ынталандыру арқылы ағзаға жеткілікті мөлшерде түскен жағдайда адам денсаулығына оң ықпал ететін тірі микробтық дақылдар.

Ресвератрол – жүзім қабығында, жидектерде және басқа да өсімдіктерде кездесетін айқын антиоксидантты, нейропротекторлық және кардиопротекторлық қасиеттері бар табиғи полифенолды қосылыс.

Сублимациялық кептіру – бастапқы өнімнің құрылымы мен биологиялық белсенділігін сақтауды қамтамасыз ететін төмен температурада бу түрінде ылғалды кетіру және қысымды төмендету арқылы шикізатты сусыздандыру әдісі.

Кардиопротекторлық әсер – миокард функциясын жақсартуды, артериялық қысымды қалыпқа келтіруді және қабынуды төмендетуді қоса алғанда, жүрек-қан тамырлары жүйесін патологиялық өзгерістерден қорғауға бағытталған физиологиялық әрекет.

Антиоксидантты потенциал – азық-түлік құрамдауыштарының бос радикалдарын бейтараптандыру және липидтердің асқын тотығу процестерін тежеу, жасуша құрылымдарының зақымдануын болдырмау қабілеті.

## БЕЛГІЛЕУЛЕР МЕН ҚЫСҚАРТУЛАР

ДДСҰ – Дүниежүзілік денсаулық сақтау ұйымы
ВССА – тармақталған бүйірлік тізбектері бар аминқышқылдары
АІЖ – асқазан ішек жолдары
ФАО – Азық-түлік және ауылшаруашылық ұйымы
ҚТМҚ – қысқа тізбекті май қышқылдары
ҚМҚ – қаныққан май қышқылдары
МҚМҚ – моноқанықпаған май қышқылдары
ПҚМҚ – полиқанықпаған май қышқылдары
ФОС – фруктоолигосахаридтер
ГОС – галактоолигосахаридтер
ГПМЦ – гидроксипропилметилцеллюлоза
ЖТСХ – жоғары тиімді сұйықтық хроматографиясы
ЛПМ – лиофилизацияланған пробиоттік микроорганизмдер
ҚФС – құрғақ фукоидан сығындысы
МДА – малон диальдегиді
ДК – диен конъюгаттары
КТ – каталаза
СОД – супероксиддисмутаза
АОҚ – антиоксиданттік қорғаныс
ЖАБ – жалпы антиоксиданттық белсенділік
ПОЛ – липидтердің асқын тотығы
ҚМСҚ – құрғақ майсыздандырылған сүт қалдығы
АНА – Америка кардиологиялық қауымдастығы
АКК – кальций арналарының антагонисттері
АПФ – ангиотензин түрлендіретін фермент
ТТЛП – төмен тығыздықты липопротеиндер
ЖТЛП – жоғары тығыздықты липопротеиндер
ТГ – тиреоглобулин
6MWT – алты минуттық жүріс тесті
ATS – Америка торакальды қоғамы

# КІРІСПЕ

**Диссертациялық зерттеудің жалпы сипаттамасы.** Диссертациялық жұмыс тағамдық биотехнология саласына қатысты және функционалдық ингредиенттермен байытылған бие сүті негізінде арнайы шоколад өнімдерін жасауға арналған. Зерттеу барысында келесі биоактивті құрамдауыштарды қамтитын үш эксперименталдық рецептура әзірленді және зерттелді: қоңыр балдырлар полисахариді – фукоидан, пробиотикалық дақылдар және ресвератрол. Алынған үлгілердің физика-химиялық, органолептикалық және функционалдық-технологиялық қасиеттеріне кешенді талдау жүргізілді. Сондай-ақ, арнайы тамақтану аясында әзірленген шоколад өнімдерін қолданудың тиімділігін бағалауға бағытталған эксперименталдық зерттеулер жасалынды. Алынған нәтижелер бұл өнімдерді диеталық және профилактикалық тамақтануда қолдануға келешегі бар деп санауға мүмкіндік береді.

**Зерттеу өзектілігі.** Дәстүрлі сүт шоколады сиыр сүті мен какао өнімдерін *(Theobroma cacao L.)* қолдана отырып жасалады. Ол жоғары сенсорлық сипаттамаларға ие, бірақ оның тағамдық құндылығы көбінесе артық қанықкан майлар, қанттар және әртүрлі қоспалар есебінен азаяды [1]. Осыған байланысты, жақсартылған нутриеттік құрамы бар шоколад өнімдерін әзірлеу, оның ішінде сүт шикізаты мен биологиялық белсенді құрамдауыштардың дәстүрлі емес түрлерін енгізу арқылы әзірлеу өзекті бола түсуде.

Диеталық профилактикалық тамақтанудың арнайы тағамдарын жасауға арналған келешегі бар ингредиенттердің бірі ретінде бие сүті қарастырылады [2]. Альбумин ақуыздарының басым болуын, май мен ақуыздың төмен мөлшерін, лизоцим мен лактоферриннің жоғары концентрациясын қоса алғанда, химиялық құрамының ерекшеліктеріне байланысты бие сүті айқын функционалдық қасиеттерді көрсетеді [3]. Бие сүтінің май қышқылды профилі ол омега-3 және омега-6 санатындағы полиқанықпаған май қышқылдарының, атап айтқанда линол, α-линолен, докозагексаен және эйкозапентаен қышқылдарының жоғары құрамымен сипатталады, олар жүрек-қан тамырлары ауруларының даму қаупін азайтуға көмектеседі [4]. Сонымен қатар, бие сүті дәрумендер мен минералдардың теңдестірілген құрамымен ерекшеленеді. Бие сүтінің құрамында В дәрумендерінің, аскорбин қышқылының, токоферол мен холекальциферолдың, магнийдің, калийдің, кальцийдің, фосфордың және басқа элементтердің жоғары деңгейі байқалады [5].

Осылайша, бие сүтін шоколад өнімдерінің құрамына біріктіру жаңа буынның арнайы өнімдерін әзірлеудегі ғылыми және іс жүзінде негізделген бағыт болып табылады. Шоколад матрицасын биоактивті құрамдауыштармен қосымша байыту осы өнімдердің профилактикалық әлеуетін едәуір кеңейтуге мүмкіндік береді. Осындай өнімдердің құрамы мен технологиясын биотехнологиялық оңтайландыруға бағытталған кешенді зерттеулер жүргізу заманауи тамақ ғылымының өзекті міндеттеріне жауап береді және созылмалы

аурулардың алдын алуға және халықтың денсаулығын сақтауға бағытталған арнайы тамақтануды дамытуға үлес қосады.

Диссертациялық зерттеудің **ғылыми жаңалығы** негізгі макро - және микроэлементтер бойынша өнім құрамының теңдігін, өнімді жоғары тиімді функционалдық ингредиенттермен байытуды және өңдеу процесінде олардың биологиялық белсенділігінің сақталуын қамтамасыз ететін бие сүті негізінде арнайы шоколад өнімдерін жасауға кешенді биотехнологиялық тәсілдің әзірленуі мен ғылыми негіздемесін айқындайды. Ғылыми жаңалықтың критерийі әзірленген арнайы шоколад өнімдерінің құрамына сәйкес келеді. Функционалдық ингредиенттер ретінде пайдаланылды: фукоидан – айқын қабынуға қарсы және жалпы күшейтетін әсері бар қоңыр балдырлардың сульфатталған полисахариді; ішек микробиотасының қалыпқа келуіне және ағзаның тосқауыл функциясының жоғарылауына ықпал ететін пробиотикалық микроорганизмдер, сондай-ақ ресвератрол – бағытталған нейропротекторлық және кардиопротекторлық қасиеттері бар полифенолды қосылыс. Бие сүтін көрсетілген биоактивті құрамдауыштармен негіз ретінде шоколад матрицасына біріктіру бұрын тамақ биотехнологиясы және функционалдық кондитерлік өндіріс саласында іс жүзінде ұсынылмаған ғылыми маңызды бағыт болып табылады.

**Зерттеу мақсаты.** Диеталық профилактикалық қасиеттері бар бие сүтіне негізделген мамандандырылған шоколадтың жаңа түрлерін жасаудың биотехнологиялық тәсілдерін әзірлеу.

**Зерттеу міндеттері.**

1. Сақтауды, тағамдық және биологиялық құндылығын және сақтау мерзімінің ұзақтығын барынша қамтамасыз ететін биенің құрғақ сүтін алу технологиясын әзірлеу.

2. Диеталық шоколад түрлерін өндіруде қолданылатын биологиялық белсенді ингредиенттерді таңдауды ғылыми тұрғыдан негіздеу.

3. Функционалдық ингредиенттерді қоса алғанда, шоколадтың жаңа түрлерінің рецептураларын әзірлеу және оңтайландыру.

4. Әзірленген шоколад өнімдерінің химиялық құрамын, физика-химиялық, органолептикалық және тұтынушылық қасиеттерін зерттеу.

5. Қорғасын ацетатымен уытты улану моделінде шоколадтың медициналық-биологиялық қасиеттерін эксперименталдық бағалау.

6. Нормативтік-техникалық құжаттаманы әзірлеу және шоколад өнімдерінің тәжірибелік-өнеркәсіптік партияларын шығаруды ұйымдастыру.

7. Тұрақты стенокардия мен гипертензиясы бар адамдарға ресвератрол қосылған бие сүтіне негізделген арнайы шоколадтың клиникалық тиімділігін бағалау.

**Зерттеу нысаны** сапа, қауіпсіздік, сондай-ақ жоғары тағамдық және биологиялық құндылық талаптарына толық жауап беретін функционалдық ингредиенттер қосылған бие сүті негізінде әзірленген арнайы шоколад өнімдері болып табылады.

**Зерттеу нысаны.** Құрғақ фукоидан сығындысымен, пробиотикалық микроорганизмдермен және ресвератролмен байытылған бие сүті негізінде

шоколад өнімдерінің құрамы, өндірістің технологиялық параметрлері, физика-химиялық және функционалдық-технологиялық қасиеттері, сондай-ақ олардың дайын өнімнің биологиялық құндылығы мен профилактикалық тиімділігіне әсері.

**Зерттеудің теориялық маңыздылығы** биоактивті құрамдауыштарды қосу арқылы құрғақ бие сүті негізінде арнайы шоколад өнімдерін жасауға кешенді технологиялық тәсіл алгоритмін әзірлеуден тұрады. Диссертациялық зерттеуді іске асыру аясында осы құрамдауыштардың дайын өнімнің физика-химиялық, сенсорлық және технологиялық қасиеттеріне әсер ету заңдылықтары анықталды. Жұмыс отандық дәстүрлі емес сүт шикізатын пайдалану мүмкіндіктерін кеңейте отырып, арнайы және функционалдық тамақ өнімдерін өндіру теориясының дамуына ықпал етеді. Алынған деректер диеталық және профилактикалық мақсаттағы арнайы тамақ өнімдері саласындағы одан әрі зерттеулердің ғылыми негізін құрайды. Жұмыс нәтижелері органолептикалық сипаттамаларын сақтай отырып, кондитерлік өнімдердің тағамдық құндылығын оңтайландыру мүмкіндіктері туралы ғылыми білімді тереңдетуге ықпал етеді. Диссертациялық жұмыстың теориялық ережелері сау тамақтанудың заманауи талаптарына сәйкес келетін жаппай тұтыну және функционалдық мақсаттағы импортты алмастыратын өнімдерді әзірлеу үшін жаңа перспективаларды ашады.

**Зерттеудің практикалық маңыздылығы.**

Кондитерлік өнеркәсіп кәсіпорындарында енгізілуі мүмкін бие сүті негізінде арнайы шоколадты өндіру бойынша технологиялық шешімдер әзірленді.

Дәлелденген профилактикалық тиімділігі бар шоколадтың жасалған сұрыпталымын халықтың әртүрлі топтарына арналған диеталық және профилактикалық тамақтану бағдарламаларында қолдануға болады.

Шоколад өнімдерінің жаңа түрлеріне әзірленген нормативтік-техникалық құжаттар оларды өнеркәсіптік өндіру және тұтыну нарығына шығару үшін құқықтық негізді қамтамасыз етеді.

Зерттеу нәтижелері импортты алмастыру мәселелерін шешуге ықпал ететін сүт шикізатының перспективалы, бірақ жеткіліксіз сұранысқа ие түрі – бие сүтін пайдалану арқылы кондитерлік өнеркәсіптің шикізат базасын кеңейтуге мүмкіндік береді.

Функционалдық ингредиенттердің шоколад матрицасының құрамдауыштарымен өзара әрекеттесуінің белгіленген заңдылықтарын арнайы тағамдардың басқа түрлерін жасауда қолдануға болады.

Зерттеу материалдары тамақ биотехнологиясы саласындағы мамандарды, нутрициологтарды, диетологтарды, тамақ өндірісінің технологтарын, сондай-ақ функционалдық және арнайы мақсаттағы өнімдерді әзірлеумен айналысатын ғылыми қызметкерлердің практикалық қызығушылығын туғызады.

**Диссертацияның қорғауға шығарылатын негізгі ережелері.**

1. Сақталуын, тағамдық және биологиялық құндылығын және сақтау мерзімінің ұзақтығын барынша қамтамасыз ететін, құрғақ бие сүтін алу технологиясы әзірленді.

2. Бие сүтін функционалдық мақсаттағы арнайы шоколад өнімдерін жасау үшін негізгі құрамдауыш ретінде пайдаланудың мақсаттылығы ғылыми негізделген, бұл оның химиялық құрамы мен функционалдық-технологиялық қасиеттерін кешенді талдаумен расталған.

3. Өнімнің биологиялық құндылығын біруақытта арттыра отырып, дәстүрлі органолептикалық сипаттамалардың сақталуын қамтамасыз ететін, бие сүтінің негізінде берілген қасиеттері мен модификацияланған нутриенттік құрамы бар шоколад өнімдерінің тұжырымдамасы мен рецептуралық композициялары әзірленді және эксперименталды түрде расталды.

4. Функционалдық ингредиенттердің (фукоидан, пробиотикалық дақылдар және ресвератрол) шоколад массасының физика-химиялық, реологиялық және органолептикалық көрсеткіштеріне әсер ету заңдылықтары анықталды.

5. *In vivo* зерттеулері ресвератролмен байытылған бие сүтіне негізделген арнайы шоколадтың профилактикалық тиімділігін растады. Өнімнің негізгі физиологиялық жүйелердің функционалдық жағдайына және қорғасын ацетатымен уланған кезде зертханалық жануарлар ағзасының антиоксиданттық мәртебесіне сенімді оң әсері анықталды.

6. Тұрақты стенокардия және гипертензиясы бар адамдарға ресвератрол қосылған бие сүті негізіндегі шоколадтың диеталық түрлерінің клиникалық тиімділігіне баға берілді.

7. Арнайы шоколад өнімдерінің жаңа түрлеріне нормативтік-техникалық құжаттама әзірленді және бекітілді.

**Жұмысты сыннан өтуі.** Диссертациялық жұмыстың негізгі нәтижелері төмендегі халықаралық ғылыми конференцияларда баяндалды:

– «Science and Education in the Modern World: Challenges of the XXI Century» атты VIII Халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференциясы, сәуір 2021 жыл, Астана;

– “Тағам, жеңіл өнеркәсіптері мен қонақжайлылық индустриясының инновациялық дамуы” Халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференциясы, 21-22 қазан 2021 жыл, Алматы;

– “Тағам және жеңіл өнеркәсіптеріндегі химиялық технология мен инженерияның заманауи даму тенденциялары” халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференциясы, 23 ақпан 2023 жыл, Алматы;

– “Білімдегі үздіктер” Халықаралық байқауы, 25 сәуір 2025 жыл, Астана;

– “Challenges and problems of modern science” XXI Халықаралық ғылыми конференциясы, 30-31 қазан 2025 жыл, Лондон, Ұлыбритания.

**Жарияланымдар.** Диссертациялық жұмыстың материалдары бойынша 10 баспа жұмысы жарияланды, оның ішінде Scopus деректер базасына кіретін, рецензияланатын басылымдарда 2 мақала, ҒЖБССҚК 1 және 2 тізімдерімен ұсынылған отандық басылымдарда 3 мақала, шетел және Қазақстан

Республикасында халықаралық конференция материалдарында 5 мақала жарияланды.

**Автордың жеке үлесі** зерттеудің тұжырымдамасы мен әдіснамасын әзірлеуді, зертханалық және эксперименталдық жұмыстардың толық циклін жүргізуді, алынған деректерді талдау мен түсіндіруді, сондай-ақ жарияланымдарды дайындауды қамтиды. Жұмыста ұсынылған барлық нәтижелерді автор дербес немесе оның тікелей қатысуымен алады. Диссертацияның ғылыми ережелері мен тұжырымдары автордың өзіндік зерттеулеріне негізделген.

**Диссертацияның құрылымы және көлемі.** Диссертациялық жұмыс 126 бет мәтін түрінде ұсынылған және кіріспеден, әдебиеттерге, материалдар мен әдістерге шолудан, нәтижелер мен талқылаулардан, қорытындыдан, 244 атаудан тұратын пайдаланылған дереккөздер тізімінен тұрады. Негізгі мәтінге 29 кесте мен 18 сурет енгізілді, қосалқы материалдар 2 қосымшаға енгізілді.

# 1 ӘДЕБИЕТТЕРГЕ ШОЛУ

## 1.1 Тамақтануды рационализациялаудың заманауи ғылыми тәсілдері

Урбанизацияның жаһандық тұрақты өсуі, популяциялардың физиологиялық өзгергіштігі және өсіп келе жатқан технологияландыру халықтың денсаулығына көп құрамдауышты теріс әсер етеді. Атаулы процестердің диеталық үлгілердегі елеулі өзгерістер арқылы көрінетін азық-түлік қауіпсіздігіне әсері ерекше маңызға ие [6].

Алиментарлық факторлармен байланысты жұқпалы емес аурулардың өсуінің қазіргі жағдайында дұрыс тамақтану проблемасы ерекше медициналық және әлеуметтік маңызға ие болады. Дұрыс тамақтанбау тұтынылатын тағамның тағамдық және биологиялық құндылығының теңсіздігі, сондай-ақ күнделікті рационда эссенциальды микронутриенттердің жеткіліксіздігі ретінде анықталады [7].

Дүниежүзілік денсаулық сақтау ұйымының мәліметтеріне сәйкес (ДДСҰ), теңгерімсіз рацион және нутритивтік бұзылыстары жаһандық ауқымда аурулар мен өлімнің жоғары деңгейін анықтайтын жүрек-қан тамырлары патологиясының, метаболикалық бұзылулардың, семіздіктің және басқа созылмалы аурулардың дамуының жетекші болжаушылары болып табылады [8-10]. Бүгінгі таңда теңдестірілген тамақтану мен қант диабеті [11], жаңа өскіндер [12], гипертониялық дерт (жүрек бұлшықетінің басым қатысуымен) [13], жүректің ишемиялық ауруы [14], асқазан мен он екі елі ішектің ойық жарасы [15,16] сияқты аурулардың таралуы арасында табиғи байланыс бар екендігі анықталған. Негізгі макро- және микронутриенттер бойынша оңтайлы, теңдестірілген тамақтану жоғары өнімділікті сақтауда, көптеген аурулардың алдын алуда, ағзаның иммундық резервтерін нығайтуда, сондай-ақ ағзаның қолайсыз экологиялық факторларға төтеп беру қабілетін арттыруда өте маңызды [17].

Дәрумендер, макро- және микроэлементтер, маңызды аминқышқылдары, диеталық талшықтар, полиқанықпаған май қышқылдары, сондай-ақ фенолды қосылыстар, терпеноидтар, алкалоидтар, органикалық қышқылдар, полисахаридтер және басқалар сияқты биологиялық белсенді қосылыстардың жетіспеушілігі, адамның физикалық және танымдық қабілеттерінің төмендеуіне әкеледі, сонымен қатар қолайсыз экологиялық факторлардың ағзаға әсерін күшейтуге, денеде ауыр металдардың тұздарының жиналуына, стресстік жағдайлардың дамуына, жүйке-эмоционалдық күйзелістің дамуына және зат алмасу реакцияларының бұзылуына ықпал етеді [18-20].

Әлемдік нутрициологияда теңдестірілген тамақтануды құру қағидалары, макро- және микроэлементтерді тұтынудың ұтымды нормалары, сондай-ақ тамақ өнімдерін жақсартудың теориялық негіздері туралы бірыңғай пікірге қол жеткізілді, бұл осы принциптерді практикалық іске асыруға көшу үшін ғылыми негіз жасайды [21]. Диетология мен профилактикалық медицинаның

заманауи талаптарына сәйкес келетін, берілген сипаттамалары бар тамақ өнімдерін әзірлеу келесі стратегиялық қадам ретінде қарастырылады [22].

Қазақстан Республикасында ҚР Денсаулық сақтау министрлігі шығарған 2023 жылғы 9 шілдедегі № 69-НҚ бұйрығымен халықтың әртүрлі жас және әлеуметтік-демографиялық топтары үшін энергияға және негізгі тағамдық заттарға физиологиялық қажеттіліктердің ғылыми негізделген нормаларын белгілейтін әдістемелік ұсынымдар бекітілді [23]. Қазақ тамақтану академиясы қызметкерлерінің қатысуымен санитарлық-эпидемиологиялық бақылау комитеті әзірлеген бұл нормативтік құжат тамақтануды нормалауға және ұлттық деңгейде тамақпен қамтамасыз етудің бірыңғай стандарттарын қалыптастыруға көзқарастарды жүйелеудегі маңызды кезең. Осы ұсынымдарды қабылдау Республиканың мемлекеттік саясаты шеңберінде тамақтану қауіпсіздігі мен дұрыс тамақтану мәселелерінің маңыздылығын көрсетеді, ал оны іске асыру халықты диеталық қамтамасыз ету жүйесін жетілдіруге ықпал етеді.

Қазақстанда жүргізілген әртүрлі жас топтарындағы халықтың тағамдық мәртебесін зерттеу нақты тамақтану рационының айтарлықтай теңгерімсіздігін анықтады, бұл ет және сүт өнімдерін, өсімдік компоненттерін, жемістерді, көкөністер мен жидектерді қоса алғанда, негізгі азық-түлік санаттарын тұтынудың ұсынылатын нормаларын бұзудан көрініс табады [24]. Рациондардың нутриенттік құрамының байқалған теңгерімсіздігі халықтың едәуір бөлігінде әртүрлі ауырлық дәрежесіндегі ақуыз-энергетикалық жеткіліксіздік белгілерінің қалыптасуына әкеледі, бұл клиникалық-биохимиялық зерттеулердің деректерімен расталады [25].

Теңдестірілген тамақ өнімдерін құрудың қолданыстағы тәсілдерін талдау мыналарды: байытудың биотехнологиялық әдістерін қолдану; қоректік құрамды компьютерлік модельдеу негізінде формулаларды өзгерту; дайын өнімнің биологиялық құндылығын сақтай отырып, шикізатты өңдеудің инновациялық технологияларын енгізуді қамтитын кешенді шешімнің қажеттілігін көрсетеді [26-28]. Осы тәсілдерді іске асыру жалпы нутритивтік тапшылықтарды түзетуге және алиментарлы-шартты аурулардың алдын алуға бағытталған халықтың тамақтануын ұтымды етудің ғылыми негізделген саясатын қалыптастыруға мүмкіндік береді. Азық-түлік тұтынудың жас, физиологиялық және аймақтық ерекшеліктерін ескеретін жекелендірілген шешімдерді әзірлеу ерекше маңызға ие, бұл нутрициология, тамақ биотехнологиясы және диетология жетістіктерінің тығыз бірігуін талап етеді [29].

Тамақтануды рационализациялау стратегияларын әзірлеу үшін тағамның нутриенттік құрамы туралы сенімді деректер қажет, бұл нақты рационды объективті бағалаудың және нутритивтік мәртебені оңтайландыруға бағытталған жаңа шешімдерді әзірлеудің басты негізі. Шикізат көздерінің биологиялық құндылығын алдын-ала бағалау ерекше маңызға ие, ол тек қоректік заттардың сандық құрамын ғана емес, сонымен қатар олардың биожетімділігін де ескеруі керек. Бұл тәсілді енгізу рационды түзету және жаппай тұтыну мен арнайы мақсаттағы инновациялық тамақ өнімдерін құру

бойынша ғылыми негізделген ұсыныстарды әзірлеу үшін жаңа мүмкіндіктер ашады, бұл сайып келгенде халықтың денсаулық көрсеткіштерінің айтарлықтай жақсаруына әкеледі [30].

Дұрыс тамақтану денсаулыққа оң әсер ететін немесе зиян келтірмейтін тағамдық рацион ретінде анықталады, негізгі элементтер көгөністерді, жемістерді, дәнді дақылдарды көп тұтыну және өңделген тағамдарды, қант пен қаныққан майларды аз тұтыну қарастырылады [31]. Халықтың дұрыс тамақтану бойынша ұсыныстарды салыстырмалы түрде нақты түсінуіне қарамастан, іс жүзінде оларды сақтау автоматты тамақтану әдеттеріне, әлеуметтік және физикалық ортаның әсеріне, сондай-ақ рационалды емес тамақтанудың маңызды болжаушысы болып табылатын әлеуметтік-экономикалық жағдайдың төмендігіне байланысты күрделене түседі. Тамақтану тәртібін өзгертуге бағытталған араласулар білім беру бағдарламаларының шектеулі тиімділігін көрсетеді, әдеттерді қалыптастыруға, өзін-өзі реттеуге және қоршаған ортаны өзгертуге бағытталған стратегиялар тамақтану жағдайын ұзақ мерзімді жақсарту үшін перспективалы болмақ.

Заманауи зерттеулер денсаулық сақтаудың негізгі буынында дұрыс тамақтануды ілгерілету үшін мінез-құлық бойынша кеңес берудің маңыздылығын көрсетеді, дегенмен оның іріктелмеген респонденттер үшін тиімділігі туралы дәлелдер шектеулі болып қала береді [32]. Рандомизацияланған бақыланатын сынақтардың мета-талдауы алғашқы медициналық көмекке араласу жемістерді, көгөністерді, жасұнықтарды тұтынудың аз, бірақ маңызды жақсаруына және майдың азаюына әкелуі мүмкін екенін көрсетті, дегенмен денсаулыққа ұзақ мерзімді әсер қосымша зерттеуді қажет етеді [33]. Жерорта теңізі диетасы, DASH және MIND секілді пайдалы диеталық паттерндері, өсімдік тағамдарының, дәнді дақылдардың және қанықпаған майлардың көп болуына байланысты жұқпалы емес аурулар қаупінің төмендеуімен байланысты. Аталмыш диеталар сонымен қатар эпидемиологиялық және клиникалық дәлелдермен расталған өңделген ет, қаныққан май және қосылған қантты тұтынуды шектеумен сипатталады [34].

Тәсілдердің әртүрлілігіне қарамастан, тиімді араласудың негізгі элементтері білім беру құрамдауыштары, мінез-құлық стратегиялары және денсаулық сақтау мекемелері деңгейінде жүйелі қолдау ретінде қарастырылады. Дегенмен, ұсыныстарды оңтайландыру үшін тамақтанудың мәдени, әлеуметтік және экономикалық аспектілерін ескеретін қосымша зерттеулер қажет.

Орны ауыстырылатын аминқышқылдарының жетіспеушілігімен, сондай-ақ минорлық биологиялық белсенді қосылыстардың тамақпен жеткіліксіз жеткізілуімен қатар жүретін жануарлардан алынатын толық ақуыздарды тұтынудың төмендеу тенденциясы алаңдаушылық туғызады. Қазіргі жағдай популяция деңгейіндегі тамақтану құрылымын өзгертуді де, халықтың әртүрлі топтарының жас, физиологиялық және әлеуметтік-экономикалық ерекшеліктерін ескеретін жеке диетологиялық тәсілдерді де қамтитын тамақ мәртебесін түзетудің кешенді жүйесін әзірлеуді және іске

асыруды талап етеді. Бұл түзетудің басым бағыты дәстүрлі құрылымы мен мәдени құндылығын сақтай отырып, негізгі макро және микроэлементтер бойынша диеталардың теңгерімділігін қамтамасыз ету болуы керек [35].

Жоғары сапалы ақуызды, әсіресе жануарлар көздерінен жеткілікті мөлшерде қабылдау дененің оңтайлы өсуін, дамуын және жалпы денсаулығын, соның ішінде бұлшықет ақуызының синтезін, физикалық күшін және метаболикалық функцияларын сақтауда маңызды рөл атқарады, ал рациондағы ақуыздың жетіспеушілігі немесе артық болуы саркопения, зат алмасу бұзылулары және бүйрек функциясының бұзылуы сияқты жағымсыз салдарға әкелуі мүмкін [36]. Ақуызды тұтынудың ұсынылатын мөлшері жасына, физикалық белсенділік деңгейіне және физиологиялық жағдайына байланысты өзгереді, физиологиялық қажеттіліктерді қамтамасыз ету және созылмалы аурулардың алдын алу үшін маңызды және Ауыстырылатын аминқышқылдарының теңдестірілген қатынасының маңыздылығы атап өтіледі.

Азотты тепе-теңдік зерттеулеріне сәйкес, ересек адамдар үшін ақуыздың оңтайлы мөлшері тәулігіне 0,66 г/кг дене салмағын құрайды, өсімдік негізіндегі ақуыздарды тұтыну жүрек-қан тамырлары ауруларының төмен қаупімен байланысты, ал көмірсуы аз, ақуызы жоғары диеталарды ұзақ уақыт сақтау 2 типті қант диабетінің даму қаупін арттыруы мүмкін [37]. Жануарлардан алынатын ақуыздардың биологиялық құндылығы жоғары және жақсы сіңеді, бұл халықтың осал топтары үшін маңызды, алайда, олардың артық мөлшері, әсіресе қызыл және өңделген ет, бірқатар жұқпалы емес аурулардың қаупімен байланысты, ал сүт пен балықты қалыпты тұтыну дененің денсаулығы мен зат алмасу қызметтерін сақтауға көмектеседі [38].

Дәстүрлі түрде алмастырылатын және алмастырылмайтын деп жіктелген аминқышқылдары ақуыз синтезі үшін субстрат ретінде ғана емес, сонымен қатар организмнің қалыпты өсуі мен дамуына әсер ететін зат алмасу жолдарды реттеуші ретінде де маңызды рөл атқарады. Заманауи зерттеулер тамақтануды оңтайландыру және денсаулықты сақтау үшін функционалдық аминқышқылдарын (мысалы, глутамин мен аргинин) қамтитын «идеалды ақуыз» тұжырымдамасын қайта қарау қажеттілігін көрсетеді [39]. Бұл аминқышқылдары лимфоциттердің белсендендірілуін, цитокин өндірісін және антиоксиданттық қорғанысты модуляциялау арқылы иммундық жүйенің жұмысын реттеуде маңызды, бұл оларды дұрыс тамақтанудың маңызды құрамдас бөлігі етеді. Әдебиеттерге сәйкес, осы аминқышқылдарының жетіспеушілігі немесе теңгерімсіздігі иммундық реакцияны нашарлатуы мүмкін, оларды оңтайлы тұтыну организмнің әртүрлі қоршаған орта факторларының әсеріне төзімділігін арттыруға және әртүрлі патологиялық жағдайларда клиникалық нәтижелерді жақсартуға ықпал етеді [40].

Қазіргі зерттеулерде зат алмасу процестерінде реттеуші функцияны орындайтын тармақталған бүйірлік тізбекті аминқышқылдарына (BCAA) – лейцинге, изолейцинге және валинге ерекше назар аударылады. Аталмыш қосылыстар mTOR сигналдық жолын белсендіру арқылы бұлшықет ақуыздарының синтезіне айқын әсер етеді, энергия алмасуына қатысады және

қан-ми тосқауылының тасымалдау жүйелері үшін триптофанмен бәсекелесетін шаршау процестерін модуляциялайды [41]. BCAA физикалық белсенділік, жаттығудан кейінгі қалпына келтіру және жасқа байланысты саркопенияны түзету мәнмәтінінде ерекше маңыздылыққа ие, ал олардың максималды тиімділігі басқа маңызды аминқышқылдарымен үйлесімде көрінеді [42].

Сонымен қатар, глутамин, глутамат, аргинин, глицин, лизин, треонин және құрамында күкірт бар аминқышқылдары ақуыздар, муциндер, глутатион және азот оксиді синтезі үшін маңызды субстраттар ретінде әрекет ететін, сонымен қатар цитопротекторлық және қабынуға қарсы қасиеттері бар ішектің тұтастығы мен қызметін сақтаудағы маңызды элемент ретінде қызмет етеді [43]. Олардың рационға қосылуы ішектің тосқауыл функциясын жақсартуға, шырышты қабаттың регенерацияны жеделдетуге және иммундық жауапты оңтайландыруға көмектеседі, бұл оларды асқазан-ішек жолдарының (АІЖ) ауруларын емдеуге және алдын алуға перспективалы құрамдауыштар етеді.

Құрамында күкірт бар аминқышқылдары (метионин, цистеин) және олардың глутатион сияқты метаболиттері антиоксиданттық қорғанысты сақтауда, иммундық жауапты модуляциялауда және жедел фазалық ақуыздарды синтездеуде маңызды рөл атқарады, бұл әсіресе қабыну жағдайларында, инфекцияларда және жарақаттарда маңызды [44].

Осылайша, заманауи ғылыми дәлелдер ақуыздар мен аминқышқылдарының теңдестірілген тұтынылуы гомеостазды қолдау, зат алмасу процестерді оңтайландыру және өмірдің барлық кезеңдерінде ағзаның физиологиялық функцияларын қамтамасыз ету үшін өте маңызды екенін растайды.

Ағза үшін негізгі энергия көзі болып саналатын көмірсулар тамақтану рационын оңтайландыруда да маңызды функцияларды орындайды, сонымен қатар, олардың сапалық құрамы (қарапайым және күрделі көмірсулардың пайызы) және мөлшері инсулин резистентілік пен семіздікті қоса алғанда, бірқатар зат алмасу бұзылулардың даму қаупіне тікелей әсер етеді [45]. Өзекті дәлелдер өңделген тағамдардағы өсімдік жасушаларының нативті құрылымын сақтау, сондай-ақ көмірсулардың әртүрлі формаларын, соның ішінде резистентті крахмал мен диеталық талшықтарды бағалауға сараланған тәсіл екенін көрсетеді, – тез сіңетін қанттардың теріс әсерін азайтуға қабілетті [46]. Бұл аспектілерді тамақтану рациондарын диеталық түзету және нутритивтік статусты оңтайландыру кезінде ескерілуі керек.

Бос қантты артық тұтынудың зат алмасушылық бұзылулармен дәлелденген байланысына қарамастан, көмірсуларды толығымен алып тастау теңдестірілген тамақтану принциптеріне қайшы келеді, себебі құрамында тазартылмаған көмірсулар бар тағамдар маңызды нутриенттік заттармен қамтамасыз етеді және ішек микробиотасының сақталуына ықпал етеді [47,48].

Басқа микронутриенттер сияқты, тағамдық көмірсулардың негізгі жіктелуі олардың химиялық сипаттамаларына негізделген: жеке мономерлердің табиғаты, полимерлену дәрежесі және гликозидтік байланыс

түрі (α немесе β), бұл 1997 жылы ФАО/ДДҰ сарапшыларының кеңесімен келісілген. Десе де көмірсулардың әсері ең соңында олардың химиялық құрылымымен анықталады, олар физикалық қасиеттермен өзгертіледі, соның ішінде суда ерігіштік, ылғалдану, гельдеу қабілеті, кристалды қосылыс, басқа молекулалармен үйлесімділік (ақуыздар, липидтер, екі валентті катиондар) және жасуша қабырғалары мен мамандандырылған өсімдік тіндерінің күрделі құрылымдарына агрегацияны қоса алады [49].

Нутритивтік күйін оңтайландырудың негізгі аспектілерінің бірі - тағамдық талшықты жеткілікті мөлшерде тұтынуды қамтамасыз ету. Қазіргі ғылыми дәлелдер оларды тұтынудың жоғары деңгейі коронарлық жүрек ауруы, инсульт, артериялық гипертензия, қант диабеті, семіздік және бірқатар гастроинтестинальды аурулардың даму қаупін сенімді түрде төмендететінін көрсетеді [50-52]. Тағамдық талшық артериялық қысым мен сарысулық холестерин деңгейін төмендетуге көмектеседі. Бұдан өзге, еритін талшықтарды тұтынудың артуы сау адамдарда да, қант диабетімен ауыратын науқастарда да гликемиялық бақылау мен инсулинге сезімталдық көрсеткіштеріне оң әсер етеді [53].

Тоқ ішек микробиотасы үшін субстрат ретінде әрекет ететін тағамдық талшықтар қысқа тізбекті май қышқылдары (ҚТМҚ) – ацетат, пропионат және бутират түзу үшін ферментациядан өтеді, олардың әрқайсысы белгілі бір зат алмасу қызметтерін орындайды [54]. Бутират колоноциттер үшін негізгі энергиялық субстраты ретінде қызмет етеді және жасушалардың дифференциациясына, жасуша циклінің тоқтауына және трансформацияланған колоноциттердің апоптозының индукциясына ықпал ететін ісікке қарсы қасиеттерге ие [55]. Пропионат негізінен бауырда зат алмасады, ал ацетат жүйелік қан айналымға енеді және перифериялық тіндерде қолданылады [56,57]. Осылайша, жалпыланған ғылыми дәлелдер тағамдық талшықтың ішек қозғалғыштығын жақсартатынын, өт қышқылдарының, эстрогендердің және әлеуетті канцерогендердің шығарылуына ықпал ететінін, қан сарысуындағы холестерин деңгейін төмендететінін, глюкозаның сіңуін бәсеңдететінін және инсулинге сезімталдықты арттыратынын көрсетеді [58-62]. Осы әсерлердің жиынтығы тағамдық талшықтың теңдестірілген тамақтану рационының ажырамас бөлігі ретіндегі негізгі рөлін негіздейді.

Рационды оңтайландырудағы негізгі нутриенттерді қарастыра отырып, ақуыздар мен көмірсулармен бірге теңдестірілген тамақтанудың негізін құрайтын липидтердің ерекше рөлін атамай өтуге болмайды. Басқа макронутриенттерден айырмашылығы, липидтер бірегей функционалдық қасиеттерге ие, соның ішінде жоғары энергетикалық құндылығы, биологиялық белсенді қосылыстардың синтезіне қатысуы және зат алмасу процестерді реттеуі ерекше рөлге ие [63-65]. Липидтер - полярлы және полярлы емес, соның ішінде триглицеридтер, диглицеридтер, моноглицеридтер, май қышқылдары, фосфолипидтер және стеролдарды қоса алғанда қосылыстар тобы [66]. Азық-түлік құрамында липидтер тағамның дәміне, құрылымына және энергетикалық құндылығына әсер етеді.

Ағзада липидтер көптеген функцияларды орындайды: олар оңай қол жетімді және қосалқы энергия көзі ретінде қызмет етеді, жасуша мембраналарының құрылымдық және функционалдық құрамдауыштары болып табылады, эйкозаноидтар мен сигналдық молекулалардың бастамашылары ретінде әрекет етеді және майда еритін дәрумендер мен басқа биоактивті құрамдауыштардың сіңуіне ықпал етеді [67-70].

Екінші жағынан, майдың артық тұтынылуы семіздік, 2 типті қант диабеті, өсінділер және жүректің ишемиялық ауруы қаупінің жоғарылауымен байланысты [71]. Қаныққан май қышқылдарының көп болуымен сипатталатын жануарлардың майларын тұтыну ең үлкен алаңдаушылық тудырады, себебі олар аталған аурулардың патогенезіне айтарлықтай үлес қосады [72,73]. Осыған байланысты, халықтың тамақтануын оңтайландыру және рациондағы майлардың үлесін азайту стратегияларын қалыптастыру кезінде негізінен ет, ет өнімдері мен майлылығы жоғары сүт өнімдерінен алынатын қаныққан майларды тұтынуды шектеуге ерекше назар аударылады.

Май қышқылдары ағзаның энергетикалық, құрылымдық және сигналдық функцияларын қамтамасыз етуде негізгі рөл атқарады. Тамақтануды рационализациялаудың заманауи тәсілдері липидтердің сандық құрамына ғана емес, сонымен қатар олардың сапалық сипаттамаларына, әсіресе қаныққан (ҚМҚ), моноқанықпаған (МҚМҚ) және полиқанықпаған (ПҚМҚ) май қышқылдарының арақатынасын ескере отырып, көбірек назар аударады.

Май қышқылдарының биологиялық белсенділігі бірнеше деңгейде жүзеге асырылады: олар жасушалардың мембраналық қасиеттерін модуляциялауға, жасушаішілік сигнал беруді реттеуге, ген экспрессиясына және биоактивті липидті медиаторлардың синтезіне қатысады [74-77]. ПҚМҚ жасуша мембраналарының құрылымдық тұтастығын сақтаудың, жасушааралық сигнализацияны қамтамасыз етудің және энергия алмасуын реттеудің негізгі буыны болып табылады. Омега-6 мен омега-3 май қышқылдарының арақатынасы ерекше маңызды, себебі қазіргі заманғы тамақтану рационы тепе-теңдіктің омега-6-ға ауысуымен сипатталады, бұл созылмалы қабыну жағдайларының дамуына ықпал етуі мүмкін [75]. Осыған байланысты жаһандық денсаулық сақтау жүйесі ауқымында негізінен теңіз өнімдерінен келетін ұзын тізбекті омега-3 май қышқылдарын тұтынуды арттыруға бағытталған диеталық стратегиялардың қажеттілігіне ерекше назар аударылады.

Осылайша, майды тұтынуды шектеу, сондай-ақ артық мөлшер организмдегі зат алмасу процестерінің қалыпты жұмысына теріс әсер етеді, бұл белгілі бір патологиялардың дамуына ықпал етуі мүмкін [78,79].

Теңдестірілген тамақтанудың тағы бір маңызды факторы - дәрумендер мен минералды заттардың оңтайлы қатынасы. Қазіргі ғылыми дәлелдер гиповитаминоз мәселесінің және дәрумендерді оңтайлы тұтынудың өзектілігін көрсетеді. Әдеби деректерге сәйкес, майда еритін дәрумендердің, атап айтқанда А және Д дәрумендерінің жетіспеушілігі балалардағы жұқпалы аурулар мен физикалық және когнитивті дамудың бұзылу қаупін едәуір

арттырады [80]. Осылайша, азық-түлікті фортификациялау бүкіл халық деңгейінде дәрумен тапшылығының алдын алудың ең тиімді құралдарының бірі бола отырып, арнайы және функционалдық мақсаттағы жаңа өнімдерді әзірлеуде ерекше маңызға ие.

Соматикалық денсаулыққа әсер етумен қатар, дәрумендердің жетіспеушілігі адамның психоэмоционалды жағдайына айтарлықтай әсер етуі мүмкін. В тобындағы дәрумендердің – ең алдымен В6, В9 (фолий қышқылы) және В12 дәрумендерінің – жүйке жүйесінің қалыпты жұмыс істеуін қамтамасыз етудегі және когнитивті денсаулықты сақтаудағы негізгі рөлі аталады [81]. Рациондағы осы микронутриенттердің жетіспеушілігі депрессиялық және мазасыздық бұзылыстарының даму қаупінің жоғарылауымен, сондай-ақ когнитивті қабілеттердің нашарлауымен, әсіресе қартайған кезде байланысты.

Тамақтануды оңтайландыру контекстінде маңызды аспектілердің бірі дәрумендердің тағамның басқа биоактивті құрамдауыштарымен синергетикалық өзара әрекеттесуін түсіну болмақ. Жақында жүргізілген зерттеу Е дәрумені деңгейі мен ағзаның антиоксидантты қорғанысының тиімділігі арасында, әсіресе қазіргі өмір салты факторларының әсерінен тотығу күйзелісінің жоғарылауы жағдайында маңызды байланыс орнатты [82]. Е дәрумені жасуша мембраналарын тұрақтандыруға көмектеседі, қабыну процестерінің ауырлығын төмендетеді және иммундық жауапты реттеуге қатысады.

Дұрыс тамақтануда дәрумендердің заттардың алмасуын реттеуге және энергетикалық гомеостазды сақтауға қатысуы маңызды. Тағы бір зерттеу кальций алмасуына, иммундық реттеуге, сондай-ақ зат алмасу процестеріне қатысатын гендердің экспрессиясына әсер ететін D дәруменінің гормонға ұқсас қызметіне назар аударады [83]. Халықтың әртүрлі санаттары арасында, атап айтқанда, артық салмағы бар адамдар, егде жастағы адамдар және инсоляция деңгейі төмен аймақтардың тұрғындары арасында D дәрумені тапшылығының ауқымды таралғаны туралы көрсететін эпидемиологиялық дәлелдерге ерекше назар аударылады. Бұл деректер ағзадағы осы микронутриент деңгейіне әсер ететін маусымдық, жас және мінез-құлық факторларын, соның ішінде рационға байытылған арнайы өнімдерді енгізуді ескере отырып, D дәруменімен қамтамасыз етуді үнемі бақылау және оны толықтырудың кешенді стратегияларын әзірлеу қажеттілігін көрсетеді.

Тамақтану күйін оңтайландыру ағзаның гомеостазды, метаболизмді және бейімделу процестерін қолдау үшін өмірлік маңызды минералдармен қамтамасыз етілуін кешенді есепке алмастан мүмкін емес. Қазіргі зерттеулер магний, мырыш, темір, мыс және селен сияқты минералдардың туа біткен және бейімделгіш иммунитеттің жұмысын қамтамасыз етудегі негізгі маңыздылығын көрсетеді [84]. Бұл макро- және микроэлементтер цитокин өндірісін, антиоксиданттық белсенділікті, Т- және В-лимфоциттерінің көбеюі мен дифференциациясын реттеуге, сондай-ақ ішектің тосқауыл қызметін сақтауға қатысады [85-88].

Көрсетілген деректерді ескере отырып, тамақтануды рационализациялау медицина, диетология, тамақ биотехнологиясы және денсаулық сақтау саласындағы мамандардың пәнаралық өзара әрекеттесуіне негізделген жүйелі тәсілді қажет етеді. Мұндай тәсіл халықтың нутритивтік күйін оңтайландыруға және денсаулыққа байланысты тәуекелдерді азайтуға бағытталған профилактикалық және түзету стратегияларын ғылыми негізделген әзірлеуді және енгізуді қамтамасыз етеді.

## 1.2 Халықтың нутритивтік жағдайын оңтайландырудағы арнайы тамақ өнімдерінің рөлі

Соңғы онжылдықтарда қоғамның денсаулықты нығайтуға, жұқпалы емес аурулардың алдын алуға және өмір сүру сапасын жақсартуға деген ұмтылысына байланысты тұтынушылардың арнайы және функционалдық тамақтануға деген қызығушылығының тұрақты өсуі байқалды. Бұл үрдіс әсіресе урбанизация деңгейі жоғары және Қазақстан Республикасын қоса алғанда, тамақтану үлгілері өзгерген елдер үшін өзекті. 1980 жылдары Жапонияда пайда болған функционалдық тамақтану тұжырымдамасы әртүрлі елдерде белсенді түрде жүзеге асырылуда және тамақ өнімдерінің кең спектрін қамтиды [89]. Заманауи функционалдық өнімдер нарығы төрт негізгі санатты қамтиды: құрамында функционалдық құрамдауышы бар табиғи тамақ өнімдері, адамның жалпы денсаулығына теріс әсер ететін белгілі бір құрамдауыштардың концентрациясы төмендетілген азық-түлік өнімдері, функционалдық ингредиенттермен байытылған тағамдар, сондай-ақ құрамдас бөлігі белгілі бір құрамдауышты қалпына келтіру, ауыстыру немесе жою әдісімен өзгертілген тамақ өнімдері [90].

Арнайы мақсаттағы тамақ өнімдерін өндіруде биологиялық белсенді ингредиенттер кеңінен қолданылады. Олар тағамдық және биологиялық құндылықты арттыруға бағытталған белгілі бір технологиялық және функционалдық міндеттерді орындайды. Нысаналы тағайындалуына қарай бұл ингредиенттерді келесідей жіктеуге болады:

1. Дайын өнімнің тағамдық құндылығын арттыратын құрамдауыштар.

Бұл топқа өсімдік және жануар тектес ақуыздардың изоляттары, концентраттары мен гидролизаттары, балық майы және организмнің толық жұмыс істеуі үшін қажетті жоғары сіңімді ақуыздар мен полиқанықпаған май қышқылдарының құрамын арттыруға ықпал ететін басқа да қоректік заттар жатады [91,92].

2. Ағзаның иммунологиялық мәртебесін арттыруға ықпал ететін құрамдауыштар.

Оларға әртүрлі өсімдіктердің, балдырлардың және жоғары саңырауқұлақтардың сығындылары (лингжи, чага, шиитаке, фукоидан, жүзім сүйегінің майы, қара зире майы және т. б.) жатады. [93,94]. Бұл ингредиенттер полисахаридтердің, фенолдық қосылыстардың және маңызды май қышқылдарының құрамына байланысты иммуномодуляциялық белсенділікті көрсетеді.

3. Дәлелденген профилактикалық қасиеттері бар құрамдауыштар

Оларға антиоксидантты және тамырды күшейтетін әсері бар өсімдік сығындылары кіреді – итмұрын, долана, теңіз шырғаны және т. б., олар созылмалы инфекциялық емес аурулардың даму қаупін азайтуға ықпал етеді [95].

4. Радиопротекторлық және цитопротекторлық белсенділігі бар құрамдауыштар

Еркін радикалдардың әсерін бейтараптандыруға және жасуша құрылымдарын қорғауға қабілетті жүзім сығындылары, адамтамыр сығындылары, қалың жапырақты шағыр және т. б. сияқты заттар қолданылады [96-98].

5. Айқын детоксикация қасиеттері бар құрамдауыштар

Бұл санатқа ксенобиотиктер мен зат алмасу өнімдерін жоюға ықпал ететін жұмсақ өт айдайтын, несеп айдайтын және адаптогендік әсері бар дәрілік өсімдіктердің (түймедақ, мыңжапырақ, қызғылт родиола және т. б.) сығындылары кіреді [99-101].

Арнайы тамақ өнімдерінің құрамында функционалдық ингредиенттерді таңдау және пайдалану кезінде келесі негізгі талаптарды ескеру қажет [102]:

– Қауіпсіздік: ингредиенттер улы емес, мутагенді, канцерогенді немесе аллергенді емес болуы керек, бұл тиісті сынақтармен расталуы керек;

– Кешенді тұтыну: функционалдық ингредиенттер теңдестірілген рационның бөлігі болуы керек және негізгі тамақтанудың орнын баспауы керек;

– Ғылыми негізділігі: ингредиенттердің биологиялық белсенділігі, оның ішінде олардың химиялық құрамын зерттеу, сондай-ақ клиникалық зерттеулермен расталған физиологиялық әсерлері туралы сенімді деректердің болуы қажет;

– Құрамдауыштардың үйлесімділігі: көп құрамдауышты ингредиенттерді қолданған жағдайда олардың үйлесімділігін, соның ішінде синергетикалық немесе антагонистік өзара әрекеттесулерді зерттеу керек;

– Технологиялық төзімділік: енгізілген доза дайын өнімнің органолептикалық және сенсорлық сипаттамаларын нашарлатпауы керек;

– Күнделікті тұтынуды шектеу: гипервитаминоз немесе басқа зат алмасушылық бұзылулар қаупін болдырмау үшін өнімдегі биоактивті құрамдауыштардың жалпы мөлшері тиісті микронутриенттерге физиологиялық негізделген тәуліктік қажеттіліктің 50%-нан аспауы керек.

Осылайша, арнайы тамақ өнімдерінің құрамына биоактивті құрамдауыштарды енгізу тепе-теңдік, ғылыми сенімділік және технологиялық ұтымдылық қағидаларына негізделген кешенді тәсілді қажет етеді.

Mitsuoka T. [103] ұсынған жіктемеге сәйкес, функционалдық өнімдер әсер ету механизміне байланысты үш топқа бөлінеді:

1. Пробиотиктер – ішек микрофлорасының тепе-теңдігін жақсартуға және сол арқылы денсаулықты нығайтуға көмектесетін тірі микроорганизмдер.

2. Пребиотиктер – тоқ ішекте жақсы бактериялардың көбеюін ынталандыратын тағамның сіңірілмейтін құрамдауыштары (олигосахаридтер, талшықтар).

3. Биогениктер – иммуномодуляция, антиоксиданттық және ісікке қарсы белсенділік арқылы денсаулыққа тікелей немесе жанама оң әсер ететін биологиялық белсенді заттар (иммуномодуляторлар, флавоноидтар, пептидтер).

Арнайы тамақ өнімдері қазіргі заманғы адамның диетасында маңызды рөл атқарады. Оларды қолдану нутригеномика, жеке тамақтану және белсенді ұзақ өмір сүру ұғымдарымен байланысты. Жаһандық қызығушылықтың артуына қарамастан, нақты құрамдауыштардың пайдасын одан әрі ғылыми негіздеу, соның ішінде тіке зерттеулерді жүргізу және нормативтік базаны қалыптастыру қажет.

### 1.3 Шоколад биологиялық белсенді заттарды жеткізуге арналған функционалдық матрица ретінде

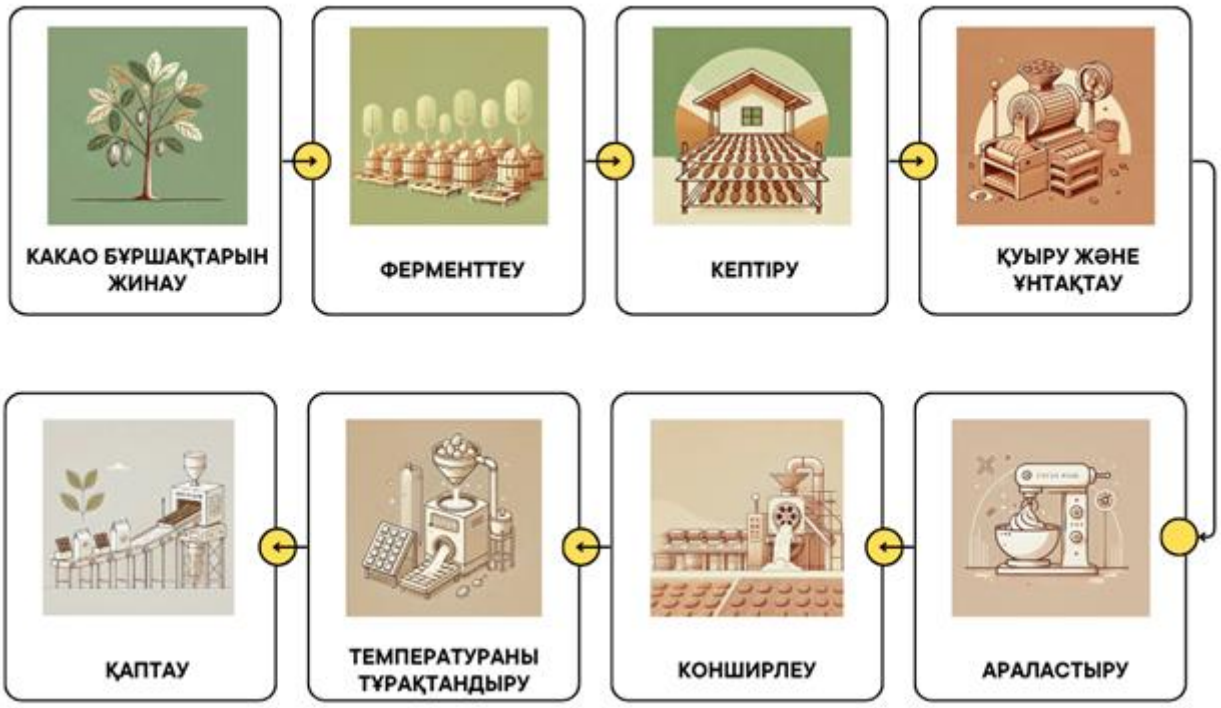
Жаңа функционалдық және арнайы тамақ өнімдерін әзірлеу кезінде оны өзгерту және байыту үшін негізгі ингредиентті таңдаудың негізгі критерийі, сондай-ақ кейіннен дұрыс тамақтануда қолдану оның кең таралуы және халықтың әртүрлі топтары арасында жаппай тұтынылуы ретінде қарастырылады [104]. Бұл тәсіл шикізаттың қол жетімділігін ғана емес, сонымен қатар тұтынушылардың өнімді қабылдауының жоғары ықтималдығын қамтамасыз етеді, бұл диеталық және профилактикалық тамақтануға арналған өнімдерді жасау кезінде өте маңызды [105]. Осындай өнімдердің бірі, сөзсіз, көптеген адамдардың күнделікті рационына кіретін және дәмі мен энергетикалық сипаттамаларына байланысты жоғары сұранысқа ие кондитерлік өнімдер. Соңғы жылдары бүкіл әлемде кондитерлік өнімдердің тек балаларда ғана емес, ересектер арасында да танымалдылығының тұрақты өсуі байқалды [106]. Кондитерлік өнімдер номенклатурасында сүт шоколады ерекше орын алады.

Шоколад – какао туындыларының (*Theobroma cacao L.*), сүт құрамдауыштарының, қанттардың немесе тәттілендіргіштердің және әртүрлі тағамдық қоспалардың қоспасын өңдеу арқылы алынған кондитерлік өнімдер жоғары калориялы өнім ретінде сипатталады [107]. Какао бұршақтарының химиялық құрамы көмірсулардың (31%), ақуыздардың (11%), майлардың (54%), жасұнықтардың (16%) және минералды заттардың жоғары деңгейімен сипатталады [108]. Шоколад теобромин, кофеин және полифенолдар сияқты какао биоактивті құрамдауыштары арқылы ағзадағы зат алмасу процестеріне ынталандырушы әсер етеді [109]. Бұл биоактивті құрамдауыштар көңіл-күйді жақсартуға, өнімділікті арттыруға және зат алмасу процестерін ынталандыруға ықпал етеді. Какао және оның туындылары (шоколад, какао ликері, какао ұнтағы) құрамында полифенолдардың әртүрлі мөлшері бар және антиоксиданттық әлеуеттің әртүрлі деңгейлері бар [110]. Какао полифенолдарына флавоноидты және флавоноидты емес қосылыстар жатады және олардың жалпы мөлшері дәндердің құрғақ массасына 12-18% құрайды

[111]. Какао полифенолдарының негізгі топтарының ішінде катехиндер (37%), антоцианиндер (4%) және проантоцианидиндер (58%)ерекшеленеді [112]. Бұл қосылыстардың антиоксиданттық қасиеттері ағзаны тотығу күйзелісінен қорғауда маңызды рөл атқарады. Атап айтқанда, полифенолдар липидтердің асқын тотығу процестерін тежейді, төмен тығыздықтағы липопротеидтердің тотығуын болдырмайды және дененің бос радикалдардың әсеріне төзімділігін арттырады [113]. Сонымен қатар, какао мен қара шоколад полифенолдарының ішек микробиотасына модуляциялық әсері туралы деректер бар, бұл иесінің денесінде толерогенді қабынуға қарсы жолды белсендіретін бактериялардың көбеюіне ықпал етеді [114].

### 1.3.1 Шоколад өндірісінің технологиялық ерекшеліктері

Шоколад өндірісі бұл көптеген химиялық реакциялар жүретін күрделі процесс [115]. Шоколадты өндіру процесі 1-суретте көрсетілген. Шоколад өнімдерінің дәмдік сипаттамаларын анықтайтын ең маңызды реакциялар жүретін негізгі қадамдарға ферменттеу, кептіру, какао бұршақтарын қуыру және шоколадты конширлеу жатады [116].




Сурет 1 – Дәстүрлі шоколадты өндірудің технологиялық процесі

Какао бұршақтарын ферменттеу әлі де өздігінен жүретін процесс болып табылады. Бұл процестің негізгі мақсаты - мәйекті кетіру арқылы кондиционерленбеген какао бұршақтарын кейіннен кептіруді жеңілдету. Сонымен қатар, бұл процесс ферменттелген какао бұршақтарының тән түсі мен дәмдік қасиеттерін қалыптастыруға ықпал етеді [117]. Какао дәндерін ферменттеу процесі екі негізгі кезеңді қамтиды: бірінші анаэробты кезеңде ашытқы мен сүт қышқылы бактериялары мәйектегі қант пен органикалық

қышқылдарды ферменттеп, этанол мен сүт қышқылын түзеді. Олар сондай-ақ какао хош иісін құрайтын органикалық қышқылдар мен ұшпа қосылыстар шығарады. Әрі қарай, сүт қышқылы бактериялары ортаның pH деңгейін төмендету арқылы максималды өсімге қол жеткізеді. Екінші аэробты кезеңде сірке қышқылды бактериялар этанолды сірке қышқылына дейін тотықтырады, бұл температураның 45-50°C дейін көтерілуімен бірге жүреді. Олардың популяциясы шыңға жетеді, содан кейін жоғары температураның әсерінен азаяды. Кейінгі кезеңдерде *Bacillus* тұқымдасының ыстыққа төзімді бактериялары пайда болады, олар ферменттер түзіп, какао бұршақтарының дәмі мен хош иісін нашарлататын қосылыстар түзе алады. Бұл процестер какаоның органолептикалық қасиеттерін анықтайды [118].

Шоколад өндірісінің келесі кезеңі - какао бұршақтарын кептіру және қуыру. Температуралық режимдер мен ұзақтықты қоса алғанда, осы процестердің параметрлері соңғы өнімнің дәмдік сипаттамаларын, түсі мен құрылымын қалыптастыруға айтарлықтай әсер етеді [119]. Какао бұршақтарын кептірудің ең көп таралған әдістері - күн сәулесінде табиғи кептіру, күн кептіргіштерінде, пештерде, микротолқынды пештерде кептіру және сублимация әдісі [120]. Қуыру процесінің мақсаты - құрғақ ферменттелген бұршақты өзіне тән хош иісі мен қажетті сынғыштығы бар микробиологиялық қауіпсіз шикізатқа айналдыру. Қуырудың ең көп қолданылатын әдісі-конвекциялық әдіс, онда какао бұршақтары ыстық ауа ағынымен өңделеді. Конвекциялық қуырудың температуралық режимі әдетте 130-150°C аралығында өзгереді, ал процестің ұзақтығы 15-тен 45 минутқа дейінгі уақытты құрайды [121]. Кептіріп, қуырғаннан кейін какао бұршақтары какао массасы немесе какао ликері деп аталатын ұсақ пастаға ұсақталады. Ол үшін шар диірмендері, конш машиналары немесе роликті диірмендер сияқты әртүрлі жабдықтар қолданылады [122].

Конширлеу – шоколад ұзақ уақыт бойы жоғары температураға, механикалық күш-жігерге, сондай-ақ майлар мен эмульгаторларды қосуға тартылатын өңдеу кезеңі [123]. Бұл процесс шоколадтың физика-химиялық, реологиялық және сенсорлық қасиеттерінде айтарлықтай өзгерістерге әкеледі [124]. Конширлеудің негізгі міндеттерінің бірі - өнімнің оңтайлы өтімділігі мен құрылымына қол жеткізу, бұл оны кейіннен өңдеу үшін қажет [125]. Сонымен қатар, жылу мен аэрация әсерінен катализденетін тотығу және карбонил реакцияларынан пайда болатын қажетсіз ұшпа қосылыстарды жою конширлеу процесінде маңызды рөл атқарады [126]. Бұған қарқынды араластыру және шоколад массасын бірнеше сағат бойы ұзақ қыздыру арқылы қол жеткізіледі. Конширлеу процесі үш негізгі фазадан өтеді: құрғақ, паста түрінде/иілгіш және сұйық. Конширлеу процесінде қатты заттар май фазасымен жабылады, бұл шоколадтың реологиялық қасиеттерін өзгертеді. Тұтқырлық қант бөлшектері мен какао массасының қабаты ұлғайған сайын азаяды, бұл бөлшектер арасындағы өзара әрекеттесуді азайтады [127]. Уақыт пен температура шоколадтың дәмдік сипаттамаларын қалыптастыруға конширлеудің әсер ету дәрежесін анықтайтын негізгі шамалар ретінде ұсынылады. Алайда, аэрация, шоколад массасына энергия беру және конш-

машинасының құрылымдық ерекшеліктері сияқты факторлар дәмнің өзгеруіне байланысты жеке физика-химиялық механизмдерге де айтарлықтай әсер етеді. Конширлеу негізгі хош иісті қосылыстардың концентрациясын өзгерту немесе олардың шоколад матрицасында таралуы арқылы шоколадтың дәмдік қасиеттеріне әсер етеді. Бұл өз кезегінде осы қосылыстардың басқа құрамдауыштармен өзара әрекеттесуіне, сондай-ақ өнімді тұтыну процесінде олардың бөліну кинетикасына әсер етеді [128].

Конширлеу аяқталғаннан кейін шоколад массасының температурасын тұрақтандыру процесі басталады. Температураны тұрақтандыру – белгілі бір полиморфизмге, нано-және микроқұрылымға, еру температурасына, сондай-ақ беттің жылтырлығы мен механикалық қасиеттерінің берілген көрсеткіштеріне ие майлы кристалды желілерді қалыптастыру үшін какао майының бақыланатын кристалдануына бағытталған күрделі технологиялық кезең [129]. Температураны тұрақтандыру процесі шоколад массасын 43-46°С температураға дейін қыздырудан басталады, онда барлық май кристалдары толығымен ериді. Содан кейін шоколад тұрақты және тұрақсыз кристалды ядролардың қоспасын жасау үшін тұрақты араластырумен 24-29°С дейін салқындатылады және одан әрі өңдеуден бұрын тұрақсыз ядроларды еріту үшін 30-31°С дейін қайта қыздырылады [130]. Температураны тұрақтандыру параметрлері қолданылатын какао бұршақтарының сипаттамаларына байланысты өзгеруі мүмкін. Температураны тұрақтандыру қажеттілігі какао майының күрделі полиморфизміне, сондай-ақ жоғары сапалы сипаттамалары бар сақтау кезінде тұрақты өнімді алуға деген ұмтылысқа байланысты. Температурасы тұрақтанған шоколадты қалыптау және жылтырату үшін қолдануға болады.

Барлық осы процестер аяқталғаннан кейін шоколад баяу: алдымен 18°С дейін, содан кейін 7°С дейін салқындатылады. Шоколадты орау үшін, әдетте, иісі төмен су негізіндегі желімдерді қолданатын салқын тығыздау технологиясы қолданылады. Қаптама материалдары өнімді оттегінің, ылғалдың және жарықтың әсерінен сенімді қорғауды қамтамасыз етуі керек. Дайын шоколадты 18-20°С температурада және ауаның салыстырмалы ылғалдылығы 50%-дан кем болған жағдайда сақтау ұсынылады, оның сапасы мен тұтынушылық қасиеттерін сақтау үшін тікелей жарықпен жанасуды болдырмайды және азайтады [131].

### 1.3.2 Дәстүрлі шоколадтың құрамы

Шоколад - бұл қант, какао және сүттің ұсақ бөлшектерінің жартылай қатты суспензиясы (шоколад түріне байланысты), олар соңғы өнімнің жалпы массасының шамамен 70% құрайды. Бұл бөлшектер негізінен какао майынан тұратын үздіксіз май фазасында біркелкі бөлінеді [132].

Шоколад өнімдері какао бұршақтарын қайта өңдеу өнімдері ретінде ақуыздың аздығымен және майдың жоғары деңгейімен сипатталады [133]. Шоколадтағы ақуыздың орташа мөлшері жалпы массаның 5-10% аралығында өзгереді, бұл оны өндірудің технологиялық ерекшеліктеріне және қолданылатын шикізаттың құрамына байланысты. Шоколадтың

энергетикалық құндылығы оның құрамындағы көмірсулар мен майлардың жоғары деңгейіне байланысты 3000 ккал/кг өнімнен асуы мүмкін [134]. Шоколадтағы көмірсулар негізінен қантпен ұсынылған, олардың мөлшері өнімнің жалпы салмағының 45%-на дейін жетеді [135]. Шоколадтың майлы профилі негізінен өнімдегі липидтердің негізгі көзі ретінде қарастырылатын какао майымен ұсынылған, майдың мөлшері 30-40% жетуі мүмкін, бұл өнімнің құрылымы мен тұтынушылық қасиеттерін анықтайтын какао майының жоғары үлесіне байланысты [136,137]. Какао-қатты заттардың үлесі артқан кезде көмірсулардың салыстырмалы құрамының төмендеуі байқалады, бұл жалпы майдың көбеюімен өтеледі.

Бұл сипаттамалар шоколадтың жоғары энергетикалық құндылығын көрсетеді, бірақ оның қоректік заттардың тепе-теңдігі тұрғысынан шектеулі пайдасын көрсетеді. Шоколадтың әртүрлі түрлерінің химиялық құрамы 1-кестеде келтірілген.

Шоколад сонымен қатар магний, калий, мыс және темір сияқты бірқатар минералды заттардың көзі [138,139]. Аталмыш микроэлементтер ағзаның физиологиялық функцияларын сақтауда маңызды рөл атқарады. Бұл биоактивті құрамдауыштардың құрамы өнімдегі какао-қатты заттардың пайызына байланысты өзгереді.

Шоколадтың негізгі санаттары қара, сүтті және ақ шоколадқа бөлінеді, олар какао өнімдерінің, сүт майының және какао майының құрамына қарай сараланады. Бұл айырмашылықтар көмірсулар, майлар және ақуыздар сияқты негізгі нутриенттердің пропорцияларының өзгергіштігін анықтайды.

Кесте 1 – Шоколадтың әртүрлі түрлерінің химиялық құрамы [140-146]

| Құрамдауыштар | Қара шоколад | Сүтті шоколад | Ақ шоколад |
|---|---|---|---|
| Ақуыздар, % | 8,5-10,4 | 5,0-8,4 | 5,3-6,0 |
| Майлар, % | 40,0-42,0 | 28,0-41,0 | 31,0-32,5 |
| Көмірсулар, % | 31,0-35,0 | 43,0-58,0 | 55,5-60,0 |
| Күл, % | 1,2-1,5 | 1,3-2,6 | 1,2-1,6 |
| Ылғал, % | 0,4-0,9 | 1,0-1,2 | 0,7-1,1 |
| Энергетикалық құндылығы, ккал | 518-560 | 539-575 | 522-539 |
| ФЖҚ*, мг ЭК**/100 г | 573,6-583,7 | 153,9-167,2 | 118,5-134,3 |

*ФЖҚ – Фенолдың жалпы құрамы

**КЭ – Катехин эквиваленттері

Какао өнімдеріне бай қара шоколад полифенолдардың, флавоноидтардың, процианидиндердің, теоброминнің, сондай-ақ иммундық жүйені нығайтуға және жалпы денсаулықты сақтауға көмектесетін дәрумендер мен минералдардың айтарлықтай мөлшерін сақтайды [147]. Қара шоколадтан айырмашылығы, сүтті және ақ шоколадта какао аз болады, бұл олардың құрамындағы биоактивті қосылыстардың концентрациясының төмендеуіне әкеледі. Бұл әсіресе какао майы, қант, сүт және эмульгаторлардан жасалған және іс жүзінде фенолдық қосылыстары жоқ ақ шоколадқа қатысты

[147]. Осыған байланысты дәстүрлі технология бойынша дайындалған ақ шоколад дұрыс тамақтану өнімі ретінде қарастырылмайды. Дегенмен, қазіргі уақытта оның тағамдық қасиеттері мен функционалдық сипаттамаларын жақсартуға бағытталған оны өзгерту тәсілдері әзірленуде [148].

Сүтті шоколад жүйесі басым какао майынан тұратын май фазасындағы бөлшектердің (какао, қант және құрғақ сүт) дисперсиясы ретінде ұсынылады [149]. Сүт шоколады жоғары энергетикалық құндылығымен сипатталады, бұл оның құрамындағы макро- және микронутриенттердің теңгерімсіздігін көрсетеді. Сүт шоколадының тағамдық және биологиялық құндылығы оның рецепт бойынша құрамы мен шикізат құрамдауыштарының сипаттамаларына байланысты. Айта кету керек, сүтті шоколад құрамында қант пен майдың көп мөлшері, сондай-ақ антиоксиданттық әлеуеті төмендігімен ерекшеленеді [150]. Бұл жағдайда оның құрамындағы ақуыз деңгейі мардымсыз болып қалады.

Ұсынылған дәлелдер дәстүрлі шоколад өнімдерінде шоколад түріне байланысты әртүрлі қоректік заттар бар екенін көрсетеді. Бұл айырмашылықтар тұтынушының жеке қалауы мен мақсаттарына сәйкес шоколад түрін таңдаудың маңыздылығын көрсетеді. Шоколадтың жоғары танымалдылығын және оның тамақтану рационына айтарлықтай әсерін ескере отырып, тамақтану ғылымының маңызды бағыты олардың функционалдық сипаттамаларын арттыру мақсатында шоколад өнімдерін өндірудің рецептері мен технологияларын жетілдіру болып табылады. Бұл тәсіл ағзаға ықтимал теріс әсерді азайта отырып, денсаулықты нығайтуға ықпал ететін биологиялық белсенді заттармен шоколадты байытуды қамтиды.

Осы саладағы қосымша зерттеулер биожетімділігі мен сіңімділігі жоғары биоактивті ингредиенттерді жасау үшін нанотехнологияларды қолдануды ескеруі керек. Осылайша, шоколад тағамдық қоспалар түрінде де, нутрицевтиктер түрінде де коммерцияланған кезде де биологиялық белсенді қосылыстарды тасымалдаушы ретінде пайдалану үшін оңтайлы сипаттамалары бар әмбебап тағамдық матрица ретінде ұсынылады.

### 1.4 Профилактикалық мақсаттағы арнайы шоколадты өндіру технологиясын жетілдіру бағыттары

Шоколад өндірісінің индустриясы тұтынушылардың сұраныстарын қанағаттандыруға және салауатты өмір салтының заманауи тенденцияларына бейімделуге бағытталған тұрақты өзгерістерге ұшырайды. Ғылыми зерттеулерді іске асыру шеңберінде шоколадтың функционалдық түрлерін жасау технологияларының дамуы жаһандық ауқымда экспоненциалды өсуді көрсетеді [151]. Бұл шоколад туралы дәстүрлі түсініктерді кеңейтетін жаңа функционалдық өнімдерді кеңінен енгізуге ықпал етеді [152]. Осындай модификациялардың нәтижесінде шоколад дұрыс тамақтану қағидаларын ұстанатын адамдар үшін ақылға қонымды таңдау ретінде жаңа мәртебеге ие болады.

Шоколад пен кондитерлік өнімдерге қатысты «функционалдық» термині «стандартты ингредиенттер белгілі бір физиологиялық функцияны

орындайтын немесе адамға әлеуетті пайдасы бар компонентпен ауыстырылатын, алынып тасталатын немесе толықтырылатын өнім» ретінде анықталады [153]. Шоколадтың функционалдық түрлерін әртүрлі функцияларды орындайтын биоактивті құрамдауыштармен байытуға болады: негізгі тамақтану рационын толықтыру (биологиялық белсенді қоспалар) немесе фармакологиялық әсер ету (нутрацевтика) [154].

Шоколад биоактивті қосылыстарды жеткізудің оңтайлы матрицасы болып табылады, бұл, ең алдымен, оның жоғары тұтынушылық тартымдылығына байланысты [155]. Функционалдық шоколад жасаудың негізгі аспектісі - өсімдік, жануар және микробтық шикізат құрамдауыштарынан қамтитын биологиялық белсенді ингредиенттерді таңдау. Биоактивті қосылыстар ретінде антиоксиданттар, пробиотиктер, пребиотиктер, дәрумендер, макро- және микроэлементтер, тағамдық талшықтар, сондай-ақ денсаулықты сақтау үшін дәлелденген физиологиялық әсері бар өсімдік сығындылары қарастырылады. Зерттеудің маңызды кезеңі-бұл қоспаларды шоколад матрицасына енгізудің оңтайлы дозалары мен кезеңін анықтау, бұл олардың функционалдық қасиеттерін сақтауды және өндіріс процесінің барлық кезеңдерінде биожетімділігін қамтамасыз етеді және соңғы өнімнің жоғары сенсорлық қасиеттерін қамсыздандырады. Бұл мәнмәтінде биоактивті қосылыстарды инкапсуляциялауды, үш өлшемді басып шығаруды, сондай-ақ дәстүрлі ингредиенттерді неғұрлым қоректік және функционалдық баламаларға ауыстыруды қоса алғанда, заманауи өңдеу процестеріне баса назар аударылады. Бұл технологиялар шоколад өнімдерінің тағамдық құндылығын арттыруға ықпал етеді және емдік-профилактикалық әсерін күшейте отырып, белсенді құрамдауыштардың биожетімділігін жақсартады.

### 1.4.1 Қантсыз шоколад

Дәстүрлі шоколад қаныққан май мен қанттың көп болуына байланысты жоғары калориялы өнім (шамамен 500 ккал/100 г) ретінде сипатталады [156]. Салауатты тамақтану тұжырымдамасының дамуы тұтынушылардың қалауының өзгеруіне әкелді: дұрыс тамақтану қағидаларын ұстанатын тұтынушылар қант пен майы аз өнімдерге артықшылық бере отырып, жоғары калориялы тағамдардан бас тартады [157]. Осыған байланысты, кондитерлік сала, атап айтқанда шоколад өнеркәсібі қантты азайту қажеттілігімен, сондай-ақ дайын өнімнің реологиялық қасиеттері, құрылымы, дәмі мен хош иісі сияқты жоғары сапалы сипаттамаларын сақтай отырып, қанттың толық жетіспеушілігімен шоколадты әзірлеумен байланысты үлкен қиындықтарға тап болады.

Шоколад өндірісінде негізгі тәттілендіргіш ретінде дәстүрлі түрде сахароза қолданылады. Алайда, өнімдегі қанттың көп мөлшері калорияның төмендеуімен, гликемиялық индексінің төмендігімен және шоколад өнімдерін дұрыс тамақтануда қолдану мүмкіндігімен сипатталатын балама шешімдерді іздеуді қажет етті [158]. Сахарозаны балама ингредиенттермен алмастыруды көздейтін қантсыз шоколадтың жаңа функционалдық түрлерін жасау

тамақтану ғылымы мен технологиясының келешекті бағытын білдіреді [159,160]. Жақында жүргізілген зерттеу табиғи тәттілендіргіштерді қолдану арқылы төмен гликемиялық индексі бар сүтті шоколадты жасау мүмкіндігін көрсетті. Тәттілендіргіштер ретінде жемісті-олигосахаридтер (ЖОС), инулин, сорбит, пальма қанты және ксилит сияқты қант алмастырғыштар қолданылды [161]. Зерттеу нәтижелері сүтті шоколадтың эксперименталдық үлгілері құрамында сахароза бар бақылау үлгісімен салыстырғанда жоғары сенсорлық сипаттамаларға және төмен гликемиялық индексте (GL<10) ие екенін көрсетті. Бұл шоколад өнімдерін өндіруде көрсетілген қант алмастырғыштарды қолданудың тиімділігін растайды.

Тағы бір зерттеуде шоколадтың құрамында өсімдік негізіндегі құрғақ сүт алмастырғыштар мен балама қант алмастырғыштар бар екі түрінің қоректік және сенсорлық профильдері талданды. [162]. Бірінші рецепт бойынша құрғақ сүт кокос копрасы, бадам және соя ақуызының изолят қоспасымен ауыстырылды. Қара шоколадқа негізделген екінші рецепт бойынша сахароза кокос қантымен, стевиямен және эритритпен алмастырылды, бұл калорияның шамамен 8% төмендеуіне әкелді. Төмен гликемиялық индексі (GL=35) бар кокос қантын қолдану өнімді құрамында сахароза бар дәстүрлі қара шоколадқа пайдалы балама етеді. Зерттеу нәтижелері шоколадтың функционалдық түрлерін жасаудағы балама қант алмастырғыштардың әлеуетін көрсетеді.

Ерітілген қара шоколадтың стационарлық және динамикалық реологиялық қасиеттерін қантты алмастырғыш ретінде сорбитол, изомальт және инулинді қолдану арқылы зерттеу мұндай алмастырудың соңғы өнімнің құрылымына айтарлықтай әсер ететіндігін көрсетті [163]. Осыған байланысты рецептте жаппай тәттілендіргіш қоспаларын қолдану шоколад өнімдерінің функционалдық қасиеттері мен текстуралық сипаттамаларын сақтаудың тиімді әдісі ретінде ұсынылады.

Тағы бір зерттеу қант алмастырғыштардың (мальтит және ксилит) әртүрлі концентрациядағы сүт шоколадының реологиялық сипаттамаларына әсерін зерттеді [164]. Нәтижесінде бақылау үлгісіне ұқсас ең қолайлы реологиялық қасиеттерге қол жеткізу үшін қолданылатын қант алмастырғыштардың оңтайлы арақатынасы анықталды, бұл оларды балама нұсқалар ретінде келешекті етеді.

### 1.4.2 Төмен май құрамы бар шоколад

Сондай-ақ, салауатты тамақтану рационында шоколад өнімдерін пайдалануды шектейтін маңызды фактор - бұл какао майының құрамындағы айтарлықтай үлеске байланысты қаныққан майдың жоғары мөлшері. Осыған байланысты тұтынушылар май құрамы аз шоколад өнімдеріне көбірек басымдық беруде [165]. Майлар кондитерлік өнеркәсіпте, ең алдымен, азық-түліктерге белгілі бір текстуралық сипаттамалар беру үшін, сондай-ақ майда еритін хош иісті заттардың тасымалдаушысы ретінде кеңінен қолданылады [166]. Дәстүрлі түрде шоколадтың майлы құрамдауыштары ретінде какао майы мен сүт майы қолданылады. Бірқатар зерттеулер май құрамдауыштарын

балама ингредиенттермен ішінара немесе толық ауыстыру арқылы төмен калориялы қара шоколад пен сүтті шоколад жасау тәсілдерін ұсынады. Майды алмастырғыштар ретінде какао майының баламалары, какао майын алмастырғыштар, какао майының аналогтары, сондай-ақ теңдестірілген май қышқылының құрамымен сипатталатын майлар мен өсімдік майлары қолданылады [167].

Жақында жүргізілген зерттеу шоколадтың майлы құрамдауышын алмастырудың соңғы өнімнің сенсорлық және реологиялық көрсеткіштеріне әсерін талдады [168]. Альтернативті май құрамдауышы ретінде пальма олеині мен мақта майы әр түрлі арақатынаста және концентрацияда алынды (25%-100%). Зерттеу нәтижелері бойынша 25% майды пальма олеинімен алмастыру шоколадтың реологиялық қасиеттеріне айтарлықтай әсер етпейтіні анықталды, ал май алмастырғыштың үлесінің артуы зерттелетін үлгілердің сипаттамаларында айтарлықтай өзгерістерге әкелді.

Тағы бір зерттеу лимоненнің майсыз шоколадтың тұтқырлығы мен қаттылығын төмендетудегі функционалдық рөлін зерттеді [169]. Лимонен какао майымен байланысып, оның кристалдану құрылымын өзгертеді және өнімдегі қатты май деңгейін төмендетеді. Сонымен қатар, какао майына аз мөлшерде лимонен қосу сұйық майдың тұтқырлығының айтарлықтай төмендеуіне әкелетіні анықталды.

Сондай-ақ, какао негізіндегі «майдағы су» эмульсиясын қолдана отырып, шоколадтың май фазасын ішінара ауыстыру мүмкіндігі көрсетілген [170]. Бұл тәсілді қолдану дайын өнімнің сенсорлық және реологиялық қасиеттерін айтарлықтай өзгертпестен, құрамында 40% аз май бар калориялы шоколадты жасауға мүмкіндік береді.

Шоколад өнімдеріндегі майды ішінара немесе толық ауыстырудың келешекті бағыты - олеогельдерді балама құрамдауыштар ретінде қолдану. Жақында жүргізілген зерттеу күнбағыс майының құрылымдық агенті ретінде гидроксипропилметилцеллюлоза (ГПМЦ) көмегімен алынған олеогельдің қасиеттерін зерттеді [171]. Зерттеу нәтижелері шоколадты қабылдауға айтарлықтай әсер етпестен какао майының 70%-на дейін олеогельмен алмастыру мүмкіндігін көрсетеді, ал алмастырудың оңтайлы деңгейі 50% құрайды.

Майды азайту үшін олеогельдерді қолдану қатты шоколад өндірісінде де, шоколад пастасын дайындауда да мүмкін. Зерттеулердің бірінде сүт майын алмастыру ретінде 10% балауыз және моноглицеридтермен құрылымдалған суық сығымдалған жаңғақ майына негізделген олеогельді қолдану арқылы шоколад майының құрамын өзгерту мүмкіндігі зерттелді [172]. Зерттеу нәтижелері құрамында кандедиль балауызы мен моноглицеридтері бар олеогельдердің екі нұсқасы да бақылау үлгісі ретінде алынған коммерциялық шоколад майының сенсорлық қасиеттерін сәтті қайталағанын көрсетті, бұл оларды дәстүрлі май құрамдауыштарына балама ретінде пайдалану келешегін растайды.

Заманауи зерттеулер олеогельдер, өсімдік майлары және эмульсиялар сияқты баламалы май құрамдауыштарын майдың азайтылған шоколад

өнімдерін жасау үшін қолданудың айтарлықтай әлеуетін көрсетеді, салауатты тамақтану үшін функционалдық шоколад түрлерін жасаудың жаңа мүмкіндіктеріне жол ашады.

### 1.4.3 Жоғары ақуыз құрамы бар шоколад

Салауатты тамақтанудың тағы бір тенденциясы - тұтынушылардың ақуызы жоғары тағамдарға деген қызығушылығының артуы. Тағамдық ақуыздар соңғы өнімдердің функционалдық қасиеттеріне айтарлықтай әсер ететін маңызды рөл атқарады. Азық түлік технологиясындағы заманауи тәсілдер берілген функционалдық және технологиялық қасиеттері бар жоғары ақуызды ингредиенттердің кең ауқымын өндіруге мүмкіндік береді [173,174]. Шоколадты ақуыз құрамдауыштарымен байыту оның тағамдық және биологиялық құндылығын арттыру тұрғысынан қызығушылық тудырады. Зерттеулердің бірінің нәтижелеріне сәйкес, сүт ақуыздарының шоколад өнімдерінің құрамына қосымша қосылуы полифенолдардың биожетімділігіне әсер етеді [175].

Бірқатар зерттеулер жоғары ақуыз құрамы бар функционалдық шоколад өнімдерінің әзірлеуін көрсетті. Шоколадты масса рецептурасына қосу үшін жоғары ақуызды күнбағыс ұны мен сарысуы бар ақуыз концентраты негізінде биоактивті құрамдауыш әзірленді [176]. Әзірленген ақуыз композициясы идеалды ақуыз профиліне жақын маңызды аминқышқылдарының кең ауқымын қамтамасыз етеді. Бұл қоспаны рецептке қосу шоколадтағы толық ақуыздың мөлшерін арттыруға мүмкіндік берді.

Тағы бір зерттеу қантты сүт ақуызымен алмастыру мүмкіндігін, сондай-ақ күл мен ақуыз қатынасының шоколадтың қасиеттеріне әсерін бағалайды [177]. Қантты сүт ақуызымен алмастыру күл мен ақуыздың қатынасы бақылау үлгісіне жақын болған жағдайда қолайлы органолептикалық сипаттамалары бар шоколад жасауға мүмкіндік берді.

Шоколад өнімдеріндегі ақуыз құрамын арттыру тәсілі оларды дұрыс тамақтануда қолдану контекстінде ғана емес, сонымен қатар спортшыларға арналған арнайы шоколад түрлерін әзірлеуге де қызығушылық тудырады. Зерттеулердің бірі спортшылар мен қант диабетімен ауыратындарды тамақтандыруға арналған сарысуы бар ақуыз изоляты мен эритритті қамтитын функционалдық шоколадты жасау мүмкіндігін бағалады [178]. Аталмыш композицияны қолдану оның тағамдық құндылығын жақсартуға ықпал етті және қатаю процесін жоққа шығаруға мүмкіндік беретін майлы тұнудан (anti-blooming effect) қорғауды қамтамасыз етті.

Осылайша, функционалдық шоколадты әзірлеу тамақ технологиясы, нутрициология және қолданбалы биотехнология саласындағы білімді біріктіруді талап ететін күрделі пәнаралық тапсырма ретінде ұсынылады. Жаңа функционалдық шоколад өнімдерін жобалау кезінде олардың денсаулыққа тигізетін пайдасын ғана емес, сонымен қатар тұтынушылардың сенсорлық сипаттамалары, құны және пайдалану ыңғайлылығы сияқты маңызды аспектілерін ескеру қажет, бұл дәстүрлі өнімдерге де тән [179]. Бұл

әзірлемелер алиментарлық-тәуелді аурулардың алдын алуға және адамның өмір сүру сапасын жақсартуға айтарлықтай үлес қоса алады.

## 1.5 Арнайы шоколад өнімдерін өндіруде биологиялық белсенді заттарды қолдану келешегі

### 1.5.1 Балама сүт түрлері

Дәстүрлі түрде сүтті шоколад өндірісінде өнімге тән кремді дәм мен қанық сүтті хош иіс беру үшін сиыр сүті ұнтағы қолданылады. Алайда, соңғы жылдары тұтынушылардың қалауының барынша салауатты және экологиялық тұрақты тамақтануға қарай өзгеруі аясында жануарлардан да, өсімдіктерден де баламалы сүт түрлерін қолдануға қызығушылық артып келеді. Бұл бағыт шоколадтың функционалдық түрлерін жасау кезінде ерекше өзекті болады.

Функционалдық шоколадтың жаңа түрлерін жасауда жануарлардан алынатын сүтті пайдалану сиыр сүтін енеке, ешкі, бие сүті сияқты дәстүрлі емес сүт түрлерімен алмастыруды қамтиды [180-182]. Сүттің бұл түрлері дайын өнімнің функционалдық және органолептикалық сипаттамаларын едәуір жақсарта алатын ерекше қасиеттерге ие. Сонымен қатар, сүттің бұл түрлері олардың тағамдық құндылығына ықпал ететін теңдестірілген микронутриенттермен сипатталады. Қарастырылып отырған дәстүрлі емес сүт түрлерінің маңызды артықшылығы төмен аллергендік потенциал болып табылады, бұл оларды сиыр сүтінің ақуыздарына аллергиясы бар тұтынушылар үшін қауіпсіз балама етеді.

Түрлі диеталық қалауы бар тұтынушылардың қажеттіліктерін қанағаттандыру нәтижесінде шоколад өнімдерін өндіруде балама өсімдік сүтін пайдалану ерекше қызығушылық тудырады. Атап айтқанда, бұл тәсіл лактоза мен сүт ақуыздарын көтере алмайтын адамдар үшін, сондай-ақ вегандық өмір салтын ұстанатындар үшін өзекті балама болып табылады. Сиыр сүтіне балама ретінде соя, жержаңғақ, бұршақ және сұлы сүті сияқты өсімдік аналогтары қолданылады [183-185]. Баламалы өсімдік сүті пребиотикалық олигосахаридтерді қоса алғанда, тағамдық талшықтың жоғары құрамымен, сондай-ақ құрамында маңызды аминқышқылдарының, дәрумендердің, сондай-ақ макро- және микроэлементтердің болуымен сипатталады. Бұл құрамдауыштар ішек микрофлорасын қалыпқа келтіруге, қандағы триацилглицеридтер мен холестерин деңгейін төмендетуге, сондай-ақ бірқатар жұқпалы емес аурулардың алдын алуға ықпал етеді [186].

### 1.5.2 Полифенолдар

Шоколад өнімдерін жоғары құнды өсімдік құрамдауыштармен байыту оның пайдалы қасиеттерін арттыруға, микроэлементтердің құрамын жақсартуға және сақтау мерзімін ұзартуға бағытталған болуы мүмкін [187]. Осыдан бұрын да айтылғандай, шоколадтың негізгі құрамдауышы - какао-айқын антиоксиданттық белсенділігі бар полифенолдардың жоғары деңгейімен сипатталады. Полифенолдардың құрамы шоколадтың түріне, оның құрамына және технологиялық процесіне байланысты. Шоколад өнімдерінің кейбір түрлері, атап айтқанда ақ және сүтті шоколад, төмен құрамды какао

өнімдерімен өндіріледі, бұл олардың құрамындағы полифенолдар деңгейін айтарлықтай төмендетеді. Нәтижесінде бұл өнімдерді биоактивті қосылыстардың құнды деректер көзі ретінде қарастыруға болмайды. Осыған байланысты тағамдық технологияның өзекті міндеті - тағамдық және биологиялық құндылығы жоғары функционалдық шоколад өнімдерін жасау мақсатында шоколадты полифенолдармен қосымша байыту.

Полифенолдардың көзі ретінде тамақ өндірісінің әртүрлі сығындылары мен жанама өнімдері қарастырылады. Зерттеу нәтижелеріне сәйкес, жоғары фенол профилімен және айқын антиоксиданттық әсерімен сипатталатын жасыл шай сығындысы полифенолдардың қосымша көзі ретінде қарастырылады [188]. Шоколадтың құрамына жасыл шай сығындысын қосу фенолдық қосылыстардың жалпы концентрациясының жоғарылауына ықпал етеді, сонымен бірге соңғы өнімнің қант деңгейі мен калориясын төмендетеді. Фенолды қосылыстардың тағы бір келешекті көзі ретінде жержаңғақ қабығы қарастырылады, ол жоғары фенолдық профильге қарамастан, аз қолданылатын қайта өңдеу өнімі болып қала береді, тамақ өнеркәсібінде іс жүзінде қолданылмайды. Зерттеу нәтижелері шоколад өнімдерін байыту үшін табиғи антиоксиданттардың көзі ретінде берілген ингредиенттің жоғары антиоксиданттық әлеуетін көрсетеді [189]. Сонымен қатар, полифенолдардың жоғары құнды көздері дәстүрлі түрде шарап өндірісінің қалдықтары болып табылатын құрғақ жүзім сығындылары мен жүзім сүйегінің ұнтақтары болуы мүмкін. Әдебиеттік деректерге сәйкес, жүзім шырынын сығып алғаннан кейін сығындыларда полифенолдардың 70%-ына дейін сақталады [190]. Сүт шоколадының құрамына тек 3,5% құрғақ жүзім сығындысын қосу соңғы өнімнің реологиялық және сенсорлық қасиеттерінде айтарлықтай өзгеріссіз полифенолдардың жалпы құрамын едәуір арттыруға мүмкіндік береді [191]. Жабайы өсетін жидектер сонымен қатар полифенолдардың құнды көздерін ұсынады, бұл оларды шоколад өнеркәсібінде биоактивті компоненттер ретінде пайдалануға мүмкіндік береді. Мысалы, зерттеулер көрсеткендей, қаражидек шырынын қосу ақ шоколадтың фенолдық профилін айтарлықтай арттырады [192]. Ұқсас әсер функционалдық шоколад өндірісінде мүкжидек, таңқурай және анар сияқты басқа жидектерді қолданғанда байқалады [193,194].

### 1.5.3 Пробиотиктер

Пробиотиктер тірі микроорганизмдер ретінде анықталады, олар жеткілікті мөлшерде енгізілгенде, қабылдаушы ағзаның денсаулығына пайдалы әсер етеді. Адамның асқазан-ішек микробиотасы нутритивтік күйін және жалпы денсаулықты сақтаудың негізгі функциясын орындайды [195]. Бүгінгі таңда бактериялардың пробиотикалық штаммдары бар өнімдердің негізгі бөлігі йогурттар, қышқыл-сүтті сусындар, сүзбе, қаймақ және ірімшіктерді қоса алғанда, ферменттелген сүт өнімдері түрінде ұсынылған. Алайда, халық арасында лактозаға төзбеушілік жағдайларының көбеюіне байланысты пробиотиктермен байытылған жаңа өнімдерді әзірлеу ерекше өзекті болып отыр. Осы саладағы келешегі бар бағыттардың бірі құрамында пробиотикалық дақылдары бар шоколад өнімдерін жасау болып табылады.

Мұндай өнімдер денсаулықтың жеке ерекшеліктеріне байланысты сүт өнімдерін тұтынуды шектейтін тұтынушылар үшін тартымды балама бола алады. 3-кестеде пробиотиктерді қосатын шоколадтың функционалдық түрлерін жасауға арналған ғылыми әзірлемелердің нәтижелері келтірілген.

Шоколад өнімдерін пробиотиктермен байытудың екі негізгі әдісі бар. Бірінші әдіс-құрамында пробиотикалық дақылдар бар лиофилизделген ұнтақтарды шоколад матрицасына тікелей енгізу [196]. Екінші әдіс микроорганизмдерді қоршаған ортаның қолайсыз жағдайларынан қорғауды қамтамасыз ететін әртүрлі полимерлерді қолдана отырып, пробиотиктерді инкапсуляциялауды қамтиды [197].

Пробиотиктердің сауықтыру әсері олардың штамм ерекшелігіне байланысты. Сонымен қатар, бұл микроорганизмдердің өндіріс, сақтау және асқазан-ішек жолдары арқылы өту кезеңдеріндегі өміршеңдігі олардың биологиялық белсенділігі мен тиімділігін анықтайтын негізгі фактор болып табылады [198].

Пробиотиктермен байытылған шоколад өнімдерінің даму келешектері функционалдық өнімдерді келесі деңгейге көтеруі мүмкін. Бірқатар зерттеулер пробиотиктерді пребиотиктермен, омега-3 май қышқылдарымен және какао бұршақтарының полифенолдарымен бірге енгізудің тиімділігін көрсетеді [199,200]. Биоактивті құрамдауыштардың мұндай комбинациясы синергетикалық әсерді күшейтеді, ішек микробиомасын жақсартуға, иммунитетті нығайтуға және созылмалы инфекциялық емес аурулардың даму қаупін азайтуға ықпал етеді. Тамақтану рационына пробиотиктермен байытылған шоколад өнімдерін енгізу дұрыс тамақтану мен профилактикалық медицинаның заманауи трендтеріне сәйкес келеді.

### 1.5.4 Тағамдық талшықтар мен пребиотиктер

Пробиотиктермен қатар, асқазан-ішек микроорганизмдерімен зат алмасуға қабілетті тағамдық талшықтар мен пребиотиктерді үнемі тұтыну ішек микробиотасын модуляциялауға бағытталған негізгі диеталық стратегиялардың бірі болып табылады [201].

Функционалдық шоколадтың құрамына тағамдық талшықтарды енгізу пребиотикалық құрамдауыштарды қосу есебінен оның қоректік профилін жақсартуға көмектеседі және соңғы өнімдегі қантты азайтуға мүмкіндік береді. Пребиотикалық әсер - бұл ішек микробиотасының құрамына кіретін микроағзалардың бір немесе шектеулі түрлерінің өсуі мен зат алмасу белсенділігін таңдамалы ынталандыру, бұл иесінің денсаулығын жақсартуға көмектеседі. Функционалдық азық-түлік өнімдерін байыту үшін қолданылатын пребиотиктердің ең көп таралған түрлері - фруктоолигосахаридтер (FOS) және инулин [202]. Пребиотикалық компоненттердің бұл түрлері шоколад өнеркәсібінде де кеңінен қолданылады. Жақында жүргізілген зерттеу гигроскопиялық тағамдық талшықтары (инулин және ФОС) бар сүтті шоколадтың сапасын сақтауға орауыш материалдардың әсерін зерттеді [203]. Зерттеу нәтижелері сүт шоколадының сипаттамалары (гигроскопиялық тағамдық талшықтар қосылған және оларсыз) 20°C

температурада және 75% салыстырмалы ылғалдылық жағдайында биаксиалды бағытталған полипропилен (BOPP) / металдандырылған BOPP және BOPP/whiteBOPP сияқты орауыш материалдарды пайдаланған кезде 270 күн бойы тұрақты болып қалатынын көрсетті.

Сонымен қатар, өнімді тағамдық талшықтармен байытудың және қантты азайтудың тиімді әдісі - функционалдық шоколадтың құрамына пребиотикалық қасиеттері бар полидекстрозаны енгізу болмақ. Зерттеу нәтижелері полидекстрозаның сүтті шоколадтың реологиялық қасиеттеріне оң әсерін, сондай-ақ дайын өнімдегі тағамдық талшықтың жоғарылауын көрсетеді [204]. Бұл әсер ұсақ ұнтақтауды қолдану және дайын өнімнің құрылымы мен консистенциясын оңтайландыруға мүмкіндік беретін ұзақ уақытты қолдану арқылы күшейтіледі.

Функционалдық шоколад құрамындағы тағамдық талшықтың тағы бір перспективалы көзі резистентті крахмал болуы мүмкін. Бұл, әсіресе, шоколадтың басқа түрлерінен айырмашылығы, тағамдық талшықтың дәстүрлі көзі болып табылатын майсыз какао өнімдері жоқ ақ шоколад үшін өте маңызды. Зерттеу нәтижелері бойынша резистентті крахмалды енгізу түсті сипаттамаларға, сондай-ақ реологиялық және органолептикалық қасиеттерге теріс әсер етпей, диеталық талшықтардың үлесін арттыру арқылы ақ шоколадтың қоректік құрамын жақсартуға ықпал етеді.

Функционалдық шоколадтың құрамында пребиотикалық құрамдауыштар ретінде D-тагатоза және галактолигосахаридтер (ГОС) қолданылуы мүмкін. Жақында жүргізілген зерттеу сүт шоколадының физика-химиялық және органолептикалық қасиеттеріне пребиотикалық қосылыстар деректерінің әсерін зерттеді [205]. Зерттеу нәтижелері бойынша *Lactobacillus paracasei* пробиотикалық дақылдарының өміршеңдігіне теріс әсер етпейтін сүт шоколады құрамындағы мемлекеттік және тагатозаның оңтайлы арақатынасы анықталды. Бұл пребиотиктердің деректерін жоғары сенсорлық сипаттамалар мен функционалдық қасиеттерді біріктіретін функционалдық шоколад түрлерін әзірлеу үшін келешекті биоактивті құрамдауыштар ретінде қарастыруға мүмкіндік береді.

Зерттеу нәтижелері пребиотиктер мен тағамдық талшықтарды жоғары сенсорлық сипаттамалар мен айқын функционалдық потенциалды біріктіретін шоколадтың функционалдық түрлерін әзірлеуге арналған келешекті биоактивті құрамдауыштар ретінде қарастыруға мүмкіндік береді.

### 1.5.5 Полиқанықпаған май талшықтары

Жоғарыда айтылғандай, азық-түлік өнімдерінің функционалдық қасиеттері көбінесе олардың химиялық құрамымен, соның ішінде май қышқылдарының профилімен анықталады. Шоколадтың май фракциясы негізінен триглицеридтермен және май қышқылдарымен ұсынылған, сонымен қатар токоферолдар, тритерпенолдар және стеролдар сияқты кішігірім қосылыстар түрінде басым ұсынылған. Шоколадтың май қышқылының профиліне стеарин қышқылы (34%) және пальмитин қышқылы (27%) сияқты қаныққан май қышқылдары, сондай-ақ моноқанықпаған май қышқылы-олеин

(34%) кіреді. Бұл май қышқылының профилі шоколадтың бөлме температурасында (20-25°C) қатты консистенцияны сақтау және какао майы мен сүт майында біркелкі бөлінген қатты заттардан тұратын біртекті суспензия қалыптастыру қабілетін анықтайды [136].

Әдеби деректерге сәйкес, ω-3 санатындағы полиқанықпаған май қышқылдарын тұтыну қабыну процестерінің қарқындылығын төмендетуде, сондай-ақ зат алмасу синдромды емдеуде және алдын алуда айтарлықтай әлеуетті көрсетеді [206]. Ұлттық медицина академиясының Food and Nutrition Board ұсыныстарына сәйкес, омега-3 полиқанықпаған май қышқылдарын жеткілікті мөлшерде қабылдау деңгейі жасына, жынысына және физиологиялық жағдайына байланысты өзгереді. Ерлер үшін тұтыну нормасы тәулігіне 1,6 г; әйелдер үшін - тәулігіне 1,1 г; жүкті әйелдер үшін - тәулігіне 1,4 г; ал емізетін аналар үшін - тәулігіне 1,3 г деңгейінде белгіленген [207]. Алайда, көрсетілген нормаларға қарамастан, қазіргі уақытта халықтың рационында ω-3 ПҚМҚ тұтыну тапшылығы байқалады, бұл осы биоактивті қосылыстарға бай өнімдердің жеткіліксіз қосылуына байланысты [208].

Осыған байланысты тағамдық полиқанықпаған май қышқылдарымен қосымша байыту қалыптасқан тапшылықты еңсерудің тиімді диеталық стратегиясы бола алады және оларды тұтынудың ұсынылған деңгейіне қол жеткізуге ықпал етеді. Бірқатар зерттеулер сүт өнімдері, шырындар, шоколадты сүт, қара шоколад, ақ шоколад, сүт шоколады, омега-3 полиқанықпаған май қышқылдары сияқты тағамдарды байыту мүмкіндігін қарастырады [209-214].

Шоколад өнімдерін полиқанықпаған май қышқылдарымен байыту омега-3 және омега-6 санатындағы жеке май қышқылдарын енгізу арқылы немесе пробиотиктер, сондай-ақ суда және майда еритін дәрумендер сияқты басқа биоактивті құрамдауыштармен бірге жүзеге асырылуы мүмкін [215]. Шоколад матрицасында енгізілген ПҚМҚ тұрақтылығына майдың мөлшері, судың төмен белсенділігі, тотығу дәрежесі, қалыпты температура, өңдеу шарттары, қолданылатын какао өнімдерінің фенолдық профилі сияқты әртүрлі факторлар әсер етеді. Зерттеулер көрсеткендей, шоколад омега-3 май қышқылдарын жеткізудің тиімді жүйесі бола отырып, енгізілген полиқанықпаған май қышқылдарының еркін ағатын ұнтақ түрінде де, әртүрлі полимерлерді қолдана отырып, микрокапсуляцияланған түрінде де сақталуын қамтамасыз етеді.

### 1.5.6 Өсімдік сығындылары

Өсімдік тектес биологиялық белсенді қосылыстар фармацевтика, тамақ және химия салаларын қоса алғанда, әртүрлі өнеркәсіп салаларында кеңінен қолданылады [216]. Өсімдік сығындылары шоколадтың функционалдық түрлерін байыту үшін қолдануға болатын биоактивті заттардың келешекті көздері ретінде қарастырылады. Шоколадтың құрамына өсімдік сығындыларын қосу оның фенолдық қосылыстар мен антиоксиданттық белсенділік сияқты функционалдық қасиеттерін жақсартуға бағытталған. Бүгінгі күні 8000-нан астам әртүрлі фенолдық қосылыстар анықталды, табиғи

антиоксиданттардың негізгі көздері жемістер мен көгөністер болып табылады [217].

Функционалдық шоколадты жасауда өсімдік құрамдауыштарын қолдану оны жоғары қосылған құны бар биоактивті құрамдауыштарды жеткізу үшін тиімді тасымалдаушы ете алады. Сонымен қатар, бұл тәсіл дайын өнімнің сақтау мерзімін ұзартуға көмектеседі.

Мырыш лактатының құрамы жоғары қара шоколадтың функционалдық қасиеттерін жақсарту үшін аюбадам сығындысы (*Sambucus nigra*) және арония (*Aronia melanocarpa*) сияқты өсімдік сығындыларын қолданудың ықтимал мүмкіндіктері зерттелді [218]. Бұл сығындыларды енгізу шоколадтың антиоксиданттық белсенділігін арттыруға ықпал ететіні анықталды, ал ең айқын әсер арония сығындысы қосылған үлгіде байқалды. Аталған өсімдік сығындыларының қосылуы әсер етті физикалық-химиялық параметрлер, атап айтқанда, ылғалдылық, майдың мөлшері және шоколадтың тұтқырлығы.

Сонымен қатар, шоколадты өсімдік сығындыларымен байыту соңғы өнімнің микробқа қарсы қасиеттерін жақсартады [219]. Патогендік микроорганизмдерге қатысты кондитерлік өнеркәсіпте хош иістендіргіш ретінде кеңінен қолданылатын коммерциялық қол жетімді өсімдік сығындылары мен эфир майларының тиімділігі зерттелді. Лимон (*Citrus limon*), сермене (*Schisandra*), қара өрік (*Prunus*) және құлпынай (*Fragaria* × *ananassa*) сығындылары мен эссенциялары *E. coli O157:H7, S. Aureus, B. Cereus, L. Monocytogenes* сияқты микроорганизмдердің өсуі мен дамуын тежейтіні анықталды. Бұл өсімдік сығындыларының үлгілері шоколадты 20°C температурада сақтау кезінде айқын микробқа қарсы әсерін көрсетті, бұл оларды өнімнің тұрақтылығын қамтамасыз ету үшін қорғаныс құрамдауышы ретінде қолдану мүмкіндігін көрсетеді.

Функционалдық шоколадты байыту үшін биологиялық белсенді қосылыстардың, полисахаридтердің, антиоксиданттардың, минералдардың, май қышқылдары, амин қышқылдары және дәрумендер сияқты маңызды қоректік заттардың құнды көзі болып табылатын теңіз балдыры сығындыларын да қолдануға болады [220]. Шоколад өнеркәсібінде спирулина (Arthrospira) және ламинария (Laminaria) сияқты балдырлардың түрлері кеңінен қолданылады [221,222]. Осы саладағы зерттеулердің нәтижелері функционалдық шоколадты байытудың биоактивті құрамдауыштары ретінде макро- және микробалдыр сығындыларының жоғары әлеуетін көрсетеді, бұл тағамдық және функционалдық қасиеттері жақсартылған инновациялық өнімдерді әзірлеуге жаңа келешектерді ашады.

Осылайша, шоколад өнімдерінің мамандандырылған түрлерін өндіруде биоактивті құрамдауыштарды қолдану келешектерін талдау дәстүрлі ингредиенттерді функционалдық құрамдауыштармен алмастыру белгілі бір сипаттамалары бар және бағытталған профилактикалық әсері бар өнімдерді құруға мүмкіндік беретіндігін көрсетеді. Мұндай өнімдерді әзірлеу және енгізу салауатты тамақтану саласындағы заманауи әлемдік үрдістерге сәйкес келеді және зат алмасушылық бұзылулардың алдын алуға үлес қоса алады.

## 2 МАТЕРИАЛДАР ЖӘНЕ ЗЕРТТЕУ ӘДІСТЕРІ

### 2.1 Зерттеу материалдары

Зерттеу нысандары ретінде диеталық профилактикалық тамақтану үшін құрғақ бие сүтінен жасалған арнайы шоколад өнімдерінің эксперименталдық үлгілері пайдаланылды.

Арнайы шоколадты өндіру үшін келесі шикізат пайдаланылды:

– МЕМСТ 34851-2022 бойынша табиғи бие сүті;

– ҚР СТ 3270-2018 бойынша құрғақ бие сүті;

– МЕМСТ 33951-2016 бойынша сүт қышқылы бактерияларының құрғақ дақылдары;

– Фукоидан ұнтағы қолданыстағы нормативті құжатқа сәйкес;

– Ресвератрол ұнтағы қолданыстағы нормативті құжатқа сәйкес;

– Дегидрокверцетин қолданыстағы нормативті құжатқа сәйкес;

– Альфа-токоферол қолданыстағы нормативті құжатқа сәйкес;

– Гамма-токоферол қолданыстағы нормативті құжатқа сәйкес;

– МЕМСТ 32615-2014 (ISO 2451:1973) бойынша үгітілген какао;

– МЕМСТ ISO 2292-2014 бойынша какао бұршақтары;

– Соя қолданыстағы нормативті құжатқа сәйкес лецитині;

– МЕМСТ 32188-2013 бойынша какао майы;

– Мальтодекстрин қолданыстағы нормативті құжатқа сәйкес.

Шоколад өнімдерін пробиотикалық дақылдармен байыту мақсатында «Genesis Laboratories» ЖШҚ (София қ., Болгария)өндірген лакто - және бифидобактериялардың штаммдары пайдаланылды: р. *Lactobacillus casei* LC005, *Lactobacillus rhamnosus* LR112, *Lactobacillus acidophilus* LA72, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* LB50, *Bifidobacterium bifidum* BB79, *Streptococcus lactis* SL215, *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* ST14.

Биоактивті құрамдауыштардың соңғы өнімнің сапасына әсерін зерттеу үшін эксперименталдық шоколад үлгілері жасалды:

– аталған пробиотикалық дақылдар қосылған құрғақ бие сүті негізінде;

– фукоидан қосылған құрғақ бие сүтіне негізделген;

– ресвератрол қосылған құрғақ бие сүтіне негізделген.

Шоколад өнімдерінің бақылау үлгілері тиісті функционалдық ингредиентті қоспай-ақ сиыр сүтінің ұнтағы негізінде жасалды, бұл олардың әрқайсысының дайын өнімнің мақсатты қасиеттерін қалыптастыруға қосқан үлесін бағалауға мүмкіндік берді.

### 2.2 Зерттеу әдістері

#### 2.2.1 Құрғақ бие сүтінің физикалық-химиялық, органолептикалық қасиеттерін және қауіпсіздік көрсеткіштерін бағалау әдістері

Пастерлеу, кептіру және сақтау жағдайларына байланысты бие сүтінің физика-химиялық және органолептикалық қасиеттері мен қауіпсіздік көрсеткіштерін бағалау келесі әдістерді қолдана отырып жүргізілді:

– Сынамаларды іріктеу МЕМСТ 26809 және МЕМСТ 13928 бойынша іске асырылады;

– Ылғалдың массалық үлесін анықтау – МЕМСТ 29246-91 бойынша;

– Ерігіштік индексін анықтау – МЕМСТ 30305.4-95 бойынша;

– Майдың массалық үлесін анықтау МЕМСТ 29247-91 бойынша;

– Ақуыздың массалық үлесін анықтау МЕМСТ 23327-98 (Кьельдаль әдістері бойынша) бойынша;

– Қышқылдықты анықтау МЕМСТ 30305.3-95 бойынша;

– Көмірсулардың құрамын анықтау Р 4.1.1672-2003, р. III, т. 4. Әдіс Р 4.1.1672-03, «Тағамдық қоспалардың сапасы мен қауіпсіздігін бақылау әдістері бойынша нұсқаулық» бойынша жүргізілді;

– Күлді анықтау МЕМСТ 15113.8-77 бойынша жүргізілді, ол тамақ концентраттарына таралады және күлді анықтау әдістерін белгілейді;

– МЕМСТ 9225-84 бойынша микробиологиялық көрсеткіштерді анықтау; МЕМСТ 31659-2012, МЕМСТ 31747-2012, МЕМСТ 30347-2016, МЕМСТ 30705-2000, МЕМСТ 32031-2012, сондай-ақ белгіленген тәртіппен бекітілген әдістемелер бойынша;

Бие сүтінің витаминдік құрамы келесі нормативтік құжаттарға сәйкес зерттелді:

– С дәруменін анықтау МЕМСТ 30627.2-98 (колориметриялық әдіс) бойынша;

–Е дәруменін анықтау МЕМСТ 30627.3-98 бойынша;

–РР дәруменін анықтау МЕМСТ 30627.4-98 бойынша;

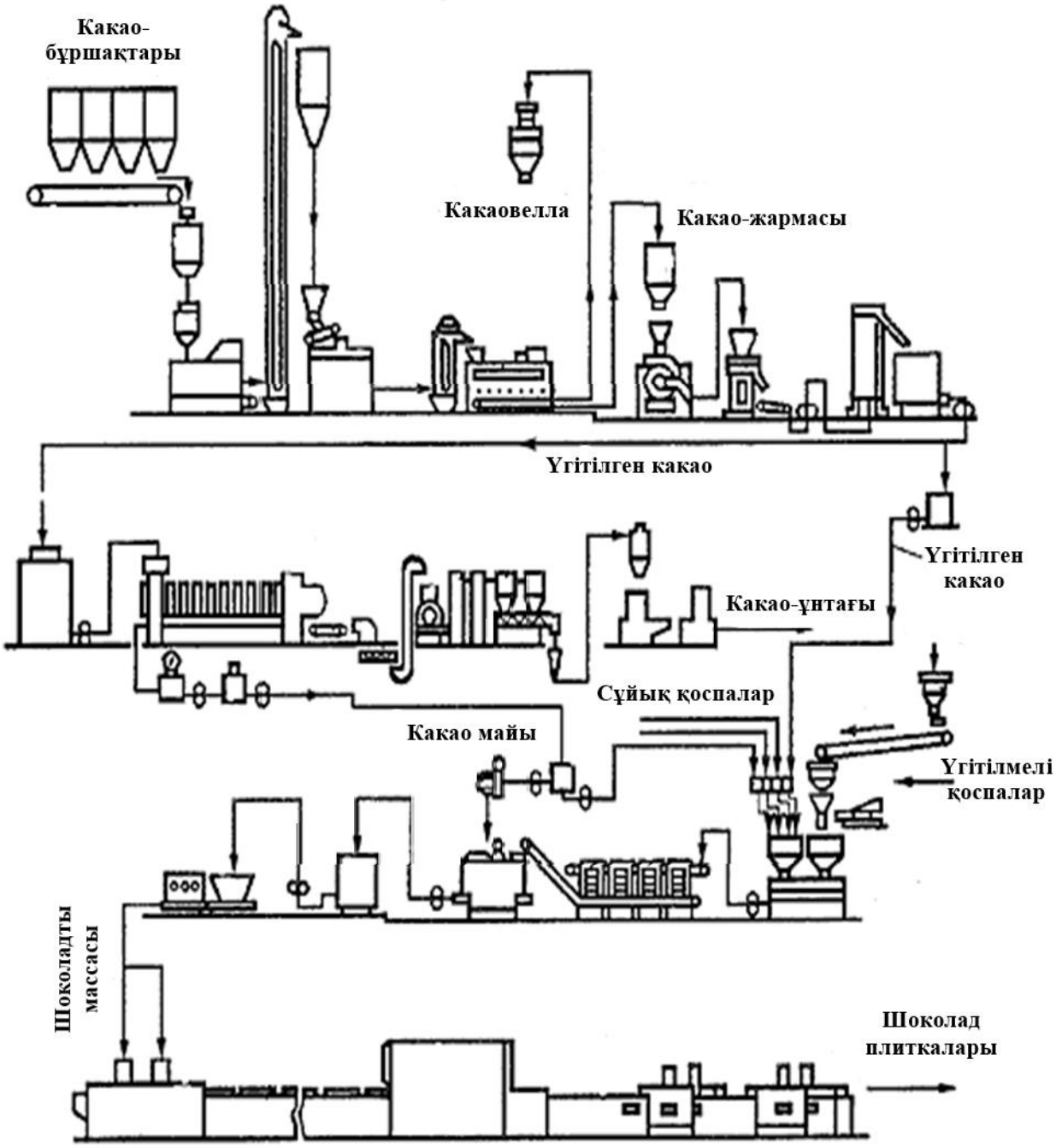
– Дәрумендік құрамның жалпы талдауы МЕМСТ 30627.1-98 бойынша.

Ақуызды зерттеу кезінде фракциялар Лэммли электрофорезін қолданды. Алынған электрофорез деректерін есептеу кезінде ImageJ бағдарламасы қолданылды. Сүт майының асқын саны әдістеме бойынша анықталды. Бақылау ретінде бүріккіш кептіру әдісімен алынған құрғақ бие сүті қолданылды.

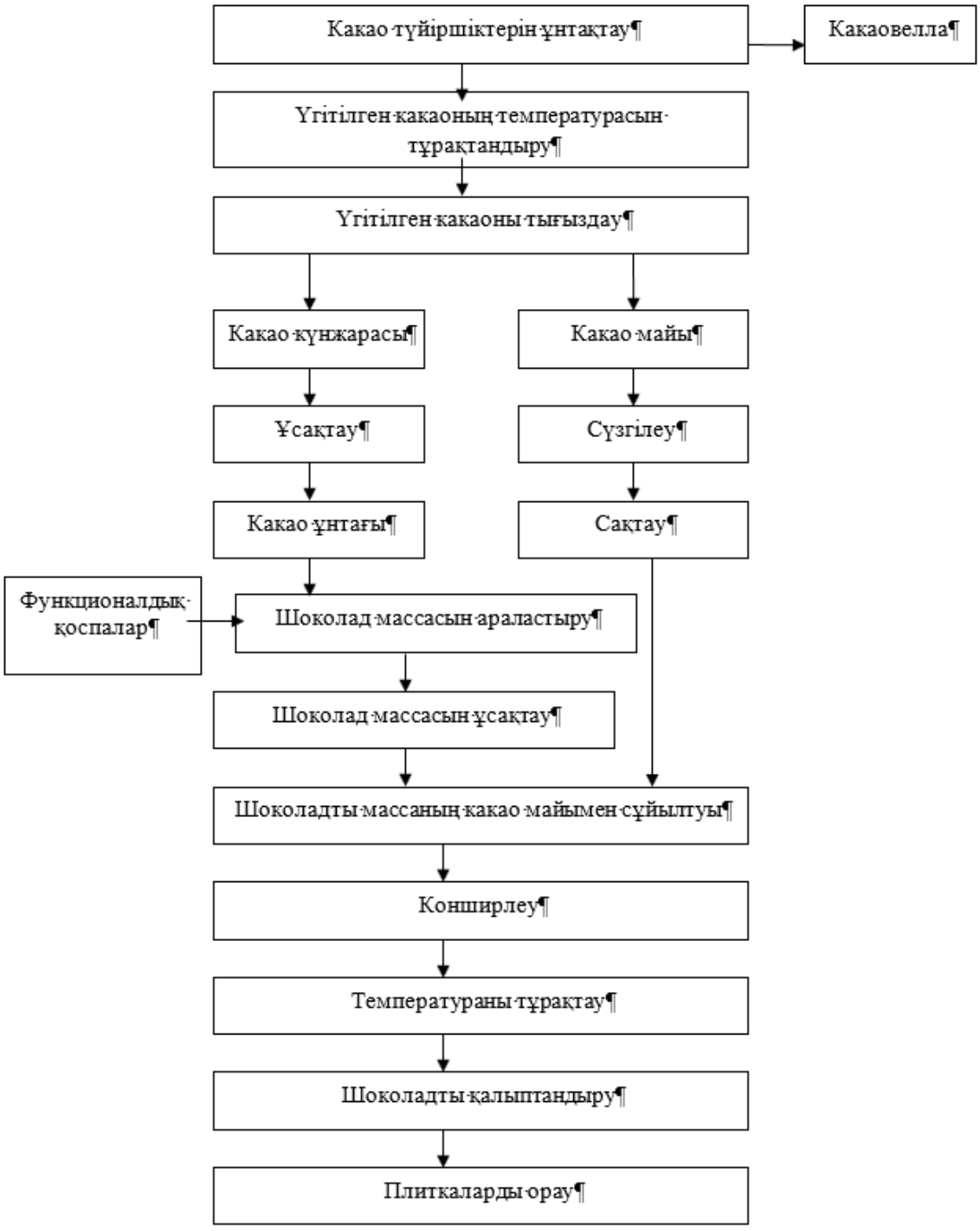
Микроэлементтердің мазмұны МЕМСТ 26928-86 сәйкес зерттелді.

### 2.2.2 Биоактивті құрамдауыштар қосылған, бие сүті негізіндегі шоколадты өндіру технологиясы

2-суретте биоактивті құрамдауыштар қосылған бие сүтіне негізделген арнайы шоколадты алудың технологиялық сызбасы мен шарттары келтірілген.




Сурет 2 – Шоколад дайындаудың өндірістік сызбасы




Сурет 3 – Шоколад өндірісінің технологиялық сызбасы

Құрғақ бие сүті мен биоактивті құрамдауыштарға негізделген шоколадты өндіру процесі келесі технологиялық кезеңдерді қамтыды: қолданылатын шикізат пен материалдарды дайындау, барлық ингредиенттерді рецепт бойынша өлшеу, шоколад массасын дайындау, шоколад өнімдерін қалыптау, шоколадты орау және қаптау. Шоколадты массаны дайындау меланжерге үгітілген какао, мальтодекстрин, какао майы, құрғақ бие сүті және

қолданылатын функционалдық ингредиенттерді (ресвератрол немесе фукоидан немесе құрғақ пробиотикалық дақылдар) жүктеуден, аталған құрамдауыштарды 20 минут бойы ұнтақтаудан басталды, содан кейін алынған масса бесінші диірменге берілді. Ұсақталған масса одан әрі конш-машинасына жіберілді. Конширлеуден кейін шоколад массасы аралық жинаққа еніп, онда қарқынды араластырылды. Шоколад массасы гомогенизаторға түсіп, 65±5°C температурада конширлеудің қайталама кезеңінен өтті. Дірілдейтін електен өткеннен кейін температурасы 65°C болатын дайын шоколад массасы сорғымен аралық жинаққа айдалды, онда ол 45±5°C температурада 72 сағат бойы қарқынды температурада болды. Температураны тұрақтандыру процесі аяқталғаннан кейін шоколад 30±2°C температураға дейін салқындатылды. Содан кейін шоколад массасы автоматты қалыптау қондырғысында қалыптарға құйылды. Қалыптау процесінен кейін шоколад өнімдері 8±2°C температураға дейін салқындатылады және оралады және тасымалдауға және сақтауға дайындалады.

### 2.2.3 Пробиотикалық дақылдардың ашыту белсенділігі мен өміршеңдігін бағалау әдістемесі

Шоколад өнімдерін байыту үшін тиімді пробиотикалық штаммдарды таңдау мақсатында олардың ашыту белсенділігі мен шоколад матрицасындағы өміршеңдігін кешенді бағалау жүргізілді.

Пробиотикалық дақылдардың ашыту қабілетін бағалау үшін зерттелетін штаммдармен ашытылған сүт үлгілерінің титрленетін қышқылдығын анықтауға негізделген әдіс қолданылды. Ферменттеу сиыр сүтінде 40±2°C температурасында ТС-1/80 СПУ (Ресей) термостатында жүргізілді. Ашыту аяқталғаннан кейін үлгілер су ваннасында 23±2°C температурада ұсталды, содан кейін біртекті консистенцияға дейін мұқият араластырылды, 2 минут бойы гомогенизацияланды және фенолфталеин индикаторын пайдаланып титрленді. Титрленетін қышқылдықтың өзгеруі сүт ортасындағы микроағзалардың ферментативті белсенділігі мен бейімделу потенциалының критерийі болды.

Шоколад матрицасының құрамындағы пробиотикалық дақылдардың өміршеңдігін бағалау МЕМСТ 56139-2014 «Арнайы және функционалдық тамақ өнімдері. Пробиотикалық микроағзаларды анықтау және санау әдістері» сәйкес жүргізілді. Құрамында пробиотикалық штаммдары бар шоколад сынамалары беткі өсіру әдісімен селективті қоректік ортаға себілді. Орта ретінде МЕМСТ ISO 7218-2011 сәйкес әзірленген MRS-агар пайдаланылды. Инкубациядан кейін изоляттарды фенотиптік белгілері (жасуша морфологиясы, культуралық қасиеттері, граммен бояуы, спора түзілу қабілеті және т.б.) бойынша сәйкестендіру жүргізілді.

Өміршең жасушаларды санау өсіру коэффициентін ескере отырып, 10-нан 300-ге дейін колониялары бар Петри табақтарындағы тән колониялар санына сәйкес жүргізілді. Алынған деректер шоколадты матцрица жағдайында пробиотикалық дақылдардың тұрақтылығы мен сақталуын бағалауға мүмкіндік берді.

### 2.2.4 Физика-химиялық көрсеткіштерді талдау

Дайын шоколад өнімдерінің ақуыз құрамын талдау МЕМСТ 34551-2019 «Кондитерлік өнімдер. Ақуыздың массалық үлесін анықтау әдісі» сәйкес іске асырылады. Әдістемеге сәйкес зерттелетін үлгілердегі азоттың массалық үлесі анықталды, содан кейін тиісті коэффициенттерді қолдана отырып, жалпы ақуызға қайта есептелді.

Майдың массалық үлесін анықтау МЕМСТ 31902-2012 «Кондитерлік өнімдер. Майдың массалық үлесін анықтау әдістері» сәйкес іске асырылды. Реттелген техникаға сәйкес, май органикалық еріткіштерді қолдана отырып, шоколад өнімдерінің үлгілерінен алынды. IKA RV 8 V 0010003482 ротациялық буландырғышындағы еріткіштерді буландырғаннан кейін талданатын сынамалардағы майдың мөлшері анықталды.

Көмірсулардың массалық концентрациясы көзде ұсынылған әдістемеге сәйкес аминопрофильді бағанды қолдана отырып, жоғары тиімді сұйық хроматография (ЖТСХ) әдісімен анықталды [223].

Ылғал мен құрғақ заттардың құрамын анықтау МЕМСТ 5900-2014 «Кондитерлік өнімдер. Ылғал мен құрғақ заттарды анықтау әдістері» сәйкес іске асырылады. Үлгілер 130±2°С температурада кептірілді, содан кейін кептіру алдында үлгінің массасына қатысты ылғал құрамына сәйкес келетін массалық шығындар есептелді.

Шоколад өнімдеріндегі күлдің массалық үлесі МЕМСТ 5901-2014 сәйкес анықталды. Тұздану процесі 500-600°С температурада жүргізілді, содан кейін талданатын үлгілердегі жалпы күлдің массалық үлесі есептелді.

Зерттелетін үлгілердің энергетикалық құндылығы (калория мөлшері) негізгі макронутриенттердің мазмұнына негізделген есептеу әдісімен есептелді. Жалпы калория мөлшері 100 г өнімге шаққандағы килокалорияда көрсетілген және келесі формула бойынша анықталған:

Жалпы калория мөлшері, ккал/100 г = (ақуыздар х 4) + (көмірсулар х 4) + (майлар х 9) (1)

мұндағы сандық коэффициенттер тиісті қоректік заттардың метаболизміндегі энергия бөлудің орташа мәндерін көрсетеді (1 г затқа ккал-да).

Зерттелетін шоколад өнімдерінің физика-химиялық көрсеткіштерін талдау үш рет жүргізілді. Үлгілерді талдауға сынама дайындау бірдей жағдайда бір күнде жүргізілді.

### 2.2.5 Органолептикалық көрсеткіштерді талдау

Шоколадтың эксперименталдық үлгілерінің органолептикалық көрсеткіштерін зерттеу «Қазақ тағамтану академиясы» ҚБ ЖШС тамақ биотехнологиялары және арнайы тамақ өнімдері зертханасының базасында жүргізілді. Жұмыс МЕМСТ ISO 6658-2016 «Органолептикалық талдау. Әдіснама. Жалпы басшылық» регламенттелген халықаралық сапа стандарттарына сәйкес орындалды. Бағалау арнайы бөлмеде иіссіз жүргізілді.

Әзірленген өнімдердің келесі көрсеткіштері бағаланды – шоколад өнімдерінің түсі, дәмі, хош иісі, сыртқы түрі, құрылымы, пішіні және құрылымы. Талдау әдістері зерттелетін үлгілерді визуалды бағалауды, сондай-ақ дәм тату әдісін қамтыды.

### 2.2.6 Арнайы шоколадтың биологиялық құндылығын талдау

#### 2.2.6.1 Аминқышқылдарының құрамын анықтау

Шоколад өнімдерінің аминқышқылдарының құрамын анықтау үшін Perkin Elmer 200 (HPLC) хроматографында жоғары тиімді сұйық хроматография әдісі қолданылды. Аналитикалық жүйеге Flexar UHPLC сорғысы, 190-270 нм жұмыс диапазоны бар фотометриялық детектор, колонка термостаты және автоматтандырылған сынамаларды дайындау және енгізу жүйесі (автосамплер) кірді. Құрамдауыштарды бөлу *Perkin Elmer Pecosphere Reduced Activity C8 LC Cartridge Column* (PE-02580191) кері фазалық бағанында жүргізілді. Талдау келесі қадамдарды қамтыды: органикалық еріткіштерді экстракциялау арқылы липидтерді жою, ақуыздардың қышқыл гидролизі, аминқышқылдарының ДАБС-туындыларын алу және оларды кейіннен хроматографиялық бөлу. Талдау шарттары 22±5°С температурада, ауа ылғалдылығы – 75%-дан аспайтын, желі кернеуі – 220±20В, айнымалы ток жиілігі - 50±1Гц температурада сақталды.

Талданатын шоколад үлгісіндегі әрбір амин қышқылының массалық концентрациясы формула бойынша есептелді:

$$Ci = \frac{V1 * V3 * X}{Mprobe * V2} \quad (2)$$

мұнда:

Сі – мг/100 г үлгідегі амин қышқылының концентрациясы;

V1 – гидролизден кейін үлгі еріген еріткіштің көлемі, $см^3$;

V2 – ДАБС-туындыларын алу үшін таңдалған еріткіштің көлемі, $см^3$;

V3 – ДАБС-туындылары еріген еріткіштің көлемі, $см^3$;

Mprobe – үлгі ілу г;

Х – сатыланған кестесі бойынша алынған амин қышқылының концентрациясы, $10^{-6}$ мг/см3;

100 – 100 г өнімге аминқышқылының концентрациясын қайта есептеу коэффициенті.

#### 2.2.6.2 Дәрумендердің құрамын анықтау

Шоколадтың дәрумендік құрамын сандық талдау Perkin Elmer 200 хроматографында ЖТСХ әдісімен жүргізілді. Жылжымалы фаза $KH_2PO_4$ (t=25±3°С, pH = 3.3±0.5) қосылған метанол-ацетонитрил (1:1) қоспасына негізделген буферлік ерітінді болды. Майда еритін дәрумендерді (ретинол, токоферол) алу үшін өте сындарлы сұйық экстракция әдісі қолданылды. Суда еритін В дәрумендер тобы В ($B_1$, $B_2$, $B_3$, $B_6$) 0,01 М HCl ерітіндісімен, $B_9$ фолий

қышқылымен – 0,1 М $NaHCO_3$ ерітіндісімен, аскорбин қышқылымен – метафосфор қышқылының ерітіндісімен ($HPO_3$) алынды.

Дәрумендердің стандартты ерітінділері (ретинол, токоферол, аскорбин қышқылы, тиамин, рибофлавин, ниацин, пиридоксин, фолий қышқылы) белгілі CAS мәндері бар Sigma-Aldrich (АҚШ) өндірген коммерциялық препараттарды қолданды.

### 2.2.6.3 Минералды заттардың құрамын анықтау

Шоколад үлгілеріндегі макро- және микроэлементтердің сандық талдауы жалын және электрометриялық атомизаторлармен жабдықталған Agilent 240/280 FS AA спектрометрін қолдана отырып, атомдық-адсорбциялық спектрометрия әдісімен жүргізілді. Талдау әдістемесі келесі қадамдарды қамтыды: сынамаларды минералдандыру, алынған минерализ ерітіндісін ауа-ацетилен жалынына бүрку және атомдық адсорбцияны кейіннен өлшеу.

Әдіс қағидасы жоғары температуралы жалынның әсерінен элементтердің атомдық күйге өтуіне және әр элементке тән резонанстық сәулеленудің сіңуін өлшеуге негізделген. Сіңіру қарқындылығы талданатын ерітіндідегі анықталған элементтің концентрациясына пропорционалды.

Минералды заттардың мөлшерін есептеу формула бойынша жүргізілді:

$$X = \frac{C * Y * K - C_k * Y_k}{m} \quad (3)$$

мұнда Ск – бақылау тәжірибесіндегі ластану деңгейі, мкг/см$^3$;

К – талданған ерітінді көлемінің сұйылту немесе шоғырландыру үшін алынған аликвот көлеміне қатынасына тең сынаманың бастапқы ерітіндісін сұйылту немесе шоғырландыру коэффициенті;

Y – сынаманың бастапқы ерітіндісінің көлемі, см$^3$;

Yк – бақылау тәжірибесіндегі ерітіндінің көлемі, см$^3$;

Р – үлгі ілу, г.

### 2.2.6.4 Май қышқылдарының құрамын анықтау

Зерттелетін шоколад үлгілеріндегі май қышқылдары мен май қышқылдарының трансизомерлерін талдау Agilent 6890N газ хроматографиялық жүйесін, соның ішінде жалын иондаушы детектормен жабдықталған хроматографты, тасымалдаушы газды (гелий газ баллоны), сутегі генераторын, ауа генераторын және компрессорды пайдалана отырып жүргізілді.

Зерттелетін үлгілерді сынамаға дайындау еріткіштерді пайдаланып липидтерді алуды, ротациялық буландырғышпен еріткіштерді буландыруды және май қышқылдарының метил эфирлерін дайындауды қамтыды. Липидтерді экстракциялау 2:1 қатынасында алынған хлороформ-метанол еріткіштерінің қоспасын қолдана отырып, ақуыздар мен басқа қоспаларды тұндыру арқылы жүзеге асырылды. Талданатын үлгіні еріткіштермен араластырғаннан кейін, алынған аликвот ELMI S-3.02L A20 орбиталық

шайқағышқа 200 айн/мин 4 сағат ішінде орналастырылды. Араласқаннан кейін фазалық бөліну орбиталық шайқауышта жүрді. Супернатанттың жоғарғы фазасы 250 $см^3$ жаңа колбаға ауыстырылды және хлороформ мен метанол толығымен жойылғанша t=70±2°C температурада ротациялық буландырғышта буланды.

Алынған май фракциясы май қышқылдарының метил эфирлерін дайындау үшін пайдаланылды: көлемі 5 мл Эппендорф түтігіне 100 мкл зерттелген май үлгісі алынды. Метил эфирлерінің қос байланысын қалыптастыру үшін май үлгісіне 100 мкл 2 н натрий метилат ерітіндісі (2N $NaOH:CH_3OH$) қосылды. Алынған қоспаға 2 мл гексан қосылып, t=37±2°C температурада, жылдамдығы - 10 000 айн/мин, 5 минут ішінде центрифугаланды. Центрифугалаудан кейін жоғарғы фаза көлемі 2 $см^3$ болатын виалдарға іріктеліп, талданатын сынамадағы май қышқылдарының құрамына талдау жүргізілді.

Анықтау ұзындығы 60 м DB-23 капиллярлық бағанында плазмалық-иондаушы детекторы бар Agilent 6890N газ хроматографында жүргізілді. Май қышқылдарының метил эфирлерін сапалы анықтау үшін 37 май қышқылының метил эфирлерін қамтитын SUPELCO37comp.famemix (47885-u) корпорациясының стандартты ерітіндісі қолданылды.

### 2.2.7 Жануарлардың қорғасынмен улануы жағдайында арнайы шоколадтың әсерін эксперименталдық бағалау әдістері

Экспериментте салмағы 180-200 г болатын жыныстық жетілген еркек егеуқұйрықтар қолданылды, олар виварийдің стандартты жағдайында: су мен жемге еркін қол жетімді жасушаларда ұсталды. Бөлмеде оңтайлы микроклиматтық параметрлер сақталды: салыстырмалы ылғалдылық 50-65% және ауа температурасы 20-25°C аралығында. Эксперимент басталғанға дейін жануарлар он күн бойы карантинде болды.

Созылмалы қорғасынмен интоксикация моделі 30 күн ішінде дене салмағының 1мл/кг дозасында зонд арқылы қорғасын ацетатының 5% сулы ерітіндісін асқазанға енгізу арқылы жасалды.

Жануарлар әрқайсысында 15 адамнан тұратын төрт топқа бөлінді:

1. Бірінші топ (фон) – жануарлар тек негізгі виварлы рационда болды;

2. Екінші топ (уытты бақылау) - жануарлар виварлы рацион аясында қорғасын ацетатымен тұқым алды;

3. Үшінші топ (тәжірибелі) – қорғасынмен улану аясында егеуқұйрықтар жануардың дене салмағының 100 г мөлшерінде күніне 5 г арнайы шоколад алды. Шоколад бие сүтінен (20%), какао майынан, соя лецитинінен, қанттан жасалған және ресвератролмен (0,1%) және Е дәруменімен (0,1%) байытылған.

4. Төртінші топ (калорияны бақылау) – қорғасынмен интоксикациялау фонындағы жануарлар тамақтан тұтынылатын шоколадтың калориясына балама глюкоза ерітіндісін алды. Дене салмағының 200 г мөлшерінде жануар орташа есеппен 10 г шоколад алды, бұл калория мөлшері 57,5 ккал-ға сәйкес келді, бақылау жануарлары сәйкесінше 35-36 мл 40% глюкоза ерітіндісін алды, бұл шоколадтың калориясына тең.

Барлық жануарлар 30 күн бойы негізгі тағамдық ингредиенттермен теңдестірілген негізгі виварлық рационда ұсталды.

Жануарлар арнайы шоколадты алдын-ала жеңіл термиялық өңдеуден (балқытудан) және жеммен араластырғаннан кейін алды. Арнайы шоколад 100 грамм мөлшерінде болды: ақуыз - 7,4 г; май - 33,84 г; көмірсулар – 53,42 г; калория мөлшері - 575 ккал.

Эксперимент барысында жануарлардың жалпы жағдайына күнделікті мониторинг жүргізілді. Өлшеу әр 10 күн сайын жүргізілді.

Жануарларды ұстау шарттары, сондай-ақ эксперименттер жүргізу «Эксперименталдық және ғылыми мақсаттар үшін пайдаланылатын омыртқалы жануарларды қорғау жөніндегі Еуропалық конвенцияның ережелеріне», сондай-ақ Еуропалық Парламенттің 2010/63/EU Директивасына қатаң сәйкес келді [224]. Эксперимент аяқталғаннан кейін (31-ші күні) жануарлар «Жануарларды қатыгездіктен қорғау туралы» қолданыстағы заңнамаға сәйкес жеңіл эфирлік анестезиямен тәжірибеден шығарылды.

Зерттеу үшін биологиялық материал ретінде қан сарысуы қолданылды. Сарысуда Е дәрумені деңгейі анықталды, сонымен қатар антиоксидантты қорғаныс жүйесінің күйі, соның ішінде малон диальдегидінің (МДА), диен коньюгаттарының (ДК), каталаза (КТ), супероксиддисмутаза (СОД) белсенділігі және жалпы антиоксиданттық белсенділік (ЖАБ) бағаланды.

ПОЛ - диен коньюгаттарының (ДК) бастапқы өнімдерін және ПОЛ - малон диальдегидінің (МДА) қайталама өнімдерін анықтау В.Б. Гаврилов және М.И. Мишкорудна әдісімен бағаланды. [225]. Антиоксиданттық жүйе ферменттерінің белсенділігі – супероксид дисмутаза (СОД) және каталаза (КТ) – Sigma-Aldridge фирмасының диагностикалық жиынтықтарын қолдана отырып, спектрофотометриялық әдіспен, сонымен қатар М. А. Королюк, Л.И. Иванов, И.Г. Майорова және В.Е. Токарев ұсынған әдістемеге сәйкес анықталды [226].

Жалпы антиоксиданттық белсенділік көзде келтірілген әдістемеге сәйкес бағаланды [227].

Қан сарысуындағы α-токоферолдың (Е дәрумені) концентрациясы гексан сығындысындағы ЖТСХ әдісімен анықталды [228].

### 2.2.8 Тұрақты стенокардиясы және артериялық гипертензиясы бар адамдар тұтынатын шоколадтың кардипротекторлық қасиеттерін клиникалық бағалау әдістері

Арнайы шоколадтың кардиопротекторлық қасиеттерін клиникалық зерттеуге «Нур-Авиценум» медициналық орталығында (Талдықорған қ., Қазақстан Республикасы) емдеуден өткен тұрақты стенокардиясы бар 40 пациент қатысты. Қатысушылардың жиынтық сипаттамалары 2-кестеде келтірілген.

Кесте 2 – Зерттеуге қатысушылардың демографиялық сипаттамалары

| Параметр | Негізгі топ (n=20) | Бақылау тобы (n=20) |
|---|---|---|
| Орташа жас, жас | 63,3±5,8 | 60,7±5,2 |
| Жыныстардың қатынасы (Е:Ә) | 8:12 | 6:14 |

Зерттеу 4 апта бойы динамикалық бақылаумен жүргізілді. Пациенттер 20 адамнан тұратын екі топқа рандомизацияланды. Негізгі топқа қатысушылар стандартты дәрілік терапия құрамында ресвератролмен байытылған бие сүтінің негізінде күн сайын 75,0 г арнайы шоколад алды. Бақылау тобы сыртқы түрі мен дәмдік сипаттамалары бойынша ұқсас плацебоны мейіз қосылған сиыр сүтіне негізделген шоколад түрінде, сондай-ақ тәулігіне 75,0 г дозада алды.

Топтардың құрылуы ерікті негізде болды. Барлық қатысушылар зерттеуге қатысуға жазбаша негізделген келісім берді, оның мақсаттары, дизайны және интервенцияның ықтимал әсерлері, соның ішінде жүрек-қан тамырлары ауруларының алдын алудағы диеталық факторлардың маңыздылығы туралы хабардар болды. Зерттеу барысында «Ұлытау» шоколад сериясы қолданылды.

Жүрек-қантамыр жүйесінің функционалдық жағдайы американдық кеуде қоғамының (ATS) стандарттарына сәйкес жүргізілетін алты минуттық жаяу жүру сынағы (6-minute walk test – 6MWT) арқылы бағаланды [229].

Тест екі рет жүргізілді – зерттеудің басында және диеталық араласудан кейін 4 аптадан кейін. Сонымен қатар, қан қысымы мен жүрек соғу жиілігінің мәндері тіркелді.

### 2.2.9 Алынған деректерді статистикалық өңдеу әдістері

Алынған деректерге статистикалық талдау «Statistica» (StatSoft Inc., АҚШ) бағдарламалар пакетін пайдалана отырып жүргізілді. Есептеулерге орташа арифметикалық, стандартты ауытқу және орташа қатені анықтау кірді. Топтар арасындағы айырмашылықтардың статистикалық маңыздылығын бағалау үшін Стьюденттің t-критерийі қолданылды. Айырмашылықтар $p \leq 0,05$ маңыздылық деңгейінде сенімді деп саналды.

# 3 НӘТИЖЕЛЕР ЖӘНЕ ОЛАРДЫ ТАЛҚЫЛАУ

## 3.1 Биенің құрғақ сүтін алу технологиясын әзірлеу

### 3.1.1 Сублиматтап кептіру процесінде бие сүтін сүзгілеу және пастерлеу режимдерін оңтайландыру

Санитарлық-гигиеналық нормаларды сақтай отырып, сау жануарлардан алынған сүтте 1 мл-де 100-ден 115 мыңға дейін микроағзаларда болады [230].

Сүтті бастапқы өңдеудің бірінші кезеңі - оны механикалық қоспалардан тазарту. Ол үшін сүзу торлы, дәке және фланель сүзгілері, сондай-ақ центрифугалық тазартқыштар арқылы қолданылады. Алайда, соңғысының кемшілігі - пайдалану процесінде айтарлықтай ластану.

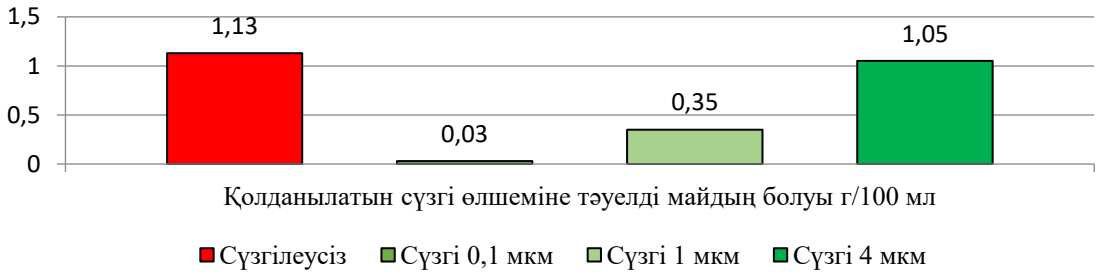
Сүтті сапалы сүзу - сүт кәсіпорындарында қауіпсіз өнімді алудың міндетті шарты. Тазалаудың техникалық регламенттерін қадағаламау сүттің сақталуының нашарлауына, оның сорттылығының төмендеуіне және соның салдарынан экономикалық шығындарға әкеледі [231].

Ірі бөлшектерді жоюды қамтамасыз ететін дәстүрлі сүзгілеумен қатар, сүт өнеркәсібінде микрофильтрацияны қоса, жұқа тазарту әдістері қолданылады. 0,2-1,8 мкм тері тесігі бар мембраналық сүзгілерді пайдалану бактерия жасушаларын тиімді жоюға мүмкіндік береді. Қаймағы алынбаған сүтті микрофильтрациялау кезінде майдың айтарлықтай төмендеуі байқалады: 0,2 мкм кеуекті мембраналар май бөлшектерінің 99,9%-ын ұстайды, ал 1,4 мкм кеуекті сүзгілерді пайдалану кезінде майдың 90-98%-ы жойылады. Бұл жағдайда мембраналар арқылы сүзілгеннен кейін сүттегі бактериялардың саны 1,4 мкм ақуыз құрамын айтарлықтай өзгертпестен екі ретке азаяды [232]

Сауу дәрежесіне (қолмен және механикалық) байланысты бие сүтінің ластану дәрежесіне зерттеулер жүргізілді. Қолмен сауу кезінде сүттің ластану деңгейі машинамен салыстырғанда орта есеппен үш есе жоғары екендігі анықталды.

Механикалық қоспалардан алдын ала тазартылған, 250 $см^3$ көлеміндегі сүт 0,1, 1,0 және 4,0 мкм кеуек мөлшері бар тағамдық полипропилен сүзгілерін (диаметрі 47 мм) пайдалана отырып сүзілді (4-сурет). Сүзуден кейін зерттелетін үлгілердің микробиологиялық көрсеткіштері бағаланды.

Нәтижелер 0,1 және 1,0 мкм кеуек өлшемі бар сүзгілерді қолдану жалпы микробтық себуді, сондай-ақ соматикалық жасушалар санын азайтуға көмектесетінін көрсетеді. Сонымен қатар, 4,0 мкм кеуекті сүзгілерді қолдану бактериялардың көбеюіне айтарлықтай әсер етпейді, бірақ соматикалық жасушалар санының азаюына әкеледі.




Сурет 4 – Сүттің май құрамын сүзгілердің кеуектерінің диаметріне қарай өзгерту

4-суретте келтірілген мәліметтерге сәйкес, бие сүтін сүзу параметрлері мен оның майлылығының өзгеруі арасында айқын байланыс бар. Жүргізілген талдау майдың массалық үлесінің статистикалық маңызды ($p<0,05$) төмендеуін көрсетеді, оның мөлшері сүзгі мембраналарының кеуектерінің мөлшерінің азаюымен тікелей корреляциялық байланыста болады.

Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, микробтардың ұрықтануын азайту және сұрыптылықты арттыру мақсатында сүтті бактериялық ластанудан тазарту процесі құрамында эссенциальды нутриенттер – моноқанықпаған (пальмитолеин және олеин қышқылдары) және полиқанықпаған (линол және линолен қышқылдары) май қышқылдары бар бие сүтінің май қышқылдық құрамының жоғары тағамдық құндылығын ескере отырып, май фракциясын сақтауға ерекше назар аударуды қажет етеді, бұл өнімнің биологиялық құндылығын сақтау үшін кеуек мөлшері 3 мкм-ден аспайтын сүзгілерді қолдану қажеттілігін көрсетеді. Бие сүтін сүзу сауу процесінде пайда болатын механикалық ластаушы заттардан алғашқы тазарту үшін, сондай-ақ соматикалық жасушалардың санын азайту үшін тиімді екендігі анықталды, бірақ микробтардың ұрықтануын едәуір азайту үшін май фракциясының жоғалуын болдырмайтын пастерлеуді қолданған жөн. 4 мкм кеуек өлшемі бар тағамдық полипропилен сүзгілерін қолдану соматикалық жасушалар санының тиімді төмендеуін қамтамасыз ететіні эксперименталды түрде расталды, ал механикалық қоспаларды кетіру үшін 120 мкм ұяшық өлшемі бар нейлон торлы сүзгілер оңтайлы болды.

Бие сүті дәстүрлі түрде термиялық өңдеусіз қымыз жасау үшін қолданылады, себебі соңғы өнімнің жоғары қышқылдығы тиімді бактерицидтік фактор ретінде әрекет етеді. Алайда, балалар тағамы өнімдерін өндіру және жаппай тұтыну кезінде бие сүті шикізат ретінде пастерленуі керек. Пастерлеудің бие сүтінің құрамына әсері туралы мәліметтер аз және толық емес.

Ғылыми зерттеулерге сәйкес, бие сүтін пастерлеудің үш режимін салыстырмалы талдау қышқылдық, ақуыз және май құрамы және аминқышқылдарының құрамындағы өзгерістер сияқты көрсеткіштердің өзгеруін көрсетеді [233,234]. Сондай-ақ, әртүрлі пастерлеу режимдерінде С дәрумені концентрациясының өзгермелі төмендеуін көрсететін дәлелдер бар, бұл сиыр мен ешкі сүтіне жүргізілген зерттеулермен расталады [235].

Осы диссертация аясында жүргізілген зерттеулер пастерлеудің әртүрлі режимдерінде бие сүтінің биохимиялық құрамындағы өзгерістердің сипатын анықтауға мүмкіндік берді. Жұмыс барысында көмірсулар құрамдас бөлігінің (өңдеудің әртүрлі температураларында лактоза құрамының сандық өзгерістері), дәрумендік-минералды құрамының (А, Е, $B_1$, $B_3$, С дәрумендерінің және Ca, Mg, Fe және Cu микроэлементтерінің сақталуының өзгергіштігі) және липидті бейіннің (термиялық өңдеу кезінде майтотықтыру құрамының өзгеруі) динамикасы бойынша деректер алынды.

Термиялық өңдеудің әсерін кешенді бағалау үшін пастерлеудің үш режимі қолданылды: бірінші режим – 30 мин кідіріспен 63-65°С; екінші режим – 20 с кідіріспен 76±2°С; үшінші режим – кідіріссіз 85°С (3-кесте, 5-сурет).

Пастерлеудің үш режимін талдағанда қышқылдықтың, ақуыздың, майдың, аминқышқылдарының құрамының өзгеруі маңызды болмады (3,4-кесте). Пастерлеу нәтижесінде сүттегі дәрумендер мен минералдардың мөлшері бірдей төмендеген жоқ:

– Сонымен, С дәрумені: 1-режим – 48,09%-ға; 2-режим – на 67,37%; 3-режим – на 50,33%;

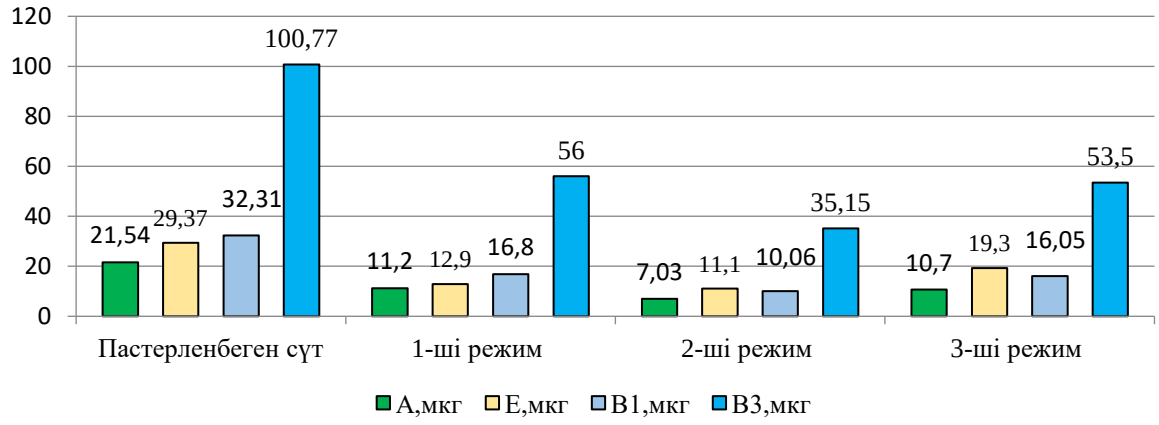
– А дәрумені: 1-режим – 48,01%-ға; 2-режим –67,37%-ға; 3-режим – 50,33%-ға;

– Е дәрумені: 1-режим – 56,07%-ға; 2-режим –62,20%-ға; 3-режим – 34,28%-ға;

– В1 дәрумені: 1-режим – 48,00%-ға; 2-режим – 68,86%-ға; 3-режим – 50,32%-ға;

– В3 дәрумені: 1-режим – 44,43%-ға; 2-режим – 65,32%-ға; 3-режим – 46,9%-ға.

Пастерлеу кезінде минералдардың сенімді төмендеуі табылған жоқ. Бие сүтінің дәрумендік және минералды құрамының өзгеру динамикасының нәтижелері 5-8 суреттерде келтірілген).




Сурет 5 – Пастерлеудің әртүрлі режимдеріндегі А, Е, $B_1$, $B_3$ дәрумендерінің өзгеру динамикасы

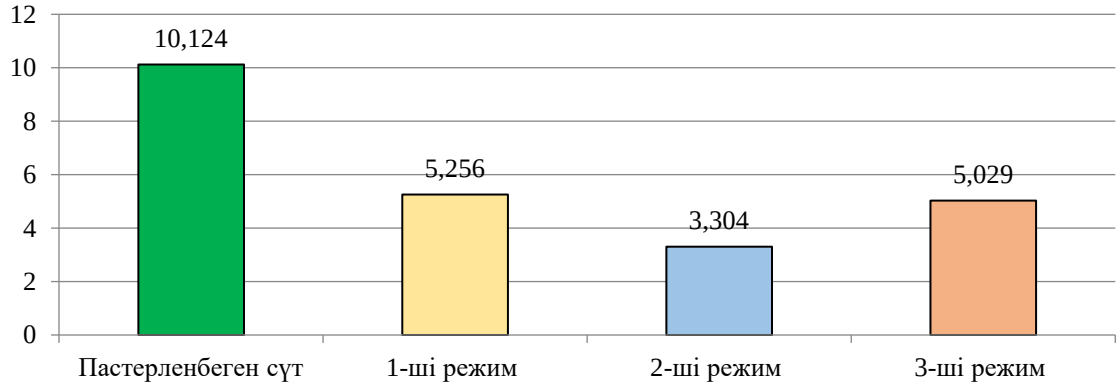
Кесте 3 – Пастерлеудің үш режиміндегі шикі және пастерленген бие сүтінің физика-химиялық көрсеткіштерінің салыстырмалы сипаттамасы

| Көрсеткіш | Шикі сүт | Режимдер кезінде пастерленген сүт: | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 |
| Қышқылдық pH | 3,79 | 3,78 | 3,78 | 3,78 |
| Майдың массалық үлесі, % | 0,93±0,05 | 0,93±0,05 | 0,93±0,05 | 0,93±0,05 |
| Ақуыздың массалық үлесі, % | 3,25±0,08 | 3,25±0,08 | 3,25±0,08 | 3,25±0,08 |
| Лактозаның массалық үлесі, % | 4,9±0,11 | 4,9±0,11 | 4,9±0,11 | 4,9±0,11 |
| Құрғақ қалдықтың массалық үлесі, % | 8,68±0,21 | 8,72±0,10 | 9,0±0,12 | 8,97±0,15 |

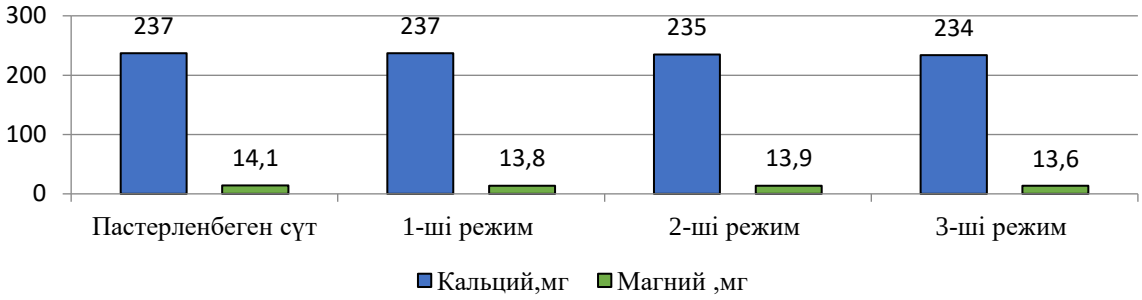
Кесте 4 – Пастерлеудің әртүрлі режимдеріндегі сүттің микробиологиялық көрсеткіштері

| Микробиологиялық көрсеткіштер | Шикі сүт | 3 режимде сүтті пастерлеу | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 1-режим | 2-режим | 3-режим |
| КМАФАнМ,КОЕ/г ($см^3$), аспайды | $5,0\times10^4$ | $1,0\times10^1$ | $<1,0\times10^1$ | $<1,0\times10^1$ |
| БГКП (колиформалар), 0,01г($см^3$) | Анықталмады | Анықталмады | Анықталмады | Анықталмады |
| *St. aureus*, 1,0г($см^3$) | Анықталмады | Анықталмады | Анықталмады | Анықталмады |
| Патогендік м-мы, о.і. сальмонелла, 25 г | Анықталмады | Анықталмады | Анықталмады | Анықталмады |
| *L.monocytogenes*, 25 г ($см^3$) | Анықталмады | Анықталмады | Анықталмады | Анықталмады |

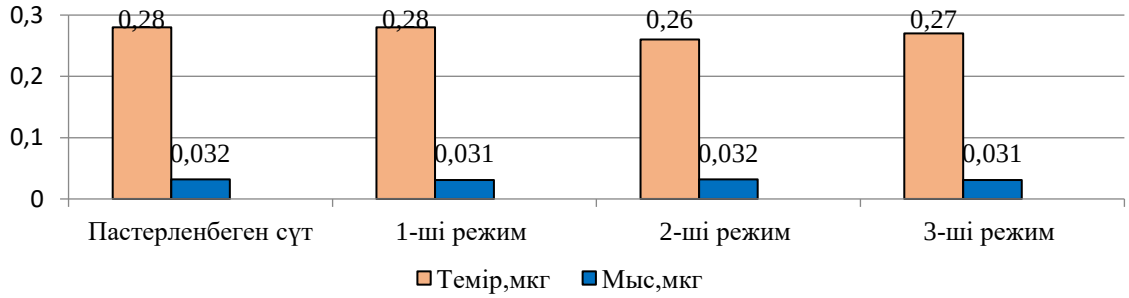
3 және 4 кестелерде көрсетілгендей, барлық үш режимде пастерлеу тиімділігі статистикалық маңызды айырмашылықтарға ие емес.




Сурет 6 – Пастерлеудің әртүрлі режимдеріндегі С дәрумені (мг) құрамындағы өзгерістер динамикасы




Сурет 7 – Пастерлеудің әртүрлі режимдеріндегі кальций мен магнийдің өзгеру динамикасы




Сурет 8 – Пастерлеудің әртүрлі режимдеріндегі темір мен мыс құрамының өзгеру динамикасы

Жүргізілген зерттеу нәтижелері зерттелетін режимдердегі пастерлеу бие сүтіндегі лактозаның статистикалық маңызды өзгеруіне әкелмейтінін көрсетті. Бұл ретте пастерлеудің екінші режимінде бастапқы үлгімен салыстырғанда құрғақ қалдық құрамының 3,6%-ға шамалы ұлғаюы байқалды. Қолданылатын пастерлеу режимдері майдың массалық үлесіне және бие сүтінің май қышқылының профиліне айтарлықтай әсер етпейтіні анықталды. Сонымен қатар, пастерлеу дәрумендердің орташа мөлшерінің төмендеуіне әкеледі: бірінші режимде - 44-56%. Екіншісінде - 62-69%, үшіншісінде – 34-50%, ал екінші режимде дәрумендердің ең көп жоғалуы байқалады, бұл ұзақ температуралық әсерге байланысты. Зерттеу барысында таңдалған режимдерде пастерленгеннен кейін бие сүтіндегі минералдар деңгейінің сенімді өзгерістері анықталған жоқ. Дәрумендердің деградациясын анықтайтын негізгі фактор термиялық өңдеудің ұзақтығы болып табылады, ал пастерлеудің бірінші және үшінші режимдері дәрумендердің сақталуына қатысты ең кешірімді болды.

Жоғарыда көрсетілген пастерлеу режимдерінен басқа, зерттеу әр температуралық режим үшін 2, 5, 7 және 10 минуттық ұстау ұзақтығы бар 60-65°С, 70-75°С және 80-85°С температура диапазондарын қоса алғанда, әртүрлі температуралық өңдеу параметрлерін одан әрі зерттеді.

Фермадан жеткізілген салқындатылған сүт төрт қабатты дәке майлықтары мен өрескел сүзгілер арқылы сүзу арқылы алдын ала тазартылды.

Сүзуден кейін зерттелетін үлгілер әртүрлі температура-уақыт режимдерінде пастерленді: сәйкесінше 60-65°С, 70-75°С және 80-85°С 2, 5, 7 және 10 минут кідіріспен. Пастерлеу аяқталғаннан кейін сүт 20±1°С температураға дейін салқындатылды, содан кейін оның физика-химиялық көрсеткіштеріне кешенді талдау жүргізілді.

Зерттеуде қышқылдықтан басқа, бие сүтінің физикалық-химиялық көрсеткіштері, оның ішінде май, ақуыз, лактоза, құрғақ сүт қалдықтарының тығыздығы (ҚМСҚ) бағаланды. 2, 5, 7, 10 минуттық пастерлеу кезінде сүттің физика-химиялық қасиеттері әрең өзгерді: бақыланатын шикі сүтте (саумал) майдың массалық үлесі 1,64±0,04 құрады; қатты заттардың массалық үлесі 8,95±0,2; сүттің тығыздығы 31,8±0,1; ақуыздың массалық үлесі 3,36±0,08; лактоза мөлшері 3,92±0,04; Тернер бойынша қышқылдық 7,0°Т бірдей қышқылдықты көрсетті; 80ºС пастерлеу кезінде сүтте 10 минуттық кідіріспен келесі деректер майдың массалық үлесі 1,57±0,06 құрады; құрғақ заттар 9,25±0,02; сүттің тығыздығы 33,1±0,02; ақуыздардың массалық үлесі 3,46±0,02; сүттегі лактоза мөлшері 5,09±0,04; Тернер бойынша қышқылдық тиісінше 7,0-7,2°Т.

Пастерленгеннен кейін бие сүтін бағалау нәтижелері 60ºС әр түрлі уақыт экспозицияларымен (2, 5, 7, 10 мин) бастапқы пастерленбеген үлгіден айтарлықтай айырмашылықтардың жоқтығын көрсетті. Барлық эксперименталдық нұсқаларда сүт өзіне тән органолептикалық қасиеттерін сақтап қалды: ол көрінетін тұнбаларсыз және қабыршақ тәрізді қоспасыз ақ түсті біртекті сұйықтық болды. Сүттің дәмі жағымды, бие сүтіне тән, тәтті. Иісі таза, бие сүтіне тән, 60°С дейін қыздырылған кезде дәмі, иісі және сыртқы түрі өзгеріссіз қалады.

Биені 65ºС (2,5,7,10 мин) пастерлеуден кейінгі органолептикалық көрсеткіштерді бағалау да келесі нәтижелерді анықтады: ақ түсті, шөгінділер мен үлпектерсіз біртекті сұйықтық. Дәмі мен иісі бие сүтіне тән, тәтті. Органолептикалық көрсеткіштер өзгерген жоқ.

70ºС кезінде (2, 5, 7, 10 мин) пастерлеуден кейінгі сүтті бағалау келесі нәтижелерді анықтады: тұнбаларсыз және қабыршақсыз ақ түсті біртекті сұйықтық, бие сүтіне тән дәм де тәтті, бірақ сүтті пастерлеудің әлсіз дәмі пайда болды, 70ºС-те пастерленгеннен кейін бие сүтіне тән жағымды иіс бар, сүттің қасиеттері өзгеріссіз қалды.

75°С температурада (2, 5, 7, 10 мин) пастерленген бие сүтін органолептикалық бағалау сүтті шөгінділер мен үлпектерсіз ақ түсті біртекті сұйықтық ретінде сипаттауға мүмкіндік берді. Дәмі айқын таза, бие сүтіне тән, тәтті. Иісі де бие сүтіне тән. Пастерленген сүттің жағымды хош иісі пайда болды, ал сүттің қасиеттері өзгеріссіз қалды.

Пастерлеуден кейін бие сүтін органолептикалық бағалау 80ºС кезінде (2, 5, 7, 10 мин.) сүтті қабыршақты тұнбаларсыз ақ түсті біртекті сұйықтық ретінде сипаттауға мүмкіндік берді. Сүттің дәмі бөтен дәмсіз таза, жеңіл карамелизацияның хош иісі пайда болды, бірақ сонымен бірге сүттің түсі өзгерген жоқ, иісі бөтен хош иістерсіз бие сүтіне тән болып қалды.

Бие сүтін 85°С температурада (2, 5, 7, 10 мин) пастерлеуден кейін органолептикалық бағалау бие сүтінің органолептикалық сипаттамасындағы кейбір өзгерістерді анықтауға мүмкіндік берді. Біртектілік пен тән ақ түс сақталған кезде, ыдыстың түбіне түскен қабыршақты тұнбаларсыз пайда болды. Сонымен қатар, карамелизацияның айқын хош иісі дәмде пайда болды.

Жүргізілген зерттеулер негізінде 60-80°С температуралық диапазондағы бие сүтін пастерлеу режимдерін балалар мен диеталық өнімдерді өндіруде қолдану үшін ұсынуға болатындығы анықталды, себебі олар өнімнің негізгі физика-химиялық және органолептикалық сипаттамаларын сақтай отырып, қажетті микробиологиялық қауіпсіздікті қамтамасыз етеді. Алайда өңдеу температурасының 85°С және одан жоғары көтерілуі жағымсыз өзгерістерге әкеледі: түс сипаттамаларының өзгеруімен, сондай-ақ органолептикалық қасиеттердің (хош иіс пен дәмнің) өзгеруімен қатар жүретін ақуыз құрамдауыштарының денатурация процестері байқалады, бұл мұндай температуралық режимдерді бие сүтін өңдеуде өнеркәсіптік қолдануға жарамсыз етеді. Нәтижелер соңғы өнімнің тағамдық құндылығы мен технологиялық қасиеттерін сақтау үшін пастерлеудің температуралық параметрлерін қатаң бақылау қажеттілігін көрсетеді.

60-тан 80°С-қа дейінгі пастерлеу режимдерін құрғақ бие сүтін алу үшін мұздату мен сублимациялық кептірудің келесі кезеңдеріне дейін бие сүтін алдын-ала дайындауда қолдануға болады.

75-тен 85°С-қа дейінгі температурада бие сүтінің жалпы ұрықтануының төмендеуі және оның мәндерінің «Сүт және сүт өнімдерінің қауіпсіздігі туралы» КО ТР 033/2013 ұсынылған нормаларына жақындауы байқалды. Осы зерттеулердің нәтижесінде бие сүтін пастерлеу үшін оның микробиологиялық қауіпсіздігін қамтамасыз ететін оңтайлы температуралық режимдер белгіленді.

Пастерлеу режимдерінің бие сүтіндегі дәрумендер, макро-және микроэлементтер, төмен молекулалы пептидтер, лизоцим және ПҚМҚ деңгейіне әсерін бағалау нәтижелері сүтті термиялық өңдеу процесінде, оны өңдеу кезінде міндетті технологиялық операция болып табылатын, ақуыз фракциясына қатысты деструктивті процестердің жүруі мүмкін екенін көрсетті, бұл соңғысының биологиялық құндылығының төмендеуіне әкеледі. Бие сүтінің құрамының бірегейлігін қамтамасыз ететін негізгі факторлардың бірі - лизоцим мен төмен молекулалы пептидтердің жоғары деңгейі. Спецификалық емес иммунитет факторларының ішінде лизоцим сүттің негізгі бактерияға қарсы ақуыздарының бірі ретінде маңызды рөл атқарады. Нәтижелер пастерлеу процесінде пастерлеу температурасына байланысты лизоцим деңгейінің төмендегенін көрсетеді. Сонымен, лизоцим деңгейінің ең үлкен төмендеуі 85°С температурада шамамен 9 есе байқалады. Сонымен қатар, пастерлеудің төмен температурасы 60-тан 75°С-қа дейін лизоцим деңгейінің өзгеруіне әсер етпейді (шығындар 10%-дан аспайды). 78°С-тан бастап 85°С-қа дейін лизоцимнің қарқынды жойылуы жүреді.

5-кестеде келтірілген деректер пастерлеу процесінде пастерлеу температурасына байланысты дәрумендер деңгейінің төмендегенін көрсетеді.

Сонымен, витаминдер деңгейінің ең үлкен төмендеуі 85°С температурада байқалады. Сонымен қатар, пастерлеудің төмен температурасы 60-тан 74ºС-ке дейін дәрумендер деңгейінің өзгеруіне шамалы әсер етеді. 78ºС-тан бастап және 85ºС-ке дейін дәрумендердің қарқынды бұзылуы бар.

Кесте 5 – Пастерлеу режимдерінің бие сүтіндегі дәрумендер деңгейіне әсері

| Дәрумендердің атауы | 100 г өнімдегі дәрумендердің бастапқы деңгейі | Пастерлеу режимі | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Т 65°С | Т 75°С | Т 85°С |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| А дәрумені, мг | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,015 |
| β-каротин, мг | 0,03 | 0,03 | 0,020 | 0,015 |
| Д дәрумені, мкг | - | - | - | - |
| Е дәрумені, мг | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,07 |
| С дәрумені, мг | 9,4 | 9,1 | 8,5 | 6,9 |
| $B_6$ дәрумені, мг | 0,03 | 0,02 | 0,015 | 0,010 |
| $B_{12}$ дәрумені, мкг | 0,35 | 0,30 | 0,25 | 0,20 |
| Биотин (Н), мкг | 1,0 | 0,95 | 0,85 | 0,75 |
| Пантотен қышқылы | 0,25 | 0,20 | 0,18 | 0,15 |
| Рибофлавин ($B_2$), мг | 0,04 | 0,03 | 0,025 | 0,015 |
| Тиамин ($B_1$), мг | 0,03 | 0,025 | 0,015 | 0,010 |
| Холацин, мкг | 1,0 | 0,95 | 0,80 | 0,70 |
| Холин ($B_4$), мг | 23,5 | 22,0 | 20,0 | 16,0 |
| Ниацин РР, мг | 0,1 | 0,1 | 0,07 | 0,06 |

Жоғарыда келтірілген деректер пастерлеу процесінде пастерлеу температурасына байланысты төмен молекулалы пептидтер деңгейінің төмендеуіне тәуелділік жоқ екенін көрсетеді.

Жоғары температурада ұзақ кідіріс және сүтті зарарсыздандыру триацилглицериндерінің аздап гидролизіне және олардың май қышқылдарының құрамының өзгеруіне әкеледі. Бұл жағдайда сүттегі диацилглицериндердің мөлшері артады (1,2- және 1,3-формалар) және триаиилглицериндердегі қанықпаған май қышқылдарының мөлшері 2-3%-ға азаяды (олардың қос байланыстар қаныққан және ішінара тотығу кезінде альдегидтер мен кетондарға ауысуына байланысты). Стерильденген сүтті ұзақ уақыт сақтаған кезде триацилглицериндердің одан әрі гидролизі және әртүрлі альдегидтер мен кетондардың жиналуымен қанықпаған май қышқылдарының тотығуы жүреді.

85ºС температурада пастерлеу кезінде 2, 4, 6, 8 және 10 минут ішінде май қышқылының құрамындағы сандық өзгерістер табылған жоқ. 60-85°С температура диапазонында пастерлеу кезінде бие сүтінің май қышқылының құрамындағы өзгерістердің болмауын майлар құрылымындағы үлкен өзгерістер 100°С-тан жоғары температурада болатындығымен түсіндіруге болады.

Пастерлеу режимдеріне байланысты бие сүтінің аминқышқылдарының құрамының өзгеруіне қатысты нәтижелер өзгерген жоқ.

### 3.1.2 Бие сүтінің сапалық көрсеткіштеріне төмен температуралық өңдеудің ықпалы

Кейінгі сублимациялық кептіруге арналған бие сүтін мұздату технологиясын әзірлеудегі зерттеудің негізгі бағыты төмен температурада өңдеудің шикізаттың сапалық сипаттамаларын сақтауға әсерін зерттеу болды. Сонымен қатар, бие сүті мұздатқышта -15, -20, - 25, -30°С температурада 2 сағат бойы мұздатылған. 6-кестеде келтірілген мәліметтерге сәйкес, бие сүтін мұздату процесі қант концентрациясының жоғарылауымен, қышқылдықтың жоғарылауымен, сондай-ақ мұздатудың бастапқы кезеңінде 93,0% болатын С дәруменінің жоғары сақталуымен бірге жүреді. Төмен температурада мұздату сүтті пастерлеу процесінен кейін лизоцим, лактоглобуллиндер, лактоферрин, сондай-ақ суда еритін дәрумендер сияқты маңызды иммунобиологиялық құрамдауыштарды сақтауға мүмкіндік береді, бұл мұздатылған шикізатты одан әрі өңдеуге, соның ішінде лиофильді кептіруге негіз береді.

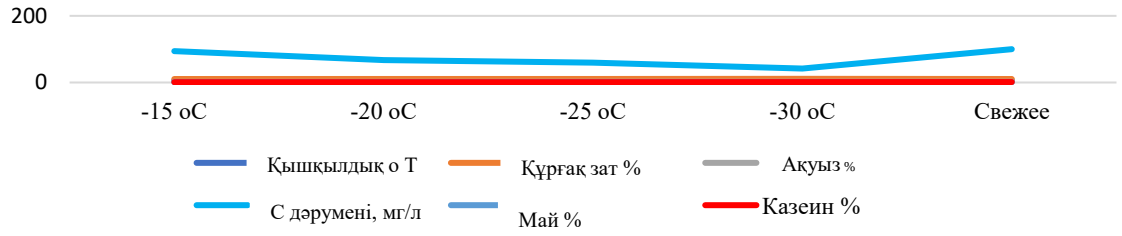
6-кестедегі мәліметтерден көрініп тұрғандай, бие сүтін мұздату процесі казеин фракциясын қоса алғанда, ақуыздың аздап төмендеуімен, сондай-ақ қант концентрациясының жоғарылауымен сипатталады. Сонымен қатар, бие сүтін мұздату процесі ақуыздардың айтарлықтай агрегациясына әкеп соқпайды. Бұл процесс мұздатылған сүтті сақтау кезінде бірден емес, белгілі бір индукциялық кезеңнен кейін дамиды. Сүт ақуыздарына теріс температураның тұрақсыздандырушы әсері келесі негізгі механизмдерде көрінеді: ірі мұз кристалдарымен ақуыз молекулаларының механикалық зақымдануы, тұздардың концентрациясына байланысты олардың беттік зарядының төмендеуі, осы факторлардың әсерінен дегидратация, нәтижесінде ақуыздардың денатурациясы мен агрегациясы. Ақуыз кешенінің тұрақсыздану процесінде кальций иондары, сүттің РН ығысуы ақуыздардың изоэлектрлік нүктесіне, сондай-ақ лактозаның кристалдануы шешуші рөл атқарады.

Ең үлкен маңызды өзгерістер С дәруменінің құрамында байқалады. Бие сүтін -20°С температурада мұздату кезінде оның концентрациясы 32,5%-ға, -25°С температурада - 41,7%-ға, ал -30°С температурада жоғалту 60,5%-ға жетеді (9-сурет). Мұздату процесінде С дәрумені деңгейінің айқын төмендеуіне қарамастан, оның қалдық мөлшері адамның күнделікті қажеттілігін қанағаттандыру үшін жеткілікті деңгейде сақталады.

Мұздату температурасы төмендеген кезде суда еритін дәрумендер концентрациясының айтарлықтай төмендеуі келесі факторларға: ақуыз-дәрумен кешендерінің бұзылуы, туындыларға айналуы (дегидроаскорбин қышқылы және аскорбиген), осы қосылыстарды анықтаудың күрделілігіне байланысты зерттеулердің әдістемелік шектеулеріне байланысты болуы мүмкін.

Кесте 6 – Мұздатудың бие сүтінің сапасына әсері

| Көрсеткіш | Сүт | |
|---|---|---|
| | балғын | тоңазытылған |
| 1 | 2 | 3 |
| Тығыздығы, г/см3 | 1,0337±0,0003 | 1,0341±0,0003 |
| Қышқылдығы оТ | 6,58±0,01 | 6,71±0,01 |
| Құрғақ зат % | 10,51±0,02 | 10,51±0,05 |
| Ақуыз % | 2,28±0,2 | 2,27±0,1 |
| Казеин % | 1,387±0,01 | 1,377±0,2 |
| Май % | 0,94±0,02 | 0,94±0,02 |
| Қант, мг/100 мл | 8,47±0,04 | 8,91±0,05 |
| күл % | 0,430±0,01 | 0,430±0,008 |
| Фосфор % | 0,062±0,002 | 0,062±0,003 |
| Кальций % | 0,139±0,0008 | 0,131±0,003 |
| С дәрумені, мг/л | 100,05±0,02 | 93,51±0,7 |




Сурет 9 – Әр түрлі мұздату температурасында бие сүтінің биохимиялық құрамының өзгеруі

Бие сүтін мұздату кезінде бастапқы шикізат ретінде көрсеткіштері бар МЕМСТ 46128-82 гигиеналық нормативтеріне сәйкес келетін жаңа бие сүті пайдаланылады: тығыздығы – кемінде 1029 кг/м$^3$, қышқылдығы 7°Т аспайды, майдың салмақтық үлесі – кемінде 1%.

Мұздату МЕМСТ 12302-2013 талаптарына сәйкес келетін полимерлі материал пакеттерінде, төмен температуралы мұздатқышта -25°С жоғары емес температурада 1,5-2 сағат ішінде жүзеге асырылады. Процесс аяқталғаннан кейін қаптамадағы мұздатылған сүт -15°С-тан аспайтын төмен температуралы мұздатқыштарға немесе мұздықтарға ұзақ сақтауға ауыстырылады.

Бие сүтінің химиялық құрамына мұздату температурасы да, оған жету жылдамдығы да айтарлықтай әсер етеді. Қарқынды салқындату сүт құрамдауыштарының айтарлықтай конформациялық және сандық өзгерістеріне әкелуі мүмкін. Осыған байланысты пастерлеудің оңтайлы режимдерін таңдау құрғақ бие сүтін алу технологиясын әзірлеудегі маңызды кезең болып табылады.

### 3.1.3 Бие сүтінің бактерицидтік және антиоксиданттық қасиеттерін арттыру үшін табиғи қоспаларды енгізу технологиясын оңтайландыру

Қолданыстағы санитарлық-эпидемиологиялық ережелер мен нормативтерге сәйкес тамақ өнімдерінің жарамдылық мерзімі

органолептикалық және физика-химиялық сипаттамаларын, қауіпсіздік критерийлерін қоса алғанда, белгіленген талаптарға толық сәйкес келуі, сондай-ақ оның мақсатына байланысты функционалдық қасиеттерін сақтауы тиіс уақыт аралығын білдіреді.

Тотығу процестерінің жылдамдығы тағамның сақталу ұзақтығына тікелей әсер етеді. Бұл процесс қысқа тізбекті альдегидтер мен қышқылдардың түзілуімен, сондай-ақ микроорганизмдер катализдейтін гидролитикалық ыдыраумен бірге жүретін атмосфералық оттегінің әсерінен липидтердің тотығуынан тұрады. Бұл реакциялардың салдары өнімнің органолептикалық және физика-химиялық сипаттамаларының айтарлықтай нашарлауы болып табылады, бұл оның жарамдылық мерзімінің қысқаруына әкеледі.

Липидтердің тотығу деградациясы қатарынан екі сатыда жүреді. Бірінші кезеңде липазаның әсерінен триглицеридтердің гидролизі жүреді, бұл май фракциясының қышқылдығының жоғарылауымен бірге жүреді. Алынған төмен молекулалық карбон қышқылдары (май, капрон, каприл) ащы дәмнің пайда болуына әкеледі. Екінші кезеңде бос май қышқылдары тотығып, кето қышқылдары, кетондар, альдегидтер және күрделі эфирлер түзіледі, бұл олқылықтардың дамуын күшейтеді.

Майлардың тотығу бұзылуын тежеу (тұрақтандыру) үшін антиоксиданттар қолданылады. Қазіргі антиоксиданттардың әсер ету механизмі олардың бос радикалдармен әрекеттесу қабілетіне негізделген, бұл тізбекті тотығу реакцияларының үзілуіне және липидтердің деградация процестерінің баяулауына әкеледі.

Синтетикалық антиоксиданттардың ішінде ионол, бутилокситолуол және бутилоксианизолды бөліп көрсету керек. Табиғи антиоксиданттарға фосфолипидтер, токоферолдар және каротиноидтар жатады. Сондай-ақ, элеутерококк сығындыларының антиоксиданттық қасиеттерін сипаттайтын мәліметтер бар [236].

Антиоксидантты синергистердің рөлін фосфор қышқылы, фосфолипидтер, амин қышқылдары, аскорбин және лимон қышқылдары сияқты қосылыстар атқарады. Флаволигнандар - фенолды қосылыстар класының табиғи биологиялық белсенді заттары (фенилпропаноидтар) ерекше қызығушылық тудырады.

Азық-түлікке, тка-ға және адам ағзасына оң әсер ететін токоферолдардың ішінде δ-токоферол ең жоғары антиоксиданттық белсенділікке ие, ал α-токоферол максималды дәрумендік, бірақ минималды антиоксиданттық белсенділікті көрсетеді. Айта кету керек, майдың концентрациясы жоғарылаған кезде антиоксидантты әсер прооксидантты әсермен алмастырылуы мүмкін. Сонымен қатар, осы қосылыстардың артық түсуі кезінде денсаулыққа ықтимал жағымсыз әсерлер туралы деректер бар (дене салмағының белгіленген нормасынан 2 мг/кг асқан кезде).

Күшті табиғи антиоксидант-дигидрокверцетин (таксифолин), ол Р-дәрумендік белсенділігі бар биофлавоноидтарға жатады. Дигидрокверцетиннің антиоксидантты, радиопротекторлық,

мембранопротекторлық, гиполипидемиялық, қабынуға қарсы, гепатопротекторлық, иммуномодуляциялық әсері бар.

Аналық сүтке ұқсас бие сүті липидтерінің май қышқылдық құрамы ω-3 және ω-6 топтарының жоғары полиқанықпаған май қышқылдарының (ПҚМҚ) үлкен үлесімен сипатталады. Қанықпаған май қышқылдарының екі тұқымдастарының өкілдері простагландиндердің синтезіне қатысу арқылы маңызды пластикалық рөл атқарады. Алайда, аталған ПҚМҚ-ның кемшілігі - липидтердің асқын тотығуына бейімділік. Сонымен қатар, тамақ өнімдері микробиологиялық бұзылуларға ғана емес, сонымен бірге консерванттарға да көмектеседі, сонымен қатар тотығумен күресуге көмектеседі. Антиоксиданттар құрамындағы майлардың (ең алдымен қанықпаған майлар) тотығуынан тамақ өнімдерін қорғаушылардың рөлін атқарады.

Тиісті қондырғыда сублимация әдісімен кептірілген бие сүті зерттелді. Майдың массалық үлесі 1,4%-ға тең сүтке кептіру алдында сүт майының массалық үлесіне қатысты 0,5%, 1,0% және 2,0% мөлшерінде кверцетин, α және γ-токоферол енгізілді. Бақылау дегидрокварцетин α және γ-токоферол қоспай кептірілген сүт болды. Құрғақ сүт азотпен толтырылған құтыларда сақталды. Өнім кептіруден кейін, содан кейін тоқсан сайын 6 ай бойы зерттелді. Дегидроверцетин, α-токоферол және γ-токоферолдың уыттылығы жоқ, бұл тағамдық қоспалар ТР ТС 029/2012 сәйкес тамақ өнімдерінде қолдануға рұқсат етілген.

Асқынның мөлшері өнімнің сақталуын және сақтау мерзімін сипаттайды және, әрине, оны сақтау шарттарына байланысты.

Жүргізілген зерттеулер сүт майындағы тотығу процестерінің аралас тежелуін анықтады. Алынған нәтижелер құрғақ сүттің бақылау үлгілері (антиоксиданттарсыз) 6 ай сақталғаннан кейін жарамдылық мерзімінің аяқталуына сәйкес келетін тотығу бұзылуының шекті мәндеріне жеткенін көрсетеді. Май массасының 2% концентрациясында дегидрокверцетин мен γ-токоферолды қолданғанда ең үлкен антикосиднат белсенділігі байқалды. Бұл жағдайда α-токоферол қосылған үлгі аз айқын ингибиторлық әсерді көрсетті (7-кесте).

Кесте 7 – Қолданылатын антиоксидантқа және сақтау мерзіміне байланысты сүт майындағы пероксидтің өзгеруі (M±m)

| Антиоксидант / майға қатысты концентрация | Асқын саны, белсенді оттегі мкмоль/ кг май | | |
|---|---|---|---|
| | Бастапқы өнім | 3 ай сақтағаннан кейін (мкмоль белсенді оттегі / кг май) | 6 ай сақтағаннан кейін |
| Дегидрокверцетин | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 0,5% | 1,8±0,05 | 2,3±0,08 | 2,7±0,04 |
| 1,0% | 1,7±0,09 | 2,2±0,04 | 2,5±0,09 |
| 2,0% | 1,8±0,06 | 2,0±0,05 | 2,3±0,06 |

7-кестенің жалғасы

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|
| γ -токоферол | | | |
| 0,5% | 1,8±0,05 | 2,4±0,09 | 2,8±0,08 |
| 1,0% | 1,8±0,04 | 2,2±0,07 | 2,6±0,06 |
| 2,0% | 1,7±0,08 | 2,1±0,07 | 2,4±0,02 |
| α -токоферол | | | |
| 0,5% | 1,7±0,07 | 2,6±0,07 | 3,2±0,04 |
| 1,0% | 1,8±0,06 | 2,4±0,09 | 3,0±0,05 |
| 2,0% | 1,8±0,05 | 2,3±0,06 | 2,9±0,08 |
| Консерванттарсыз құрғақ сүт | 1,7±0,1 | 2,8±0,08 | 3,9±0,04 |

Сүт майындағы асқын санын бағалаумен қатар, енгізілген антиоксиданттардың концентрациясына және сақтау мерзіміне байланысты құрғақ сүттегі малон диальдегидінің (МДА) деңгейін – липидтердің асқын тотығуының негізгі аралық өнімін (ПОЛ) анықтау жүргізілді. Құрғақ сүттегі малон диальдегидінің деңгейі сақтау кезінде жоғарылаған, бірақ соған қарамастан антиоксидант айқын қорғаныш антиоксиданттық әсерге ие болды және МДА деңгейінің сенімді төмендеуіне ықпал етті. Үш айдан кейін де, алты айдан кейін де МДА-ның ең аз мөлшері дегидрокверцетинді 2% концентрацияда енгізу кезінде байқалды.

Жүргізілген салыстырмалы талдау бақылау үлгісінде (антиоксиданттарсыз) МДА деңгейі сақтаудың 6 айында 11 еседен астам өсіп, шекті рұқсат етілген мәнге жеткенін көрсетті. Бұл антиоксиданттарды қолданбай құрғақ сүттің сақтау мерзімі алты айдан аспайтынын көрсетеді. Сонымен қатар, дегидрокверцетинді (май массасының 2%) қосқанда, МДА концентрациясы бастапқы үлгіге қарағанда 3 есе төмен болды, бұл осы қосылыстың айқын антиоксиданттық әсерін растайды.

γ - және α-токоферолды қолданған кезде құрғақ бие сүтінде бос радикалдардың жиналуының баяулауын көрсететін дәлелдер де алынды. Сонымен, γ - және α-токоферолды жалпы майдың 2% концентрациясында қолданған кезде, 6 айдан кейін МДА концентрациясы бастапқы бақылау үлгісіне қарағанда 3 және 4 есе төмен болды.

Дегидрокварцетинді қолданған кезде төмендеу анықталды жалпы антиоксиданттық белсенділіктің төмендеуінің баяулауы. Бұл жағдайда май массасының 2% мөлшерінде дегидрокварцетинді қолданған кезде ең жақсы көрсеткіштер байқалады.

Еркін радикалды тотығу өнімдері, атап айтқанда құрамында карбонил топтары бар, әртүрлі заттардың (фосфолипидтер, аминолипидтер, ақуыздар және т.б.) бос амин топтарымен әрекеттесіп, шиффтік негіздер түріндегі қосылыстар түзе алады.

Тұтастай алғанда, α және γ-токоферол антиоксиданттарын пайдаланған кезде сақтау процесінде липопероксидация өнімдерінің жинақталу

жылдамдығының 2 есе сенімді төмендеуі байқалады, бұл ретте γ-токоферолды май мен дегидрокверцетиннің жалпы салмағының 2% концентрациясында пайдаланған кезде жақсы нәтиже байқалады.

### 3.1.4 Бие сүтін сублимациялық кептірудің дайын өнімнің сапасы мен қауіпсіздігіне әсері

Бие сүтінен сублимациялық кептірілген ұнтақты өндірудің технологиялық схемасы технологиялық процестің барлық кезеңдерінің кешенін қамтиды. Желінің құрамына: шикізатты тасымалдауды қамтамасыз ететін сүт өткізгіші, сүтті алдын ала сақтауға және дайындауға арналған резервуарлар, шикізатты термиялық өңдеуге арналған пастерлеу қондырғысы, сүтті ішінара сусыздандыруға арналған жабдық (алдын ала концентрация), өнімді сублимация сатысында орналастыруға арналған науалар, сапаның физика-химиялық және микробиологиялық көрсеткіштерін бақылауға арналған зертханалық аспаптар, салмақтық және дайын өнімді буып-түюге арналған орау жабдығы.

Сублимациялық кептірілген өнімдердің ерекшелігі - олардың кеуектілігі, нәтижесінде олар үлкен адсорбциялық қабілетке ие - қоршаған ортадан оттегі мен ылғалды белсенді сіңіреді. Құрғақ өнімді қайта ылғалдандыру кезінде бастапқы пішіндері мен өлшемдерін қалпына келтіру талап етілмейтін кейбір жағдайларда құрғақ өнімді брикеттер, таблеткалар түрінде пішіндеуді, содан кейін оларды герметикалық жұпқа орауды қолданған жөн. Құрғақ өнімнің сақтау мерзімі мен сапасының өзгеруі сақтау жүргізілетін газ ортасының құрамына өте тәуелді. Оттегінің аз мөлшерде де болуы (шамамен 4-6%) тотығу процестерінің дамуына әкеледі, нәтижесінде дәрумендердің бұзылуы, түсінің, иісінің, консистенциясының, дәмінің өзгеруі. Бұл өзгерістердің қарқындылығын төмендетудің тиімді шарасы вакуумда немесе инертті газдар – азот, көмірқышқыл газы ортасында сақтау болып табылады. Айта кету керек, сублимацияланған өнімдерді жануарлардан да, өсімдіктерден де ұзақ уақыт сақтаған кезде газ ортасындағы оттегінің деңгейі минималды, шамамен 1-2% болуы керек. Сақтау температурасы мен сақталған өнімнің ылғалдылығы маңызды рөл атқарады. Басқалары тең болған жағдайда, сақтау температурасы төмендеген сайын сапалық сипаттамалардың барлық өзгеру деңгейі де төмендейді. Сублимациялық кептірілген өнімдерді күнделікті өмірде, қоғамдық тамақтандыруда және т.б. кеңінен қолдану оларды бөлме температурасында, яғни 28-23°С температурада сақтауды қамтиды. Мұндай температурада ауаның оттегінен оқшауланған жағдайда, көптеген тамақ өнімдерінің сақтау мерзімі сапаның айтарлықтай төмендеуінсіз 1-2 жылды құрайды. Сақтау температурасын 3-5°С дейін төмендету бұл кезеңдерді 1,5-2 есе арттыруға мүмкіндік береді. 37-40°С температурада сақтау шикізатты алдын-ала өңдеу сатысында арнайы шараларды, ораудың ерекше сапалы шарттарын талап етеді.

8-кестеде сублимациялық кептіру арқылы алынған құрғақ бие сүтінің химиялық құрамы және кептіруге дейінгі бие сүтінің аңғал көрсеткіштерімен салыстырғанда вакуумдау әдісімен оралған.

Кесте 8 – Сублимациялық кептіру әдісімен алынған жергілікті және құрғақ бие сүтінің химиялық құрамы

| Көрсеткіштердің атауы, өлшем бірліктері | НД бойынша рұқсат етілген нормалар | Кептіргенге дейін | Кептіргеннен кейін |
|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Антибиотиктер, мг/кг: | | | |
| Левомицетин | Тол.жоқ | Анықталмады | Анықталмады |
| Пенициллин | Тол.жоқ | Анықталмады | Анықталмады |
| Стрептомицин | Тол.жоқ | Анықталмады | Анықталмады |
| Тетрациклин гр. | Тол.жоқ | Анықталмады | Анықталмады |
| Уытты элементтер,мг/кг,аспайды: | | | |
| Қорғасын | 0,02 | 0,001 | 0,015 |
| Кадмий | 0,02 | 0,0001 | 0,001 |
| Күшала | 0,05 | Анықталмады | Анықталмады |
| Сынап | 0,005 | Анықталмады | Анықталмады |
| Меланин, мг/кг | 1 кем | Анықталмады | Анықталмады |
| Микробиологиялық: | | | |
| КМАФАнМ,КОЕ/см3,аспайды | 2,5х104 | <1,5х102 | <1,5х102 |
| БГКП(колиформалар) 1,0 см3 | Тол.жоқ | Анықталмады | Анықталмады |
| *St.aureus*, 1,0 см3 | Тол.жоқ | Анықталмады | Анықталмады |
| Патогендік м-ма, оның ішінде сальмонелла, 25 см2 | Тол.жоқ | Анықталмады | Анықталмады |
| Зеңдер, КОЕ/см3, аспайды | 100 | <10 | <10 |
| Ашытқылар,КОЕ/см3, аспайды | 50 | <10 | <10 |
| Пестициды,мг/кг,не более: | | | |
| ГХЦН (α,β,γ изомерлер) | 1,25 | Анықталмады | Анықталмады |
| ДДТ және оның метаболиттері | 1,0 | Анықталмады | Анықталмады |
| Радионуклидтер,Бк/кг,аспайды: | | | |
| Цезий -137 | 500 | Анықталмады | Анықталмады |
| Стронций - 90 | 200 | Анықталмады | Анықталмады |
| Органолептикалық: | | | |
| Сыртқы түрі | МЕМСТ Р 52973-2008<br><br>МЕМСТ Р 52975-2008 | Ақ сұйықтық, көкшіл реңкпен | Біртекті ұнтақ |

8-кестенің жалғасы

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|
| Консистенция | МЕМСТ Р 52973-2008<br><br>МЕМСТ Р 52975-2008 | Біртекті сұйықтық, шөгінділер мен үлпектер жоқ | Ұсақ құрғақ ұнтақ |
| Дәмі және иісі | Бие сүтіне тән | Жаңа бие сүтіне тән | Құрғақ бие сүтіне тән |
| Физика-химиялық: | | | |
| Ерігіштік индексі, см3 шикі тұнба (құрғақ сүт үшін) | 0,2 аспайды | - | 0,1 |
| Қышқылдық, Т° | 6 Т° аспайды | 4,2 | 4,5 |
| Тағамдық құндылығы, %: | | | |
| Ақуыздың массалық үлесі % | құрғақ үшін кемінде 16,0 жаңа үшін кем дегенде 2,0 | 2,19±0,23 | 17,52±1,7 |
| Майдың массалық үлесі % | Кемінде 1,0 | 1,92±0,19 | 15,4±1,5 |
| Көмірсулардың массалық үлесі % | Құрғақ үшін кемінде 58,0 Балғын үшін кемінде 5,8 | 7,88±0,69 | 63,05±6,3 |
| Ылғалдың массалық үлесі % | 5 аспайды | Нормаланбайды | 2,64±0,1 |
| Энергетикалық құндылығы, ккал/кДж / 100гр өнім | Нормаланбайды | 57/236 | 461/1929 |

8-кестеде келтірілген мәліметтерден көріп отырғанымыздай, бие сүтін мұздатып кептіру кезінде оның органолептикалық ғана емес, сонымен қатар физика-химиялық көрсеткіштері де барынша сақталады. Сүттің майлы компоненті өзгеріссіз қалады, дәрумендер, макро-және микроэлементтер, сондай-ақ аминқышқылдарының құрамы сақталады.

Қауіпсіздік көрсеткіштері бойынша сүт арнайы мақсаттағы өнімдерді өндіруде пайдалануға болатын қауіпсіз сүт шикізатының талаптарына толық сәйкес келеді.

Осылайша, жүргізілген зерттеулерге сүйене отырып, мұздатып кептіру әдісімен алынған сүттің тағамдық және биологиялық құндылығы жоғары, бұл оны диеталық және профилактикалық тамақтанудың арнайы шоколадты жасауда келешекті шикізат көзі етеді деп қорытынды жасауға болады. Бұл технологияны қолдану тұтынушылық сипаттамалары жақсартылған функционалдық өнімді құруды қамтамасыз ете отырып, шикізаттың пайдалы қасиеттерін барынша сақтауға мүмкіндік береді.

## 3.2 Пробиотикалық микроорганизмдермен байытылған бие сүті негізінде арнайы шоколадты әзірлеу

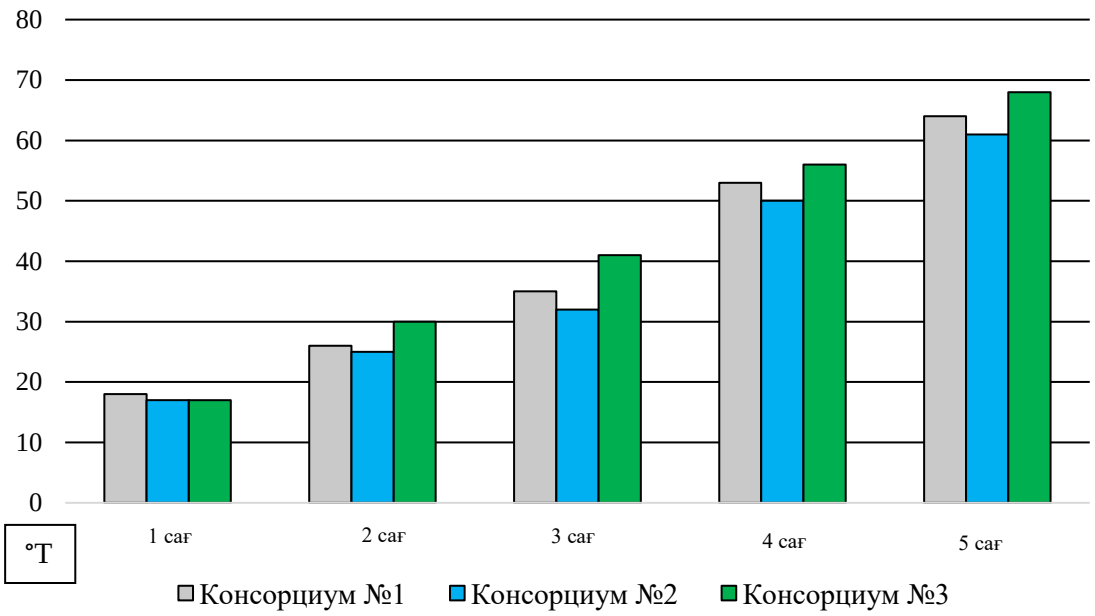
### 3.2.1 Шоколадтың физика-химиялық және органолептикалық қасиеттеріне құрғақ пробиотикалық дақылдардың әсері

Арнайы мақсаттағы шоколад өнімдерін байыту үшін пробиотикалық микроорганизмдерді таңдау мақсатында лакто- және бифидобактериялардың әртүрлі комбинацияларымен сүтті ашыту динамикасына эксперименталдық зерттеулер жүргізілді, «Genesis» ЖШҚ, Болгария өндірді. Зерттелетін комбинациялардың түрлік құрамы мен енгізу температурасы 9-кестеде келтірілген.

Кесте 9 – Зерттелетін ашытқы түрлерінің сипаттамасы

| р/с № | Ашытқы атауы | Түр құрамы | Енгізу температурасы, °С |
|---|---|---|---|
| 1 | ВА лиофилизделген пробиотикалық дақылдардың комбинациясы (№2 Консорциум) | *Bifidobacterium bifidum BB79, Streptococcus lactis SL215, Lactobacillus acidophilus LA72* (1:1:1 қатынасында) | 40±2 |
| 2 | BY лиофилизделген пробиотикалық дақылдардың комбинациясы (№2 Консорциум) | *Streptococcus salivarius sp. thermophilus ST14, Lactobacillus delbrueckii sp bulgaricus LB50, Lactobacillus acidophilus LA72* (1:1:1 қатынасында) | 40±2 |
| 3 | CR лиофилизделген пробиотикалық дақылдардың комбинациясы (№3 Консорциум) | *Lactobacillus case LC005i, Lactobacillus rhamnosus LR112* (1:1 қатынасында) | 40±2 |

Таңдалған пробиотикалық микроорганизмдер консорциумдарының ашыту қабілетін бағалау мақсатында ашыту процесінде қышқыл түзудің тиімділігі зерттелді. Ашыту белсенділігін талдау үшін пробиотикалық микроорганизмдер штаммдарының қолданылатын консорциумдарына келесі бастапқы талаптар қойылды: функционалдық тиімділік, пробиотикалық өзара әрекеттесу, жоғары титр көрсеткіштері, сондай-ақ қышқыл түзудің жоғары қабілеті. Қышқыл түзілуінің тиімділігін зерттеу нәтижелері 10-суретте көрсетілген.




Сурет 10 – Ашыту процесінде үлгілердің титрленетін қышқылдығы

Пробиотикалық микроорганизмдердің әртүрлі қауымдастықтарының сүтті ашыту динамикасын салыстырмалы талдау нәтижелері бойынша лактобакиллус casei LC005 және Lactobacillus rhamnosus LR112 түрлік құрамымен лиофилизацияланған пробиотикалық дақылдардың CR (№3 Консорциум) комбинациясы ең жақсы ашыту қабілетіне ие екендігі анықталды (1:1 қатынасында). Бұл лактобактериялар консорциумы пробиотикалық микроорганизмдермен шоколад өнімдерін байыту үшін функционалдық ингредиент ретінде таңдалды [237].

Пробиотикалық микроорганизмдер консорциумы бар енгізілген функционалдық компоненттің оңтайлы дозасын анықтау үшін пробиотиктердің сүт шоколадының органолептикалық және реологиялық қасиеттеріне әсері зерттелді. Әр түрлі концентрациядағы құрғақ бие сүті мен мұздатылған кептірілген пробиотикалық микроорганизмдерге (ЛПМ) негізделген шоколад өнімдері прототиптік үлгілер болды. Пробиотиктерсіз сиыр сүтіне негізделген сүтті шоколад бақылау үлгісі ретінде алынды. Органолептикалық қасиеттерді зерттеу нәтижелері 10-кестеде келтірілген.

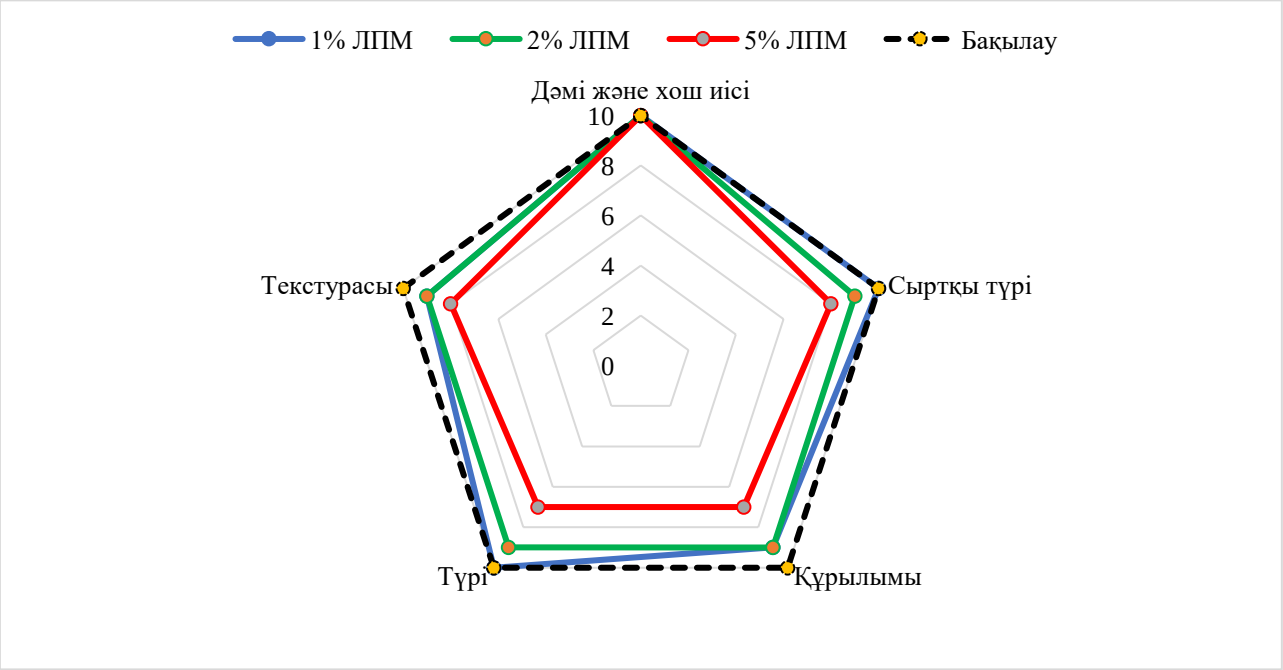
Кесте 10 – Пробиотикалық микроорганизмдердің шоколад өнімдерінің реологиялық және органолептикалық қасиеттеріне әсері

| Үлгілердің атауы | Сыртқы түрі | Дәмі мен хош иісі | Құрылымы | Түрі | Текстура |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Бақылау | Алдыңғы беті толқынды өзіне тән өрнегі бар | Сүт дәмі бар тәтті, ащы емес | Бір текті | Рецептураға сәйкес, деформациясыз | Қатты |

10-кестенің жалғасы

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|
| ЛПМ 1% | Алдыңғы беті толқынды өзіне тән өрнегі бар | Сүт дәмі бар тәтті, ащы емес | ЛПМ бір дақтары бар біртекті | Рецептураға сәйкес, деформациясыз | Қатты |
| ЛПМ 2% | Алдыңғы беті толқынды өзіне тән өрнегі бар | Сүт дәмі бар тәтті, ащы емес | Біртекті, ЛПМ бір дақтары бар | Рецептураға сәйкес, деформациясыз | Қатты |
| ЛПМ 5% | Алдыңғы беті толқынды өзіне тән өрнегі бар | Сүт дәмі бар тәтті, ащы емес | ЛПМ қосылуына байланысты құрылымда босаңсу бар | ЛПМ қосылуына байланысты шоколад пішінінде шамалы деформациялар бар | Қатты |

Он балдық шкала бойынша шоколад өнімдерінің бақылау және прототиптерінің органолептикалық көрсеткіштерін салыстырмалы бағалау 11-суретте келтірілген.




Сурет 11 – Шоколад өнімдерінің тәжірибелік және бақылау үлгілерінің органолептикалық көрсеткіштерін салыстырмалы бағалау профилограммасы

Шоколад өнімдерінің сенсорлық сипаттамаларын бағалау нәтижесінде енгізілген функционалдық құрамдауыштың оңтайлы дозасын зерттеу мақсатында пробиотикалық микроағзалардың лиофилизацияланған

ұнтақтарының консорциумын 1% және 2% концентрациясында шоколад өнімдерінің құрамына қосу бақылау үлгілерімен салыстырғанда айтарлықтай айырмашылықтар болмағаны анықталды. Шоколад құрамындағы 5% концентрациясына дейін енгізілетін ЛПМ дозасының ұлғаюымен зерттелетін өнімдердің органолептикалық сипаттамаларында елеулі өзгерістер анықталды, атап айтқанда, құрылымда біршама босаңсудың пайда болуы, сондай-ақ пробиотикалық микроағзалардың лиофилизацияланған ұнтағының қосылуына байланысты шоколад өнімдері мен тағамдар пішінінің шамалы деформациясы байқалды. Ең жақсы сенсорлық сипаттамалар 2% концентрацияда ЛПМ қосылған шоколад үлгілерінде анықталды. Органолептикалық бағалау нәтижелері негізінде енгізілген функционалдық құрамдауыштың оңтайлы дозасы 100 г дайын шоколадқа 2 г пробиотикалық микроағзалардың лиофилизделген ұнтағын анықтады. 12-суретте пробиотикалық микроағзалармен байытылған шоколадтың прототипі көрсетілген.




Сурет 12 – Пробиотикалық микроағзалар консорциумымен байытылған дамыған шоколадтың пайда болуы

Осылайша, эксперименталдық әзірлемелер нәтижесінде пробиотикалық микроағзалардың құрғақ дақылдарымен байытылған бие сүтінің ұнтағы негізінде арнайы шоколадтың рецептурасы қалыптасты. Формуланы әзірлеу органолептикалық және технологиялық сипаттамаларды, сондай-ақ дайын өнімнің тұрақтылығын ескере отырып жүргізілді. Құрамдауыштардың оңтайлы қатынасы жоғары дәмді ғана емес, сонымен қатар өнімнің функционалдық бағытын да қамтамасыз етті. Арнайы шоколадтың рецепті 11-кестеде келтірілген.

Кесте 11 – Пробиотикалық микроағзалардың құрғақ дақылдарымен байытылған құрғақ бие сүтіне негізделген арнайы шоколадтың рецептурасы

| Ингредиенттердің атауы | Саны, г |
|---|---|
| Мальтодекстрин | 32,70 |
| Какао-майы | 25,00 |
| Үгітілген какао | 20,00 |
| Құрғақ бие сүті | 20,00 |
| Соя лецитині | 0,30 |
| *Lactobacillus casei LC005, Lactobacillus rhamnosus LR112* пробиотикалық микроорганизмдердің құрғақ дақылдары (1:1 қатынасында) | 2,00 |

Осылайша, 11-кестеде көрсетілген арнайы шоколад рецепті келесі ингредиенттерді қамтиды: мальтодекстрин, какао-майы, үгітілген какао, құрғақ бие сүті соя лецитині, сондай-ақ *Lactobacillus casei LC005, Lactobacillus rhamnosus LR112* (1:1 қатынасында) түрлік құрамы бар пробиотикалық микроағзалар консорциумы. Әзірленген өнім жоғары дәмдік қасиеттерді ғана емес, сонымен қатар ас қорыту жүйесінің денсаулығын сақтауға, иммуномодуляцияға және рационды биологиялық белсенді заттармен байытуға бағытталған өнімнің айқын функционалдық бағытын қамтамасыз етеді. «Қазіргі заманда тұрақтылық пен қорғаныс қасиеттерін арттыру үшін күрделі полимер қоспалары да қолданылады. Пробиотиктерді қамтитын өнімдер сүт өнімдерінен бастап функционалдық батончиктер, шырындар және десерттерге дейін әртүрлі болады. Шоколад, құрамында майлар көп болғандықтан, микрокапсуляцияланған пробиотиктерді жеткізудің перспективалық құралы ретінде қарастырылады, себебі майлар бактерияларды асқазан қышқылынан қорғай алады.» [238]

Шоколадты жаппай тұтыну өнімі ретінде, сондай-ақ ішектің микробиоценозы әртүрлі бұзылулары бар адамдарға арнайы тағайындау ретінде ұсынуға болады.

### 3.2.2 Құрғақ пробиотикалық дақылдармен байытылған шоколадтың химиялық құрамын бағалау

Зерттеу жүргізу шеңберінде физикалық-химиялық көрсеткіштер, сондай-ақ пробиотикалық микроағзалармен байытылған құрғақ бие сүті негізінде «ULYTAU» шоколад өнімдерінің тағамдық және энергетикалық құндылығы талданды. Талдау нәтижелері 12-кестеде келтірілген.

Кесте 12 – Шоколад өнімдерінің тағамдық және энергетикалық құндылығын, сондай-ақ физика-химиялық көрсеткіштерін талдау

| Көрсеткіштердің атауы | Қоспасыз шоколад | ЛППМ байытылған шоколад |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| Ақуыздар, г | 7,11±0,15 | 7,40±0,15 |

12-кестенің жалғасы

| 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|
| Майлар, г | 33,89±0,27 | 33,84±0,27 |
| Көмірсулар, г | 53,84±2,69 | 53,60±2,68 |
| Ылғал | 3,91±0,015 | 3,96±0,015 |
| Күл | 1,25±0,0001 | 1,20±0,0001 |
| Энергетикалық құндылығы, ккал/кДж | 549/2297 | 549/2297 |

Шоколад өнімдерінің физика-химиялық қасиеттерін бағалау шоколад өнімдерінің құрамына лиофилизделген пробиотикалық микроағзалар консорциумының қосылуы зерттелетін үлгілердегі ақуыз деңгейінің 4,44%-ға артуына ықпал еткенін көрсетті. Тағамдық және энергетикалық құндылықтың басқа көрсеткіштері бойынша шоколад өнімдерінің құрамына лиофилизделген пробиотикалық микроағзаларды енгізу өнімнің қасиеттерінде айтарлықтай өзгерістер болған жоқ.

Лакто- және бифидобактериялардың да маңызды аминқышқылдарын өндіру қабілеті бар екені белгілі, осылайша өнімнің биологиялық құндылығын арттырады. Осыған байланысты пробиотикалық микроағзалардың лиофилизацияланған ұнтағымен байытылған «ULYTAU» шоколад өнімдерінде бос аминқышқылдарының мөлшері анықталды. Шоколад өнімдерінің аминқышқылдарының құрамы 13-кестеде келтірілген.

Кесте 13 – Шоколад өнімдерінің аминқышқылдарының құрамы

| Амин қышқылының атауы | Қоспасыз шоколад, мг/100 г | ЛППМ байытылған шоколад, мг/100 г |
|---|---|---|
| Маңызды аминқышқылдары, мг | | |
| Триптофан | 2,8±0,3 | 3,1±0,3 |
| Фенилаланин | 281,3±28,1 | 279,9±29,9 |
| Лизин | 389,4±28,9 | 399,2±39,9 |
| Изолейцин | 205,3±8,5 | 204,3±9,4 |
| Метионин | 95,6±3,6 | 95,6±3,4 |
| Валин | 294,0±11,4 | 299,1±13,9 |
| Лейцин | 659,0±45,9 | 667,2±26,7 |
| Треонин | 255,0±10,5 | 279,9±11,0 |
| Ауыстырылатын аминқышқылдары, мг | | |
| Гистидин | 197,9±8,8 | 197,3±8,7 |
| Пролин | 123,05±4,3 | 125,2±5,5 |
| Цистеин | 73,3±7,1 | 74,5±6,5 |
| Глицин | 184,6±12,5 | 189,1±11,9 |
| Тирозин | 180,4±8,0 | 178,8±6,9 |
| Аланин | 274,3±11,4 | 282,2±11,2 |
| Глутамин қышқылы | 1104,5±40,5 | 1181,8±38,2 |
| Аргинин | 403,6±25,4 | 405,9±25,6 |
| Аспарагин қышқылы | 974,6±25,5 | 1026,1±32,6 |
| Серин | 209,1±9,9 | 224,9±10,5 |

Зерттеу барысында лактобактериялар жүзеге асыратын ашыту процесінде бос аминқышқылдарының, соның ішінде лизин, валин, лейцин, треонин, пролин, глицин, аланин, глутамин қышқылы, аспарагин қышқылы және сериннің айтарлықтай жинақталуы байқалады. Бұл өзгерістер қолданылатын пробиотикалық дақылдардың белсенді протеолитикалық әсерін көрсетеді.

Зерттелетін үлгілердегі аминқышқылдарының сандық құрамын талдау негізінде маңызды аминқышқылдары үшін аминқышқылдарының жылдамдығын (АС) есептеу жүргізілді. Алынған нәтижелер 14-кестеде келтірілген.

Кесте 14 – Шоколад өнімдерінің маңызды аминқышқылдарының аминқышқылды скоры

| р/с № | Амин қышқылының атауы | Эталон ФАО мг/1 г ақуыз | Аминқышқыл скоры | |
|---|---|---|---|---|
| | | | Қоспасыз шоколад, мг/1 г ақуыз | ЛППМ байытылған шоколад, мг/1 г ақуыз |
| 1 | Валин | 40,0 | 103,4 | 105,8 |
| 2 | Изолейцин | 30,0 | 96,3 | 95,8 |
| 3 | Лейцин | 61,0 | 151,9 | 153,8 |
| 4 | Лизин | 48,0 | 114,1 | 117,0 |
| 5 | Метионин+цистеин | 23,0 | 103,4 | 103,3 |
| 6 | Треонин | 25,0 | 143,5 | 157,5 |
| 7 | Триптофан | 6,60 | 5,97 | 6,35 |
| 8 | Фенилаланин+тирозин | 41,0 | 158,4 | 157,9 |

11-кестеде келтірілген нәтижелер *Lactobacillus casei LC005 және Lactobacillus rhamnosus LR112* түрлік құрамы бар пробиотикалық микроағзалар консорциумымен байытылған шоколад өнімдерінің үлгілеріндегі лимиттеуші амин қышқылы (1:1 қатынасында) триптофан (құрамы 100 г – 3,1±0,3 мг, аминқышқылдарының жылдамдығы-қайта есептегенде 6,35 мг 1 г ақуыз үшін). Сонымен қатар, стандартты қоспасыз шоколад үлгісінде триптофан мөлшері 100 г өнімге 2,8±0,3 мг құрады. Шоколад үлгілерінің аминқышқылдарының құрамын зерттеуге сәйкес, шоколад өнімдерінің құрамына *Lactobacillus casei LC005 және Lactobacillus rhamnosus LR112* (1:1 қатынасында) кіретін пробиотикалық микроорганизмдер консорциумының мұздатылған кептірілген ұнтағын енгізу шоколадты ФАО анықтамалық ақуызына жақындату арқылы аминқышқылдарының құрамын оңтайландыруға ықпал ететіні анықталды.

### 3.2.3 Шоколад матрицасындағы пробиотикалық дақылдардың өміршеңдігін бағалау

Айта кету керек, пробиотикалық микроағзалармен байытылған функционалдық тамақ өнімдерін әзірлеудегі маңызды құрамдауыш температура мен сақтау уақытына, pH-ға, басқа құрамдауыштармен өзара әрекеттесуге және т.б. байланысты бастапқы инокуляттың белсенділігі болып табылады. Бұл факторлар тасымалдаушы өнімдердің құрамындағы пробиотикалық микроағзалардың өмір сүруіне айтарлықтай әсер етеді. Ұзақ уақыт бойы енгізілген пробиотикалық дақылдардың белсенділігі мен өміршеңдігін сақтау диеталық профилактикалық тамақтанудың функционалдық және арнайы өнімдерін әзірлеуде маңызды критерий болып табылады.

Шоколад өнімдерінің құрамындағы пробиотикалық микроағзалардың өміршеңдігін анықтау және бағалау мақсатында лактобактериялар қауымдастығы шоколад құрамына енгізілгеннен кейін жетінші тәулікте зерттелетін штаммдардың өмір сүруіне микробиологиялық зерттеу жүргізілді. Шоколад өнімдерінің үлгілерін салу MRS өсіру ортасында жүргізілді. Пробиотикалық микроағзаларды анықтау таза штамм дақылдарының фенотиптік белгілері негізінде жүргізілді. Микробиологиялық зерттеулердің нәтижелері 15-кестеде келтірілген.

Кесте 15 – Шоколад өнімдерін микробиологиялық зерттеу нәтижелері

| р/с № | Үлгілердің атауы | *Lactobacillus casei LC005,* КОЕ г/см$^3$ | *Lactobacillus rhamnosus LR112,* КОЕ г/см$^3$ |
|---|---|---|---|
| 1 | Стандартты үлгі | – | – |
| 2 | ЛППМ байытылған шоколад | 1,6х10$^9$ | 1,3х10$^9$ |

Микробиологиялық зерттеудің нәтижелері зерттелетін тамақ матрицаларында *Lactobacillus case LC005i және Lactobacillus rhamnosus LR112* пробиотикалық штаммдарының ұқсас белсенділігін көрсетеді, бұл жоғары титр көрсеткіштерін көрсетеді.

Нәтижелер бағытталған профилактикалық қасиеттері бар пробиотикалық тағамдардың сұрыпталымын кеңейтудің жоғары келешектерін көрсетеді.

### 3.3 Фукоидан қосылған құрғақ бие сүті негізінде арнайы шоколадты әзірлеу

Осы зерттеуді жүргізу шеңберінде бие сүті мен фукоидан ұнтағы негізінде сүтті шоколад өндірісінің рецептуралары мен технологиялық режимдері пысықталды. Шикізат көздерін таңдау және ғылыми негіздеу, сондай-ақ осы құрамдауыштарды енгізудің оңтайлы мөлшерін анықтау шоколад массасының ұтымды құрамын және пайдаланылатын шикізаттың зерттелетін өнімнің физика-химиялық, сенсорлық және құрылымдық сипаттамаларына әсерін анықтау кезінде қолданылатын ингредиенттердің

функционалдық-технологиялық қасиеттерін зерттеу арқылы жүзеге асырылды.

Теңіз балдырлары теңіз өсімдіктерінің негізгі бөлігін құрайды және олардың қоры өте үлкен. Өсімдіктер әлемінің бұл өкілдерінің созылмалы аурулардың қаупін азайту қабілеті ішінара олардың қайталама метаболиттерінің өндірілуіне байланысты, олар бірқатар эксперименталдық зерттеулерде биологиялық белсенділіктің кең спектрін көрсетеді. Бұл қосылыстардың ағзаға диетаның бөлігі ретінде едәуір мөлшерде үнемі жеткізілуі ұзақ мерзімді физиологиялық әсер етуі мүмкін. Қоңыр балдырлардың полисахаридтері-фукоидандар, олардың айқын антиоксидантты, аллергияға қарсы, ісікке қарсы, гипертензияға қарсы, иммуностимуляторлық әсерлеріне байланысты ерекше ғылыми және практикалық қызығушылық тудырады. Фукоидандардың аталған қасиеттері оларды бірқатар жұқпалы және жұқпалы емес аурулардың алдын алу және жалпы денсаулықты нығайту үшін функционалдық және мамандандырылған тамақ өнімдерінің бөлігі ретінде пайдалануға мүмкіндік береді. Азық-түлік өнеркәсібінде балдыр сығындыларының кеңінен қолданылуын ескере отырып, құрамында теңіз балдырлары, сондай-ақ олардың қайталама метаболиттері бар жаңа мамандандырылған тағамдарды әзірлеу инновациялық қадам болып табылады.

Шоколад өнімдерін фукоиданның құрғақ ұнтағымен байыту үшін тікелей қолдану әдісі таңдалды. Біз дайын өнімнің 100 г есебімен 0,001, 0,005 0,01 және 0,5 г концентрациясында фукоиданның құрғақ сығындыларын (ҚФС) алдық. Енгізілетін функционалдық құрамдауыштардың оңтайлы мөлшерін таңдау мақсатында бие сүті қосылған шоколад өнімдерінің зертханалық партиялары, сондай-ақ теңіз балдырларының полисахаридтері, әртүрлі концентрациядағы фукоидан ұнтақтары әзірленді. Фортификация процесін оңтайландыру үшін өндірілген үлгілердің тұтынушылық қасиеттері талданады. Зерттеу нәтижелері 16-кестеде келтірілген.

Кесте 16 – Фукоиданның әртүрлі концентрациясының функционалдық шоколад өнімдерінің тұтынушылық қасиеттеріне әсері

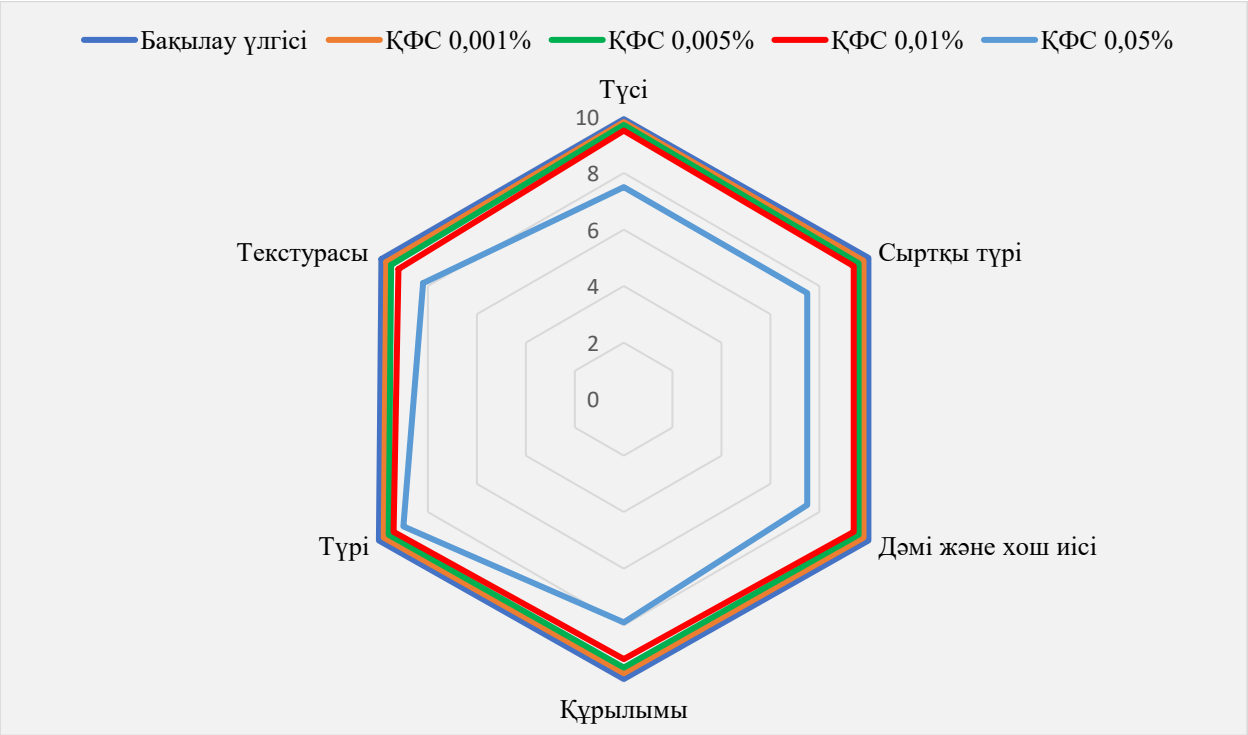
| Көрсеткіштің атауы | Бақылау | ҚФС 0,001% | ҚФС 0,005% | ҚФС 0,01% | ҚФС 0,05% |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Түсі | Ашық қоңыр | Ашық қоңыр | Ашық қоңыр | Ашық қоңыр | Ашық сұр реңктің көрінісі |
| Сыртқы түрі | Алдыңғы беті толқынды өзіне тән өрнегі бар | Алдыңғы беті толқынды өзіне тән өрнегі бар | Алдыңғы беті толқынды өзіне тән өрнегі бар | Алдыңғы беті толқынды өзіне тән өрнегі бар | Алдыңғы беті толқынды өзіне тән өрнегі бар |

16-кестенің жалғасы

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|
| Дәмі және хош иісі | Тәтті, сүт дәмі бар, ащы емес | Тәтті, сүт дәмі бар, ащы емес | Тәтті, сүт дәмі бар, ащы емес | Тәтті, сүт дәмі бар, ащы емес | Фукоиданның қосылуына байланысты ащы дәмнің көрінісі |
| Құрылымы | Біртекті | Біртекті, бірлікті дақтары бар | Біртекті, бірлікті дақтары бар | Біртекті, бірлікті дақтары бар | Фукоиданның қосылуына байланысты құрылымда босаңсу бар |
| Пішіні | Деформация сыз | Деформация сыз | Деформация сыз | Деформация сыз | Фукоидан ұнтағының қосылуына байланысты шоколад пішінінің кейбір деформациялары бар |
| Текстурасы | Қатты | Қатты | Қатты | Қатты | Қатты |

Кондитерлік өнімдердің, атап айтқанда шоколад өнімдерінің тұтынушылық қасиеттерін зерттеу өнімнің түсі, пішіні, сыртқы түрі, дәмі мен хош иісі, құрылымы мен текстурасы сияқты қасиеттерін талдауға мүмкіндік береді, осылайша тұтынушының көзқарасы бойынша өнімнің жалпы қабылдауын анықтауға мүмкіндік береді. Әзірленген функционалдық шоколад өнімдерінің тұтынушылық қасиеттерін талдау сапалық сипаттамалардың әрбір көрсеткішін он балдық бағалауға негізделген визуалды және дәмдік талдау әдісімен жүргізілді.

13-суретте құрғақ фукоидан сығындыларымен байытылған шоколад өнімдерінің салыстырмалы бағалау деректері, бақылау үлгісі – қоспасыз шоколадпен салыстырғанда келтірілген.




Сурет 13 – Фукоиданның құрғақ сығындыларының әртүрлі концентрациясының шоколад өнімдерінің тұтынушылық қасиеттеріне әсері туралы профиль

Зерттеу барысында физика-химиялық көрсеткіштер, сондай-ақ әртүрлі концентрацияда фукоидан ұнтағы қосылған профилактикалық мақсаттағы әзірленген шоколад өнімдерінің тағамдық және энергетикалық құндылығы бағаланды. Зерттеу нәтижелері 17-кестеде келтірілген.

Кесте 17 – 100 г дайын өнімге есептегенде әр түрлі концентрацияда фукоидан қосылған әзірленген шоколад өнімдерінің физикалық-химиялық көрсеткіштерін, сондай-ақ тағамдық және энергетикалық құндылығын талдау

| Көрсеткіштердің атауы | Бақылау | ҚФС 0,001% байытылған шоколад | ҚФС 0,005% байытылған шоколад | ҚФС 0,01% байытылған шоколад | ҚФС 0,05% байытылған шоколад |
|---|---|---|---|---|---|
| Ақуыздар, г | 7,18±0,25 | 7,19±0,24 | 7,20±0,22 | 7,22±0,24 | 7,23±0,28 |
| Майлар, г | 34,14±1,22 | 34,12±1,26 | 34,09±1,25 | 34,05±1,29 | 34,01±1,33 |
| Көмірсулар, г | 53,83±2,72 | 53,85±2,83 | 53,87±2,74 | 53,90±2,78 | 53,92±2,76 |
| Ылғал, % | 3,59±0,17 | 3,58±0,19 | 3,56±0,19 | 3,54±0,17 | 3,51±0,17 |
| Күл, % | 1,22±0,06 | 1,23±0,06 | 1,25±0,07 | 1,28±0,07 | 1,30±0,06 |
| Энергетикалық құндылығы, ккал/кДж | 552/2310 | 552/2310 | 551/2305 | 551/2305 | 551/2305 |

Функционалдық құрамдауыштардың әртүрлі концентрацияларының әсерін жоғарыда келтірілген зерттеу нәтижелері шоколад өнімдерін фукоидан ұнтағымен 100 г дайын өнімге 0,001, 0,005 және 0,01 г концентрациясында байыту шоколадтың тұтынушылық және физика-химиялық қасиеттеріне айтарлықтай әсер етпейтінін көрсетеді. Сонымен қатар, енгізілген функционалдық құрамдауыштың дозасын 100 г өнімге 0,05 г дейін арттыру шоколад өнімдерінің пішінінде, құрылымында және дәмінде құрылымдық өзгерістерге әкелді. Құрғақ функционалдық ингредиенттің бұл концентрациясы шоколад құрылымындағы деформациялар мен икемділіктің пайда болуына, сондай-ақ қолданылатын құрамдауыштың қосылуына байланысты тән ащылықтың пайда болуына ықпал етті. Шоколад өнімдерінің физикалық-химиялық көрсеткіштерін, сондай-ақ тағамдық және энергетикалық құндылығын талдау өнім сипаттамаларында айтарлықтай өзгерістердің жоқтығын көрсетеді. Қолданылатын құрамдауыштың концентрациясының жоғарылауымен-фукоиданның құрғақ сығындысы, өнімдегі майдың шамалы төмендеуі, сондай-ақ оның энергетикалық құндылығының салдары ретінде байқалды. Осыған байланысты, органолептикалық және сенсорлық сипаттамаларға елеулі әсер етпей, шоколад өнімдерінің иммунологиялық құрамдауышын барынша арттыру мақсатында функционалдық қоспаның оңтайлы концентрациясы үшін 100 г дайын шоколадқа 0,01 г құрғақ фукоидан сығындысының дозасы таңдалды.

Алынған мәліметтерді ескере отырып, сондай-ақ бие сүті мен фукоиданның бірегей химиялық құрамына сүйене отырып, біз диеталық және профилактикалық тамақтануға арналған құрғақ бие сүті мен фукоидан ұнтағы негізінде арнайы шоколад өндірісінің рецептурасы мен технологиясын жасадық. Арнайы шоколадқа арналған рецепт 18-кестеде келтірілген [239].

Кесте 18 – 100 г дайын өнімге есептегенде бие сүті мен фукоидан ұнтағы негізінде арнайы шоколадтың рецептурасы

| Ингредиенттердің атауы | Саны, г |
|---|---|
| Мальтодекстрин | 34,69 |
| Какао-майы | 25,00 |
| Үгітілген какао | 20,00 |
| Құрғақ бие сүті | 20,00 |
| Соя лецитині | 0,30 |
| Фукоидан ұнтағы | 0,01 |

14-суретте құрғақ фукоидан сығындысымен байытылған шоколадтың сыртқы түрі көрсетілген.




Сурет 14 – Құрғақ фукоидан сығындысымен байытылған шоколадтың сыртқы түрі

Ұсынылған арнайы шоколадтың рецептурасы функционалдық тамақтану принциптерін ескере отырып жасалған және өнімді айқын профилактикалық қасиеттермен құруға бағытталған. Өнім бие сүті бар тағамдарға тән жоғары тағамдық құндылықты және құрғақ фукоидан сығындысын енгізу арқылы мақсатты биологиялық әсерді біріктіреді. Әзірленген шоколадты арнайы тамақ өнімдері санатына жатқызуға болады және созылмалы қабыну жағдайлары мен зат алмасу бұзылулардың диеталық профилактикасы, сондай-ақ жоғары психоэмоционалды және физикалық белсенділікті сезінетін адамдарды рационға қосу үшін ұсынылады.

## 3.4 Ресвератрол қосылған құрғақ бие сүтіне негізіндегі арнайы шоколадты әзірлеу

### 3.4.1 Шоколадтың физикалық-химиялық және сенсорлық көрсеткіштеріне бие сүті мен ресвератрол ұнтағын қосудың әсері

Зерттеу жүргізу шеңберінде 5,0%, 10,0% және 20,0% (КМ5, КМ10, КМ20) мөлшерінде құрғақ бие сүті және 0,050%, 0,075% және 0,10% (Р 0,050, Р 0,075 және Р 0,10) мөлшерінде ресвератрол ұнтағы негізінде шоколад құрамындағы құрамдауыштар деректерінің оңтайлы деңгейін анықтау мақсатында арнайы шоколадтың эксперименталдық үлгілері әзірленді. Шоколад өнімдерінің талданған үлгілері шоколадтың физикалық-химиялық және сенсорлық көрсеткіштерінің енгізілген биологиялық белсенді құрамдауыштардың дозасына тәуелділігін зерттеді. Әр түрлі құрамдағы бие

сүті мен ресвератрол ұнтағы бар шоколадтың физика-химиялық және сенсорлық көрсеткіштеріне талдау жасалды. Стандартты формуладағы шоколадтың физика-химиялық көрсеткіштерін (бақылау) және әр түрлі арақатынастағы бие сүті мен ресвератрол ұнтағы негізіндегі эксперименталдық үлгілерді зерттеу нәтижелері 19-кестеде келтірілген.

Кесте 19 – Шоколадтың физика-химиялық көрсеткіштері

| Көрсеткіштері | Бақылау | Саны, % | | |
|---|---|---|---|---|
| | | КМ 5,0/Р 0,05 | КМ 10,0/Р 0,075 | КМ 20,0/Р 0,10 |
| Ақуыздар, % | 8,25±0,11 | 6,81±0,14 | 7,12±0,16 | 7,40±0,11 |
| Майлар, % | 43,34±1,11 | 42,53±1,08 | 39,22±1,07 | 37,84±1,16 |
| Көмірсулар, % | 43,08±1,05 | 45,45±1,12 | 48,38±1,18 | 49,42±1,09 |
| Ылғал, % | 4,12±0,08 | 4,10±0,09 | 4,04±0,10 | 3,96±0,08 |
| Күл, % | 1,21±0,03 | 1,11±0,03 | 1,24±0,06 | 1,38±0,03 |

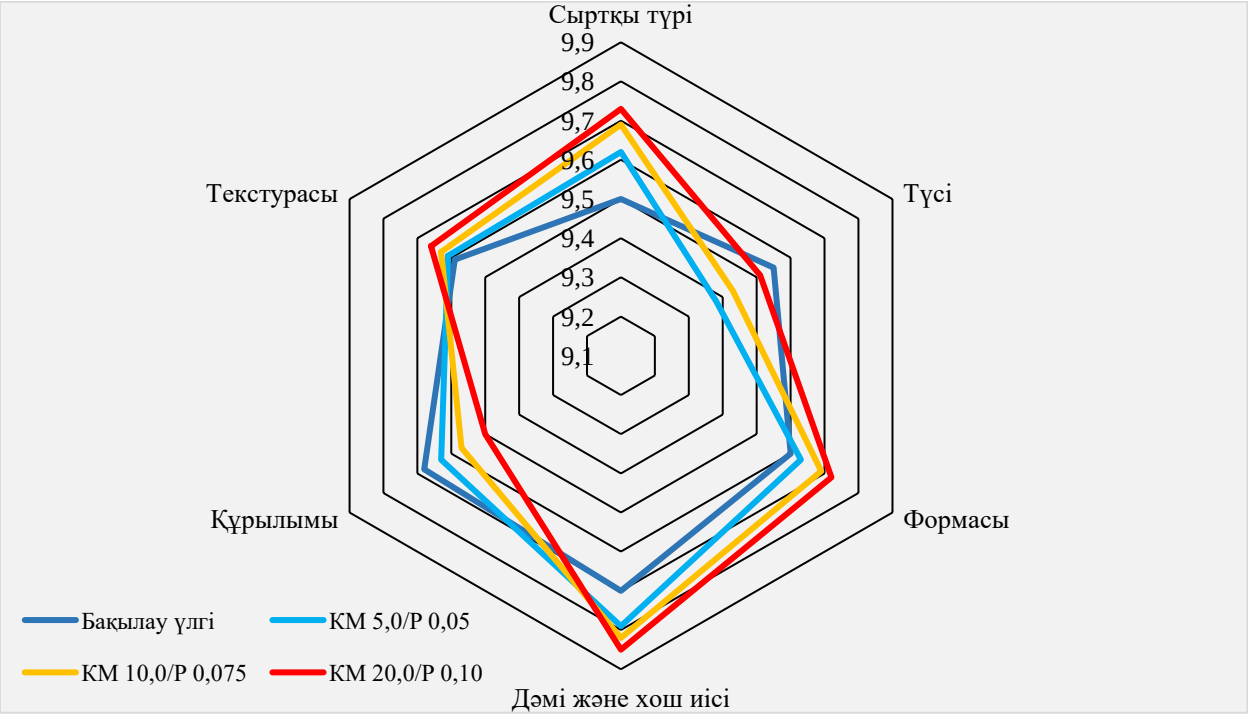
Ақуыздарды тұтыну көптеген негізгі метаболикалық процестерді ынталандырады және әсіресе жүрек-қан тамырлары ауруларының алдын алуда маңызды. Ағзаны маңызды аминқышқылдарымен қамтамасыз етумен қатар, ақуыздаро мен пептидтер айқын қабынуға қарсы, гипертензияға қарсы, тромбқа қарсы және гипохолестеринемиялық әсерге ие болуы мүмкін. Шоколад өнімдерінің эксперименталдық үлгілеріндегі жалпы ақуыз деңгейі бақылаумен салыстырғанда аздап төмендегеніне қарамастан (10,30%-дан 17,45%-ға дейін), сиыр сүтін шоколадпен құрғақ бие сүтімен алмастыру айтарлықтай қызығушылық тудырады. Бие сүтінің ақуыз құрамдауышы альбуминдер мен глобулиндермен, сондай-ақ төмен молекулалық пептидтермен және бос аминқышқылдарымен, жоғары молекулалық ақуыздардың төмен деңгейімен ұсынылған, бұл осы өнімнің иммунобиологиялық, детоксикация және антиоксиданттық қасиеттерін арттыруға көмектеседі. Алайда, бұл тек алдын-ала мәліметтер екенін және сүттің осы түрлерінің ақуыздық құрамын зерттеуге бағытталған одан әрі егжей-тегжейлі зерттеулер жүргізу қажет екенін атап өткен жөн.

Тұтынылатын тағамдардағы және күнделікті диетадағы липидтердің деңгейі, әсіресе төмен тығыздықтағы липопротеидтер (ТТЛП) жүрек-қан тамырлары ауруларының дамуының негізгі детерминанттары болып табылады. Сиыр сүтін құрғақ бие сүтімен алмастыру эксперименталдық үлгілердегі липидтер деңгейінің өзгеруіне әкелді. Мәселен, КМ 5,0/Р 0,050 үлгісінде жалпы майдың мөлшері бақылаумен салыстырғанда 20,33%-ға ($p<0,05$) сенімді түрде төмендеді. КМ 10,0/Р 0,075 үлгісінде липидтер деңгейінің 21,04%-ға төмендеуі анықталды. Жалпы липидтердің ең көп төмендеуі бақылау үлгісімен салыстырғанда 20,0% құрғақ бие сүті және 0,10% ресвератрол ұнтағы (КМ 20,0/Р 0,10) бар үлгіде байқалды, бұл 21,92% құрайды.

Эксперименталдық үлгілерде шоколад өнімдерінің көмірсулар профиліне қатысты өзгерістер де байқалды. Бие сүтіндегі лактозаның жоғары

болуына байланысты эксперименталдық үлгілердегі көмірсулардың мөлшері бақылаумен салыстырғанда орташа есеппен 24,0%-ға өсті.

Өнімнің тұтынушылық қасиеттерінің негізгі критерийлерінің бірі - өнімнің сенсорлық көрсеткіштерін талдау. Сенсорлық талдау шоколадтың сынақ және прототиптерінің салыстырмалы сипаттамасын қамтыды. Сыртқы түрі, түсі, пішіні, дәмі мен хош иісі, құрылымы мен құрылымы сияқты маңызды сенсорлық көрсеткіштер бағаланды. Әзірленген арнайы шоколад өнімдерінің көрсеткіштерін сенсорлық талдау сапалық сипаттамалардың әрбір көрсеткішін он балдық бағалауға негізделген визуалды және дәмдік талдау әдісімен жүргізілді. Талдау нәтижелері 15-суретте келтірілген.




Сурет 15 – Шоколадтың сенсорлық көрсеткіштеріне бие сүті мен ресвератрол ұнтағының әр түрлі концентрациясының әсері туралы профиль

Бақылаумен салыстырғанда құрғақ бие сүті мен ресвератролдың құрамы әртүрлі шоколад үлгілерінің физика-химиялық және сенсорлық көрсеткіштерін зерттеу нәтижелері аталған функционалдық құрамдауыштарды енгізгеннен кейін өнімнің қасиеттерінің өзгергенін көрсетеді. Физика-химиялық көрсеткіштер бойынша шоколадтың прототиптері ақуыз, липидтер мен көмірсулар құрамындағы тепе-теңдікпен сипатталды. Бие сүті мен ресвератрол ұнтағын қосқанда ақуыздың төмендеуі байқалды. Прототиптердегі көмірсулардың мөлшері көрсетілген ингредиенттерді қосқанда сенімді түрде өсті. КМ 5,0/Р 0,05 үлгісіндегі көмірсулардың массалық үлесі бақылаумен салыстырғанда 22.88%-ға өсті. КМ 10,0/Р 0,075 және КМ 20,0/Р 0,10 үлгілерінде көмірсулардың мөлшері тиісінше 23,30% және 24,02% төмендегені байқалды.

Сенсорлық талдау нәтижелері 0,050/5,0% және 0,075/10,0% концентрациясында ресвератрол ұнтағы/құрғақ бие сүтін қосу өнімнің сенсорлық өнімділігіне айтарлықтай әсер етпейтінін көрсетті. Функционалдық ингредиенттердің жиынтығын 0,10 / 20,0% мөлшерінде енгізу шоколадтың сыртқы түріне, құрылымына және пішініне оң әсер етті, сонымен қатар өнімге қолданылатын құрамдауыштардың жағымды хош иісі мен дәмін берді. Ресвератрол/құрғақ бие сүтін енгізу дозасын одан әрі ұлғайту кезінде үлгілердің сенсорлық қасиеттерінде елеулі өзгерістер анықталды, атап айтқанда шоколад құрылымының бұзылуы, сондай-ақ қалдық ащылықтың пайда болуы байқалды.

Шоколадтың физика-химиялық және сенсорлық көрсеткіштерін талдау нәтижелері негізінде құрғақ бие сүтін енгізудің оңтайлы дозасы 20,0%, ресвератрол – 0,10% болып белгіленді.

### 3.4.2 Ресвератролмен байытылған құрғақ бие сүті негізінде әзірленген шоколад өнімдерінің химиялық құрамын бағалау

Азық-түлік құрамындағы дәрумендердің, сондай-ақ макро- және микроэлементтердің теңдестірілген құрамы оның биологиялық құндылығы мен профилактикалық қасиеттерін анықтайды. Дәрумендер жүрек бұлшықеті мен қан тамырларының жұмысын жақсарта алады, бұл көптеген зерттеулердің нәтижелерінен көрінеді.

20-кестеде бақылау үлгісімен салыстырғанда әртүрлі арақатынаста ресвератрол ұнтағымен және құрғақ бие сүтімен байытылған шоколад өнімдерінің дәрумендік және минералды құрамдарын талдау нәтижелері келтірілген.

Кесте 20 – 100 г өнімге шоколадтың дәрумендік минералды құрамы

| Дәрумендер мен минералдар | Бақылау | Саны, % | | |
|---|---|---|---|---|
| | | КМ 5,0/Р 0,05 | КМ 10,0/Р 0,075 | КМ 20,0/Р 0,10 |
| Дәрумендер | | | | |
| А дәрумені, мкг | 5,94±0,18 | 4,97±0,22 | 6,04±0,21 | 7,78±0,21 |
| Е дәрумені, мг | 1,14±0,12 | 0,98±0,09 | 1,11±0,09 | 1,49±0,11 |
| В1 дәрумені, мг | 0,28±0,01 | 0,19±0,01 | 0,27±0,01 | 0,38±0,02 |
| В2 дәрумені, мг | 0,42±0,02 | 0,33±0,01 | 0,44±0,02 | 0,52±0,02 |
| РР дәрумені, мг | 0,51±0,01 | 0,41±0,01 | 0,53±0,02 | 0,67±0,01 |
| В6 дәрумені, мг | 0,19±0,01 | 0,12±0,01 | 0,17±0,01 | 0,21±0,02 |
| С дәрумені, мг | 1,18±0,09 | 0,95±0,06 | 1,21±0,08 | 1,88±0,06 |
| Макро- және микроэлементтер | | | | |
| Ca, мг | 223,46±1,45 | 189,53±1,39 | 226,80±1,48 | 272,00±1,51 |
| Mg, мг | 49,28±0,98 | 46,25±0,94 | 51,42±1,05 | 68,40±1,14 |
| Fe, мг | 1,18±0,15 | 1,01±0,12 | 1,20±0,16 | 1,44±0,17 |
| Zn, мг | 1,50±0,19 | 1,18±0,15 | 1,27±0,16 | 1,54±0,18 |

Дәрумендер мен минералдардың құрамын талдау зерттелген үлгілердің дәрумендер мен макро- және микроэлементтер бойынша төмен мәндері бар

екенін көрсетті, бұл жалпы шоколад өнімдеріне тән. Дегенмен, жүргізілген зерттеулердің нәтижелері эксперименталдық үлгілерде дәрумендердің, сондай-ақ макро- және микроэлементтердің май және суда еритін топтарының құрамының арту тенденциясын көрсетеді. Шоколадтың минералды құрамын талдау нәтижелері прототиптердегі күлдің жоғарылауы зерттелетін минералды элементтердің құрамының жоғарылауына сәйкес келетіндігін көрсетеді. Полидәрумендік жеткіліксіздік, сондай-ақ минералдардың жетіспеушілігі ағзаның бөгде қосылыстардың әсеріне жалпы төзімділігін төмендетеді және әртүрлі зат алмасу бұзылулардың даму қаупін арттырады. В дәрумендері, А және Е дәрумендері, сондай-ақ кальций, магний, темір және мырыш сияқты өмірлік маңызды нутриенттердің салыстырмалы түрде жоғары концентрациясы шоколадтың құрамына бие сүтінің ұнтағы мен Е дәруменімен қосымша байытудың қосылуына байланысты ММР 20/RP 0.075 шоколад үлгісінде байқалды.

Шоколад өнімдерінің зерттелетін үлгілерінің аминқышқылдарының құрамы талданады. Шоколадтың эксперименталдық және бақылау үлгілеріндегі аминқышқылдарының мөлшері 21-кестеде келтірілген.

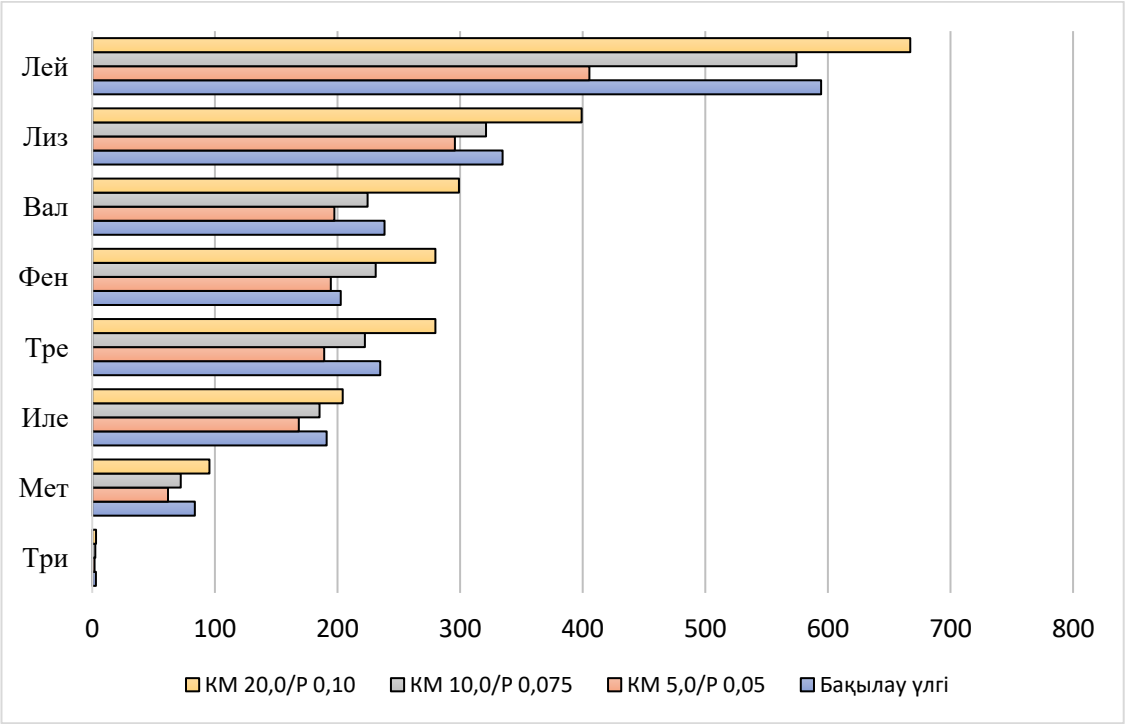
Кесте 21 – Шоколадтың аминқышқылдық құрамы 100 г өнімге мг мөлшерінде

| Аминқышқылдарының атауы | Бақылау | Саны, мг | | |
|---|---|---|---|---|
| | | КМ 5,0/Р 0,05 | КМ 10,0/Р 0,075 | КМ 20,0/Р 0,10 |
| Маңызды амин қышқылдары | | | | |
| Лейцин | 594,5±5,15 | 405,5±4,97 | 574,4±5,22 | 667,2±5,34 |
| Изолейцин | 191,2±2,11 | 168,5±2,23 | 185,4±2,09 | 204,3±2,15 |
| Валин | 238,4±2,34 | 197,5±2,27 | 224,6±2,31 | 299,1±2,45 |
| Лизин | 334,7±3,11 | 295,8±3,05 | 321,2±3,09 | 399,2±3,16 |
| Метионин | 83,7±0,86 | 61,8±0,71 | 72,2±0,75 | 95,6±0,93 |
| Триптофан | 3,0±0,22 | 1,9±0,16 | 2,5±0,19 | 3,1±0,24 |
| Треонин | 234,9±2,21 | 189,2±2,05 | 222,4±2,09 | 279,9±2,34 |
| Фенилаланин | 202,7±2,35 | 194,6±2,24 | 231,2±2,29 | 279,9±2,39 |
| Ауыстырылатын амин қышқылдары | | | | |
| Серин | 192,5±2,04 | 168,8±1,89 | 189,5±1,94 | 224,9±2,21 |
| Гистидин | 185,8±1,91 | 151,2±1,79 | 169,4±1,84 | 197,3±1,97 |
| Аргинин | 346,6±3,24 | 302,2±3,19 | 343,5±3,21 | 405,9±3,53 |
| Аланин | 241,3±2,39 | 198,9±2,22 | 235,1±2,31 | 282,2±2,48 |
| Цистеин | 67,9±0,81 | 49,2±0,70 | 58,3±0,74 | 74,5±0,87 |
| Аспарагин қышқылы | 895,2±7,86 | 678,3±6,69 | 887,5±7,79 | 1026,1±8,05 |
| Глутамин қышқылы | 984,5±9,09 | 786,2±8,01 | 905,8±8,99 | 1181,8±9,94 |
| Пролин | 121,7±1,33 | 83,2±1,01 | 91,5±1,05 | 125,2±1,38 |
| Глицин | 133,7±1,28 | 98,2±1,05 | 138,4±1,34 | 189,1±1,68 |
| Тирозин | 135,4±1,39 | 93,1±0,99 | 129,7±1,20 | 178,8±1,62 |

Арнайы шоколадтың бақылау және эксперименталдық үлгілеріндегі аминқышқылдарының құрамын талдау сиыр сүтін құрғақ бие сүтімен алмастыру 100 г өнімдегі аминқышқылдарының концентрациясын сенімді

түрде арттырғанын көрсетті. Зерттелген эксперименталдық шоколад үлгілерінің ішінде аминқышқылдарының максималды жалпы мөлшері (6114,1 г/ 100 г өнім) 0,20 / Р 0,10 КМ үлгісінде тіркелді. Бұл жағдайда маңызды аминқышқылдарының үлесі 2228,3 г / 100 г өнімді құрады, бұл осы өнімнің айқын профилактикалық қасиеттерін көрсетеді.

Құрғақ бие сүті мен ресвератрол негізіндегі шоколад үлгілеріндегі маңызды аминқышқылдарының құрамын салыстырмалы талдау бақылаумен салыстырғанда 16-суретте келтірілген.




Сурет 16 – Бақылаумен салыстырғанда әр түрлі концентрациядағы бие сүті мен ресвератрол ұнтағы негізіндегі арнайы шоколадтың эксперименталдық үлгілеріндегі аминқышқылдарының мөлшері

Аминқышқылдарының құрамын талдау нәтижелері шоколадтағы сиыр сүтін 20,0% құрғақ бие сүтімен және 0,10% ресвератролмен алмастыру маңызды аминқышқылдарының көбеюіне ықпал еткенін көрсетті. Атап айтқанда, лейцин құрамының 12,23% – ға, изолейцин – 6,85%-ға, валин - 25,46%-ға, лизин - 19,27%-ға, метионин - 14,22%-ға, триптофан - 3,33%-ға, треонин - 19,16%-ға және фенилаланин - 38,09%-ға статистикалық тұрғыдан сенімді жоғарылауы ($p<0,05$) анықталды. Шектейтін амин қышқылы-триптофан 3,1 г / 100 г. Маңызды тармақталған тізбекті аминқышқылдары (ВСАА) – валин, изолейцин және лейцин ерекше маңызды. ВСАА-ның айрықша ерекшелігі - олардың катаболизмі басқа протеиногендік аминқышқылдары сияқты бауырда емес, бауырдан тыс тіндерде жүреді. Бұл аминқышқылдарының теңдестірілген құрамы энергия процестерін ынталандырады және бұлшықеттің жиырылуын қамтамасыз етеді, бұл профилактикалық тамақтанудың маңызды факторы болып табылады.

Әр түрлі құрамдағы бие сүті (5%, 10% және 20%) және ресвератрол ұнтағы (0,05%, 0,075% және 0,10%) бар функционалдық шоколадтың бақылау және эксперименталдық үлгілерінің май қышқылдарының профилі анықталды. Зерттелетін үлгілердің барлық май фракциялары үш рет талданып, дәл бір күні метилденген. Хроматографиялық талдау жүргізу үшін DB-23 (60 м) колонкасы бүкіл эксперимент барысында өзгерген жоқ. Функционалдық шоколадтың бақылау және эксперименталдық үлгілерінің май қышқылының құрамы 22-кестеде келтірілген.

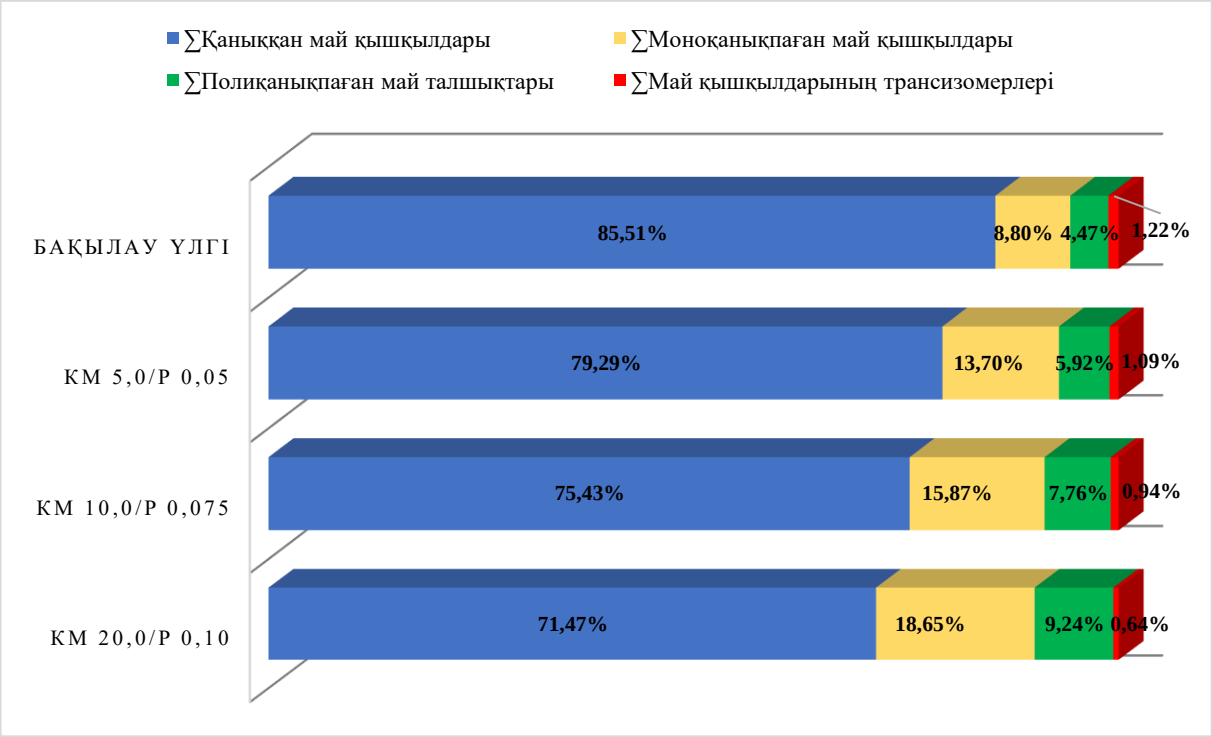
Кесте 22 – Бие сүті мен ресвератрол ұнтағы негізінде функционалдық шоколадтың бақылау және эксперименталдық үлгілерінің май қышқылдық құрамы

| Май қышқылдары | Бақылау | Саны, % | | |
|---|---|---|---|---|
| | | КМ 5,0/Р 0,05 | КМ 10,0/Р 0,075 | КМ 20,0/Р 0,10 |
| Қаныққан май қышқылдары | | | | |
| С4:0 | <ПО | <ПО | <ПО | <ПО |
| С6:0 | 3,58±0,24 | <ПО | <ПО | <ПО |
| С8:0 | 7,24±0,76 | 6,97±0,63 | 6,35±0,66 | 5,70±0,63 |
| С10:0 | 2,89±0,18 | 2,62±0,19 | 2,35±0,13 | 1,77±0,11 |
| С12:0 | 1,78±0,11 | 1,83±0,10 | 1,86±0,16 | 1,92±0,13 |
| С14:0 | 3,86±0,21 | 2,91±0,19 | 2,12±0,22 | 1,51±0,17 |
| С16:0 | 21,65±1,89 | 21,33±1,84 | 21,09±1,77 | 20,96±1,80 |
| С17:0 | 1,64±0,09 | 1,70±0,08 | 1,75±0,11 | 1,80±0,09 |
| С18:0 | 20,32±1,85 | 19,84±1,76 | 18,86±1,80 | 18,56±1,79 |
| С20:0 | 14,74±1,26 | 14,86±1,22 | 14,92±1,19 | 15,08±1,27 |
| С22:0 | 5,36±0,49 | 4,98±0,43 | 4,52±0,39 | 3,23±0,33 |
| С24:0 | 2,45±0,16 | 2,25±0,13 | 1,61±0,09 | 0,94±0,07 |
| ∑ҚМҚ | 85,51±7,24 | 79,29±6,57 | 75,43±6,52 | 71,47±6,39 |
| Моноқанықпаған май қышқылдары | | | | |
| С16:1 | 2,23±0,15 | 2,94±0,16 | 3,43±0,19 | 4,47±0,19 |
| С18:1 | 6,57±0,51 | 10,76±0,86 | 12,44±0,91 | 14,18±0,94 |
| ∑МҚМҚ | 8,8±0,66 | 13,7±1,02 | 15,87±1,10 | 18,65±1,13 |
| Полиқанықпаған май талшықтары | | | | |
| С18:2 (ω-6) | 3,04±0,26 | 4,18±0,32 | 5,85±0,34 | 7,16±0,48 |
| С18:3 (ω-3) | 1,43±0,08 | 1,74±0,12 | 1,91±0,18 | 2,08±0,19 |
| ∑ПҚМҚ | 4,47±0,34 | 5,92±0,44 | 7,76±0,52 | 9,24±0,67 |
| Май қышқылдарының трансизомерлері | | | | |
| С18:1 (trans-9) | 1,22±0,07 | 1,09±0,06 | 0,94±0,05 | 0,64±0,03 |
| С18:2 (trans-9,12) | <ПО | <ПО | <ПО | <ПО |
| ∑ТЖК | 1,22±0,07 | 1,09±0,06 | 0,94±0,05 | 0,64±0,03 |

*<ПО – анықтау шегінен төмен

17-суретте зерттелетін шоколад өнімдерінің үлгілеріндегі қаныққан, моно және полиқанықпаған және май қышқылдарының транс изомерлерінің арақатынасы көрсетілген. Ұнтақталған сиыр сүтіне негізделген шоколадтың бақылау үлгісінде ҚМҚ ең жоғары концентрациясы пальмитин С16:0 (21,65%), стеарин С18:0 (20,32%) және арахин қышқылдары С20:0 (14,74%)

болды. Қаныққан май қышқылдарының жалпы мөлшері 85,51% құрады. Бақылау үлгісіндегі моноқанықпаған май қышқылдары пальмитолеин С16:1 (2,23%) және олеин С18:1 (cis-9) (6,57%) қышқылдарымен ұсынылды. Шоколадтың бақылау үлгісіндегі полиқанықпаған май қышқылдарының ішінен ω-6 санатына жататын С18:2 all-cis-9,12 (3,04%) линол қышқылы және ω-3 санатына жататын С18:3 all-cis-9,12,15 (1,43%) линолен қышқылы анықталды.




Сурет 17 – Шоколадтың бақылау және эксперименталдық үлгілерінің май қышқылының құрамын салыстырмалы талдау

Ресвератрол ұнтағы қосылған сиыр сүтін бие сүтімен толығымен ауыстыру шоколад өнімдерінің май қышқылының профиліндегі кейбір өзгерістерге ықпал етті. Бие сүті мен ресвератролдың дозасы жоғарылаған сайын жеке қаныққан май қышқылдарының да, жалпы ҚМҚ құрамының да төмендеуі байқалды. Атап айтқанда, арнайы шоколадтың «КМ 20,0/Р 0,10» эксперименталдық үлгісінде каприл С8:0, миристин С14:0, пальмитин С16:0, стеарин С18:0, беген С22:0 және лигноцерин С24:0 қышқылдарының концентрациясының айтарлықтай төмендеуі анықталды. «КМ 20,0/Р 0,10» шоколад үлгісіндегі ҚМҚ жиынтық құрамы 71.47% құрады. Осылайша, шоколад өнімдерінің рецептурасына құрғақ бие сүті мен ресвератрол ұнтағын енгізген кезде шоколадтың бақылау үлгісімен салыстырғанда ∑ҚМҚ 14,04%-ға ($p<0,05$) статистикалық сенімді төмендеуі анықталды. Сонымен қатар, эксперименталдық үлгілерде моно және полиқанықпаған май қышқылдарының құрамындағы өзгерістер байқалды. Бие сүтіндегі С18:1 (cis-9) олеин қышқылының жоғары деңгейінің салдарынан «КМ 20,0/Р 0,10» зерттелетін үлгідегі осы ЖК құрамы 7,61%-ға өсті, бұл ретте бақылаумен

салыстырғанда МҚМҚ-ның жиынтық құрамы 9,85%-ға өсті. Сондай-ақ «КМ 20,0/Р 0,10» эксперименталдық үлгісінде ПҚМК жиынтық мазмұнының 4,77%-ға сенімді өсуі анықталды. Сонымен қатар, барлық эксперименталдық үлгілерде май қышқылдарының трансизомерлері деңгейінің айтарлықтай төмендеуі байқалды. Май қышқылының профиліндегі бұл өзгерістер бие сүтінің ұнтағы мен ресвератрол ұнтағы негізінде жасалған арнайы шоколадтың жоғары биологиялық құндылығын көрсетеді, бұл оны жүрек-қан тамырлары ауруларының алдын алуда қолданудың кең перспективаларын ашады.

Физика-химиялық, органолептикалық және функционалдық қасиеттерін талдауды қамтитын зертханалық зерттеулер негізінде арнайы шоколадтың оңтайлы рецептурасы жасалды. Бие сүті мен ресвератролдың жоғары тағамдық және биологиялық құндылығын, технологиялық тұрақтылығын және соңғы өнімнің маңызды функционалдық әсерін қамтамасыз ететін ұтымды массалық үлестері белгіленді. Арнайы шоколадтың рецепті 23-кестеде келтірілген.

Кесте 23 – Дайын өнімнің 100 г мөлшерінде ресвератролмен байытылған құрғақ бие негізіндегі арнайы шоколадтың рецепті

| Ингредиенттердің атауы | Саны, г |
|---|---|
| Мальтодекстрин | 34,6 |
| Какао-майы | 25,0 |
| Үгітілген какао | 20,0 |
| Құрғақ бие сүті | 20,0 |
| Соя лецитині | 0,30 |
| Ресвератрол ұнтағы | 0,10 |

Ұсынылған арнайы шоколад рецепті бие сүтінің, какао өнімдерінің және функционалдық ингредиенттердің-ресвератрол мен Е дәруменінің қосылуы арқылы өнімнің қоректік профилінің тепе-теңдігін қамтамасыз етеді. Алынған формула болжамды про- және метабиотикалық қасиеттері бар арнайы және функционалдық тағамдарды құрудың негізі ретінде ғылыми және практикалық қызығушылық тудырады. 18-суретте ресвератролмен байытылған бие сүтінің ұнтағы негізінде жасалған шоколадтың сыртқы түрі көрсетілген [240].




Сурет 18 – Ресвератролмен байытылған құрғақ бие сүтіне негізделген шоколадтың сыртқы түрі

Диссертацияның келесі бөлімдерінде ресвератрол және Е дәруменімен байытылған бие сүтінің ұнтағы негізінде арнайы шоколадты қолданудың тиімділігі бойынша эксперименталдық және клиникалық зерттеулердің нәтижелері ұсынылатын болады. Алынған мәліметтер әзірленген өнімнің функционалдық қасиеттерін және оны арнайы тамақтануда қолдану келешектерін ғылыми негіздеуге мүмкіндік береді.

### 3.5 Ресвератролмен байытылған, құрғақ бие сүті негізінде әзірленген шоколадтың тиімділігін эксперименталдық бағалау

Қорғасынмен улану экотоксикология мен еңбек медицинасының ең өзекті мәселелерінің бірі болып қала береді, бұл өнеркәсіпте қорғасын қосылыстарының кең таралуына және олардың ағзадағы жүйелік бұзылуларды тудыру қабілетіне байланысты. Қорғасынның уытты әсерінің орталық механизмдерінің бірі - липидтердің асқын тотығу процестерінің белсендірілуімен және антиоксиданттық қорғаныстың сарқылуымен бірге жүретін тотығу стрессінің индукциясы (АОҚ).

Осы зерттеуде қорғасын қосылыстарынан туындаған тотығу стрессінің үлгісі ретінде зертханалық егеуқұйрықтардың қорғасын ацетатымен созылмалы тұқымы пайдаланылды, бұл ЛАТ-АОҚ жүйесіндегі тән өзгерістерді тіркеуге мүмкіндік берді. Екінші және төртінші (бақылау) топтарда он күндік бақылаудан кейін қорғасын ацетатымен уытты тұқым себу аясында егеуқұйрықтарда жүн қабатының бұзылуы, көз склерасының өзгеруі, қозғалыс белсенділігінің төмендеуі байқалды. Айта кету керек, екінші және

төртінші топтардағы қорғасын ацетатымен уытты тұқым фонындағы жануарлардың дене салмағы фондық деректермен салыстырғанда байқаудың отызыншы күніне қарай орта есеппен 20%-ға төмендеді.

Қорғасын ацетатымен тұқым себу аясында шоколадты тұтыну егеуқұйрықтардың дене салмағының 10 күндік бақылаулардан кейін бастапқы массаның орта есеппен 5%-ға өсуіне ықпал етті, жануарлардың жалпы жағдайы жақсарды, бұл жүн қабаты, көз склерасы және қозғалғыштығы жағынан байқалды. Бұл өзгерістер эксперименталдық кезең ішінде (30 күн) сою сәтіне дейін байқалды.

Алынған өзгерістер ресвератрол мен Е дәруменімен байытылған шоколадтың егеуқұйрықтардың төзімділігі мен қорғаныс функцияларына пайдалы әсеріне байланысты болуы мүмкін.

ЛАТ-АОК жүйесін уытты тұқым аясында бағалау, оның ішінде липидтердің асқын тотығуының бастапқы және қайталама өнімдерінің құрамының өзгеруі, сондай-ақ антиоксиданттық жүйенің ферментативті буынының күйі ерекше қызығушылық тудырды. Қорғасынмен улану көбінесе тотығу стрессінің дамуына, организмде липидтердің пероксидация өнімдерінің жиналуына әкелетіні белгілі, бұл гипертензия мен жүрек-қан тамырлары ауруларының дамуына және өршуіне әкелетін реакциялар каскадын тудырады [241].

Сонымен қатар, липидтердің пероксидациясының жоғарылауы атеросклероздың даму қаупінің жоғарылауына, эритроциттердің гемолизінің жоғарылауына, сұйықтықтың төмендеуіне және мембраналық ақуыздар мен липидтерді пероксидтер мен бос радикалдардың әсерінен қорғауға белсенді қатысатын қорғаныс механизмдерінің төмендеуі аясында эритробласттардың жетілуінің бұзылуына әкелетін бірқатар жағымсыз салдармен бірге жүреді.

Липидтердің асқын тотығуын физиологиялық процесс ретінде қарастыруға болады және оның басталуы мен жасуша мембраналарының тотығу күйінің тұрақтылығы көбінесе организмнің антиоксиданттармен және антиоксиданттық сипаттағы заттармен қамтамасыз етілуіне байланысты. Бұл белгілі бір фармакологиялық препараттар мен алиментарлы препараттардың жоғары профилактикалық тиімділігін бағалаудың маңызды факторы болып табылады. Бұл ереже алиментарлы генездің жаңа құралдарын жобалауға негізделуі керек. Атап айтқанда, бұл ресвератрол мен Е дәрумені қосылған какао майы, үгітілген какао, бие сүтінің ұнтағы негізінде жаңа арнайы шоколад жасауға қатысты болды.

Арнайы шоколадты жасау кезінде шикізатты таңдаудағы антиоксиданттық фокусты ескере отырып, біз қорғасын ацетаты бар егеуқұйрықтардың улы тұқым моделінде шоколадтың антиоксиданттық қасиеттерін бағаладық.

Егеуқұйрықтардың қан сарысуындағы қорғасын ацетатымен себу аясында антиоксидантты қорғаныс жүйесінің жағдайы бойынша алынған нәтижелер 24-кестеде келтірілген.

Кесте 24 – Қорғасын ацетатымен уытты тұқым фонында егеуқұйрықтардың қан сарысуындағы антиоксидантты қорғаныс көрсеткіштерін бағалау (M±m)

| Топтар | МДА, нмоль/мл | ДК, нмоль/мл | Каталаза, ммоль/мг ақуыз/мин | СОД, ммоль/мг ақуыз/мин |
|---|---|---|---|---|
| 1 топ (Фон, бастапқы деректер) | 12,7±1,3 | 10,0±0,9 | 20,3±1,6 | 32,1±2,3 |
| 2 топ (Шүрпі) | 28,9±1,9* | 15,6±1,2* | 30,5±2,6* | 22,6±1,2 |
| 3 топ (Шүрпі + шоколад) | 16,8±1,4** | 12,4±0,9** | 7,1±1,5 | 30,9±2,3** |
| Бақылау тобы | 22,7±1,6** | 16,1±0,8 | 26,5±2,2 | 23,6±1,9** |

*– айырмашылықтар бірінші және екінші топтар арасында статистикалық тұрғыдан сенімді $p \leq 0,05$.

**– айырмашылықтар статистикалық тұрғыдан үшінші және екінші және үшінші және төртінші топтар арасында $p \leq 0,05$.

Тұқым себу аясында ұсынылған мәліметтерден көріп отырғаныңыздай, бастапқы мәліметтерге қатысты 30 күннен кейін егеуқұйрықтардың қан сарысуында жыныстың қайталама және бастапқы өнімдерінің ПОЛ (МДА және ДК) құрамының сенімді өсуі байқалды.

Егеуқұйрықтардың тіндерінде қорғасынның жиналуы жыныстың белсендірілуімен бірге қан сарысуындағы каталаза белсенділігінің 50,5%-ға сенімді жоғарылауының себебі болып табылатын супероксид аниондарының түзілуін ынталандырады. Бұл жағдайда егеуқұйрықтардың қан сарысуындағы эксперименттің 30-шы күнінде супероксид дисмутазасының белсенділігі 29,6%-ға төмендеді. Қан сарысуындағы бастапқы және қайталама ПОЛ өнімдерінің құрамының жоғарылауы, сондай-ақ антиоксиданттық жүйенің негізгі ферменттерінің белсенділігінің өзгеруі, ең алдымен, организмдегі антиоксиданттардың эндогендік деңгейінің төмендеуін көрсетті және олардың ағзаға қосымша түсуін негіздеді.

Бұл болжам қан сарысуындағы Е дәрумені деңгейінің және қорғасын ацетатымен уытты шүрпі фонындағы жалпы антиоксиданттық белсенділіктің нәтижелерімен расталды (25-кесте)

Кесте 25 – Шүрпі және арнайы шоколадты қабылдау аясында Е дәруменінің болуы және егеуқұйрықтардың қан сарысуындағы жалпы антиоксиданттық белсенділік деңгейі

| Топтар | Е дәрумені мкг/100мл | АОА, % |
|---|---|---|
| 1 топ (Фон, бастапқы деректер) | 0,72±0,03 | 65,3±3,6 |
| 2 топа (Шүрпі) | 0,45±0,03* | 40,5±3,8* |
| 3 топ (Шүрпі + шоколад) | 0,65±0,04** | 59,3±4,9** |
| 4 Бақылау тобы | 0,40±0,02** | 42,3±4,9 |

* – айырмашылықтар статистикалық тұрғыдан бірінші және екінші топтар арасында $p \leq 0,05$.

** – айырмашылықтар статистикалық тұрғыдан үшінші және екінші және үшінші және төртінші топтар арасында $p \leq 0,05$.

24-кестеде келтірілген мәліметтерден көріп отырғанымыздай, егеуқұйрықтардың екінші тобындағы уытты шүрпі аясында, бірінші топпен салыстырғанда, эксперименттің отызыншы күніне қарай Е дәруменінің болуы 37,5%-ға сенімді төмендеуі байқалды, ал жалпы антиоксиданттық белсенділік 24,8%-ға сенімді түрде төмендеді. Алынған өзгерістер уытты тұқым аясында егеуқұйрықтар ағзасындағы антиоксиданттардың эндогендік деңгейінің сарқылуын және оларды «ПОЛ» процестерін қалыпқа келтіру, уытты стрессті азайту және жануарлардың жалпы метаболикалық күйін сақтау үшін пайдаланудың жоғарылауын көрсетті.

Қорғасын ацетатымен уытты шүрпі себу аясында ПОЛ процестерін белсендіру және егеуқұйрықтардың антиоксиданттық мәртебесін төмендету липидтердің асқын тотығуының басталу қаупін азайтуға және жалпы ЛАТ-АОҚ жүйесін белсендіруге қабілетті табиғи антиоксиданттармен байытылған өнімдерді профилактикалық мақсатта пайдаланудың орындылығын негіздеді.

Жоғарыда айтылғандарды ескере отырып, қорғасын ацетатымен улы шүрпі фонында 30 күн бойы егеуқұйрықтардың жеммен бірге қабылдаған арнайы шоколадына баға берілді.

23-кестеде келтірілген мәліметтерден көріп отырғанымыздай, үшінші топта эксперименттің отызыншы күніндегі жануарлардың екінші және бақылау топтарымен салыстырғанда қан сарысуында екінші және бастапқы ПОЛ өнімдерінің сенімді төмендеуі байқалды.

Оылайша малон диальдегидінің деңгейі үшінші топта екінші және төртінші топтармен салыстырғанда тиісінше 41,9 және 30,0%-ға төмендеді.

Қан сарысуындағы ПОЛ-диен коньюгаттарының бастапқы өнімдерінің мөлшері екінші және төртінші тәжірибелі топтармен салыстырғанда сәйкесінше 20,5 және 29,8%-ға төмендеді. Бұл жағдайда айырмашылықтар сенімді болды.

Егеуқұйрықтар ағзасының антиоксиданттармен, атап айтқанда Е дәруменімен қамтамасыз етілуінің жоғарылауын растау арнайы шоколадты қабылдаған егеуқұйрықтардың қан сарысуындағы Е дәрумені туралы мәліметтер болды.

Үшінші топтағы кестеде келтірілген мәліметтерден көріп отырғанымыздай, егеуқұйрықтардың қан сарысуындағы Е дәрумені мөлшері екінші және төртінші тәжірибелі топтардағы деректермен салыстырғанда орташа есеппен 33,3%-ға өсті. Ал үшінші топтағы жануарларда шоколадты тұтыну фонында уытты шүрпі фонында бастапқы деректермен салыстырғанда Е дәрумені деңгейінің 3,4 есе аз төмендеуі байқалды.

Үшінші топтағы жалпы антиоксиданттық белсенділік екінші және төртінші топтағы деректермен салыстырғанда сәйкесінше 18,8 және 17,0% жоғары болды.

Сонымен қатар, екінші және үшінші топтар арасындағы антиоксиданттық белсенділіктің нәтижелері сенімді сипатқа ие.

Осылайша, жүргізілген зерттеулер нәтижесінде ресвератрол және Е дәруменімен байытылған бие сүті негізінде әзірленген арнайы шоколадтың қорғасын ацетатымен уытты берілген жануарлардағы ЛАТ-АОҚ жүйесінің жай-күйіне оң әсері анықталды. Сонымен қатар, шоколад егеуқұйрықтардың жалпы физиологиялық жағдайына, жүн қабатының жағдайына, жемді жеуге және дене салмағының өзгеруіне жағымды әсер еткені көрсетілген. Е дәрумені мен ресвератролдың жануарлар ағзасына шоколадпен қосымша түсуі организмнің антиоксиданттармен қамтамасыз етілуіне ғана емес, сонымен қатар антиоксиданттық жүйенің ферментативті буынының күйіне, сондай-ақ егеуқұйрықтардың қан сарысуындағы ПОЛ бастапқы және қайталама өнімдерінің төмендеуіне жағымды әсер етті [242].

Алынған эксперименталдық мәліметтерге сүйене отырып, ауыр металдармен және, атап айтқанда, ағзаға әртүрлі жолдармен енетін қорғасынмен байланыста болатын адамдарға профилактикалық мақсатта арнайы шоколадты ұсынуға болады.

### 3.6 Тұрақты стенокардия мен гипертензиясы бар адамдарда ресвератролмен байытылған бие сүтінің құрғақ сүті негізінде әзірленген арнайы шоколадтың клиникалық тиімділігін бағалау

Әлемдегі жүрек-қан тамырлары аурулары мен өлім-жітімнің жетекші қауіп факторларының бірі - гипертензия. Медициналық нұсқаулар гипертензияны Американдық жүрек қауымдастығы (АНА) шығарған нұсқауларға сәйкес қан қысымы 130 мм сынап бағанасына 80 мм-ден жоғары деп анықтайды. Гипертензияның патофизиологиясының негізгі факторлары ретінде жүйелік тамырларға төзімділіктің жоғарылауы, тамырлардың қаттылығының жоғарылауы және сыртқы тітіркендіргіштерге тамырлы реакцияның жоғарылауы қарастырылады. β-адренорецепторлардың диуретиктері мен антагонистері ұсынылатын негізгі терапия. Қазіргі уақытта қолданылатын басқа препараттарға α1-адренорецепторлардың антагонистері, кальций арналарының антагонистері (АКК), ангиотензин түрлендіретін фермент (АПФ) ингибиторлары, ангиотензин II рецепторларының антагонистері (Анг II) және аралас терапия жатады. Аралас терапия мен гипертензияның алдын-алуда өсімдік шикізатынан оқшауланған биологиялық белсенді заттар, сондай-ақ олардың негізінде функционалдық тамақ өнімдері, жанама әсерлердің аздығына және жоғарыда аталған препараттармен салыстырғанда ұзақ уақыт қолдануға бейімделуіне байланысты ерекше қызығушылық тудырады.

«Нур-Авиценум» медициналық орталығының (Талдықорған, Қазақстан) бақылау және негізгі топтарының пациенттеріндегі артериялық қысым мен импульс көрсеткіштерінің динамикасы Е дәруменімен байытылған құрғақ бие сүті мен ресзвератрол ұнтағы негізінде арнайы шоколадты қабылдау аясында бағаланды. Зерттеу нәтижелері 26-кестеде келтірілген.

Кесте 26 – Тұрақты стенокардиямен ауыратын науқастардағы қан қысымы мен импульс көрсеткіштерінің динамикасы (M±m)

| Көрсеткіш | Негізгі топ (n=20) | | Бақылау тобы (n=20) | |
|---|---|---|---|---|
| | Өнімді қабылдағанға дейін | Өнімді қабылдағаннан кейін | Плацебоны қабылдағанға дейін | Плацебоны қабылдағаннан кейін |
| САД, мм сын.бағ. | 160,5±7,7 | 135,4±6,3 | 158,8±7,1 | 136,8±6,1 |
| ДАД, мм сын.бағ. | 95,7±4,5 | 84,0±3,8 | 90,6±4,2 | 85,7±4,7 |
| 1 мин ішіндегі тамыр соғысы | 78,6±5,4 | 69,3±4,1 | 77,2±4,6 | 66,8±3,3 |

Зерттеудің 4 аптасынан кейін негізгі және бақылау топтарына қатысушылар артериялық систолалық және диастолалық қан қысымының төмендеуін байқады. Негізгі топ қатысушыларында дәрілік терапиямен кешенде Е дәруменімен байытылған бие сүті мен ресвератрол негізінде арнайы шоколадты қабылдау аясында систолалық қысымның 15,64%-ға төмендеуі байқалды, бұл ретте диастолалық қысымның орташа көрсеткіші 12,23%-ға төмендеді. Дәрі-дәрмекпен емделген плацебо қабылдаған бақылау тобына қатысушылардың систолалық қысымы 13,85%-ға, ал диастолалық қысымы 5,41%-ға төмендеді. Негізгі топқа қатысушылардың қан қысымының неғұрлым айқын төмендеуі ресвератрол мен бие сүтінің әсерінен болуы мүмкін, бұл өз кезегінде басқа зерттеулердің эксперименталдық және клиникалық деректеріне сәйкес келеді [243, 244].

Зерттеуге қатысқан тұрақты стенокардиямен ауыратын науқастарда қанның жасушалық құрамы көрсеткіштерінің оң динамикасы анықталды, бұл қанмен қамтамасыз ету функциясының жақсарғанын және зерттелушілердің физикалық көрсеткіштерінің өсуін қамтамасыз етеді. Қандағы оттегін тасымалдау процесін оңтайландыру ағзадағы қалпына келтіру процестерін жақсартудың негізгі факторларының бірі болып табылады. Арнайы шоколадты қабылдаудың 4 аптасынан кейін негізгі топқа қатысушыларда қан құрамының морфологиялық өзгерістері байқалды (27-кесте). Қабылдағаннан кейін қандағы гемоглобин деңгейі 2,0%-ға өсті. Қандағы эритроциттердің 2,6%-ға жоғарылауы байқалды, бұл жас эритроциттердің пайда болуын көрсетеді.

Кесте 27 – Тұрақты стенокардиямен ауыратын науқастардағы қанның жасушалық құрамы көрсеткіштерінің динамикасы (M±m)

| Көрсеткіштері | Референстік мәндер | Негізгі топ (n=20) | | Бақылау топ (n=20) | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Өнімді қабылдағанға дейін | Өнімді қабылдағаннан кейін | Плацебоны қабылдағанға дейін | Плацебоны қабылдағаннан кейін |
| Гемоглобин г/л | 130,0-160,0 | 123,0±4,2 | 125,5±4,7 | 128,0±5,1 | 127,5±5,3 |
| Эритроцитер $*10^{12}$/л | 4,0-5,0 | 4,21±0,16 | 4,32±0,21 | 4,31±0,19 | 4,20±0,20 |
| Лейкоциттер $*10^{9}$/л | 4,0-9,0 | 4,86±0,12 | 4,30±0,14 | 4,86±0,19 | 4,73±0,18 |
| СОЭ мм/сағ | <20,0 | 14,0±0,58 | 13,0±0,61 | 15,0±0,71 | 15,0±0,73 |

Сондай-ақ, әзірленген функционалдық шоколадтың негізгі және бақылау топтарындағы қанның негізгі биохимиялық көрсеткіштеріне әсер ету дәрежесі бағаланады. 28-кестеде холестерин, төмен тығыздықтағы липопротеиндер (ТТЛП), жоғары тығыздықтағы липопротеиндер (ЖТЛП), креатинин, глюкоза және жалпы билирубин деңгейінің бастапқы деңгейден бақылаудың 4 аптасына дейінгі динамикадағы өзгеруі туралы деректер келтірілген.

Кесте 28 – Тұрақты стенокардиямен ауыратын науқастардағы қанның биохимиялық көрсеткіштерінің динамикасы (M±m)

| Көрсеткіштер | Референстік мәндер | Негізгі топ (n=20) | | Бақылау топ (n=20) | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Өнімді қабылдағанға дейін | Өнімді қабылдағаннан кейін | До приема плацебо | Өнімді қабылдағанға дейін |
| Холестерин ммоль/л | 3,6-7,8 | 5,94±0,22 | 4,89±0,20 | 5,90±0,27 | 5,46±0,25 |
| ТТЛП ммоль/л | <3,3 | 3,16±0,12 | 2,12±0,10 | 2,96±0,16 | 2,72±0,15 |
| ЖТЛП ммоль/л | >1,0 | 1,74±0,10 | 1,75±0,09 | 1,68±0,08 | 1,58±0,07 |
| Креатинин мкмоль/л | 62,0-106,0 | 78,2±3,5 | 78,3±3,3 | 67,2±3,1 | 67,0±3,1 |
| Глюкоза ммоль/л | 3,30-5,60 | 5,14±0,22 | 5,16±0,24 | 5,34±0,24 | 5,31±0,21 |
| Жалпы билирубин мкмоль/л | 0,5-20,5 | 17,2±0,8 | 16,9±0,8 | 16,2±0,7 | 16,5±0,8 |

Плацебо-шоколадты қабылдағаннан кейін бақылау тобына қатысушылардың қанының негізгі биохимиялық көрсеткіштерінің өзгеру динамикасы динамикалық сипатта болды және арнайы шоколадты қабылдаған негізгі топтағы мәліметтерден ерекшеленді. Бақылау тобындағы қандағы холестерин мөлшері бақылаудың 4-ші аптасында 7,5%-ға төмендеді. Негізгі топқа қатысушылар арнайы шоколадты қабылдағаннан кейін қандағы холестериннің орташа есеппен 17,7% төмендегенін байқады. Бақылау

тобындағы пациенттердің қанындағы ТТЛП деңгейінің өзгеруіне қатысты осындай динамика анықталды, оның мазмұны 4-ші байқауға 8,1%-ға төмендеді, ал негізгі топтағы пациенттердің қанындағы ТТЛП төмендеуі 32,9%-ды құрады. Бақылау тобындағы ЖТЛП өзгеруіне қатысты 4 апталық плацебо қабылдағаннан кейін олардың қандағы мөлшері 6,0%-ға, ал негізгі топта – 0,5%-ға артты. Екі топта да креатинин, глюкоза және қандағы жалпы билирубин деңгейінің шамалы өзгерістері байқалады. Негізгі топтағы пациенттердің қанындағы креатинин мөлшері 0,1%-ға, ал бақылау тобындағы пациенттерде 0,3%-ға өсті. Негізгі топта 4 аптадан кейін глюкоза деңгейінің 0,4%-ға жоғарылауы тіркелді, ал бақылау тобында бұл көрсеткіш 0,3%-ға өсті. Арнайы шоколадты қабылдаудың 4-ші аптасында негізгі топтағы жалпы билирубин деңгейі бастапқы мәндермен салыстырғанда 1,8%-ға төмендеді, ал бақылау тобында қандағы осы пигменттің көрсеткіші 1,9%-ға төмендеді.

Негізгі топтағы пациенттердегі қанның биохимиялық көрсеткіштерінің анықталған өзгерістері әзірленген шоколадтың организмнің жалпы функционалдық жағдайына және тұрақты стенокардия мен гипертензиядағы зат алмасу процестеріне жағымды әсерін көрсетеді.

Зерттеуге қатысушылардың жүрек-қан тамырлары ауруларын аралас емдеуде және алдын алуда Е дәруменімен байытылған бие сүтінің және ресвератролдың негізінде функционалдық шоколадтың тиімділігін бағалау мақсатында 6 минуттық жаяу жүру сынағының (6MWT) динамикасы анықталды, бұл сыналушының 6 минут ішінде тегіс және қатты бетпен метрмен қанша қашықтықты жүре алатынын анықтау мақсатында жүргізілді. 6MWT қашықтығының нәтижелері зерттеудің барлық 40 қатысушысы үшін бастапқы және 4 аптадан кейін қол жетімді болды. 6 минуттық жаяу жүру сынағының нәтижелері 29-кестеде келтірілген.

Кесте 29 – Тұрақты стенокардиямен ауыратын науқастарда 6 минуттық жүру сынағының динамикасы (M±m)

| Негізгі топ (n=20) | | Бақылау тобы (n=20) | |
|---|---|---|---|
| Өнімді қабылдағанға дейін | Өнімді қабылдағаннан кейін | Плацебоны қабылдағанға дейін | Плацебоны қабылдағаннан кейін |
| 240,0±9,0 м | 435,0±16,0 м* | 255,0±11,0 м | 315,0±14,0 м* |

* – өнімді қабылдағанға дейінгі деректерге қатысты статистикалық маңызды айырмашылықтар $p \leq 0,05$

6MWT дененің барлық жүйелерінің физикалық белсенділікке, соның ішінде жүрек-қан тамырлары, тыныс алу, жүйке және қан түзуге жалпы реакциясын көрсетеді. Алты минуттық жаяу жүру сынағы зерттелушілердің физикалық өнімділігінің субмаксимальды деңгейін бағалайды. Зерттеудің бастапқы кезеңінде барлық пациенттерде дене даярлығының бастапқы деңгейі төмен болды. 4 аптадан кейін 6MWT нәтижелері бойынша екі топта да тест тапсырудың оң динамикасы анықталды. Негізгі топ қатысушыларында бие сүтіне негізделген арнайы шоколад пен Е дәруменімен байытылған

ресвератрол ұнтағын қабылдағаннан кейін алты минуттық жаяу жүру сынағының орташа қашықтығы 81,3%-ға өсті. Шоколад-плацебо қабылдаған бақылау тобында алты минуттық жаяу жүру сынағының орташа қашықтығының артуы 23,5% құрады.

Осылайша, жүргізілген зерттеу тұрақты стенокардия мен артериялық гипертензиясы бар науқастарды кешенді емдеуде бие сүтінің ұнтағы мен Е дәруменімен байытылған ресвератролға негізделген арнайы шоколадтың маңызды кардиопротекторлық әсерін көрсетті. Әзірленген өнімді емдеу режиміне қосу систолалық және диастолалық қан қысымының сенімді төмендеуіне, қанның липидті профилінің жақсаруына, сондай-ақ қанның жасушалық құрамы көрсеткіштерінің оң динамикасына ықпал ететіні анықталды. Осылайша, аралас терапия құрамында арнайы шоколадты қолдану гемодинамикалық және биохимиялық көрсеткіштерді қалыпқа келтіруге ғана емес, сонымен қатар пациенттердің өмір сүру сапасын жақсартуға ықпал ететін жүрек-қан тамырлары ауруларын түзетудің келешекті бағыты ретінде қарастырылуы мүмкін.

Әрі қарайғы зерттеулерді осы өнімді қолданудың ұзақ мерзімді әсерін зерттеуге, сондай-ақ максималды клиникалық нәтижеге қол жеткізу үшін биоактивті компоненттердің терапевтік тиімді және қауіпсіз концентрациясын анықтауға бағыттаған жөн.

# ҚОРЫТЫНДЫ

Диссертациялық жұмыста тұжырымдалған мақсаттар мен міндеттерге сәйкес, арнайы кондитерлік өнімдерді, атап айтқанда, бағытталған медициналық-биологиялық қасиеттері бар шоколадты әзірлеуге арналған заманауи әдеби және патенттік деректерге талдау жүргізілді. Өнімді ішек микробиоценозын қалыпқа келтіруге, иммунитетті нығайтуға және дененің антиоксиданттық мәртебесін жақсартуға ықпал ететін биологиялық белсенді құрамдауыштармен байытуға ерекше назар аударылады. Алғаш рет ішінде теңдестірілген нутриенттік құраммен ғана емес, сонымен қатар Қазақстан Республикасы, Орта Азия елдері, сондай-ақ Ресейдің өңірлері, Башқұртстан және Татарстан тұрғындарының азық-түлік рационында қолданудың кең дәстүрімен сипатталатын ингредиент құрғақ бие сүті қолданылатын шоколад рецептурасы ұсынылды.

Құрғақ бие сүті лизоцим, төмен молекулалы пептидтер, лактоальбуминдер және лактоглобулиндерді қоса, иммуномодуляциялық қасиеттері бар биологиялық белсенді құрамдауыштардың болуымен сипатталады. Сонымен қатар, ол полиқанықпаған май қышқылдарының (атап айтқанда, Омега-3), витаминдердің (А, Е, С), сондай-ақ макро және микроэлементтердің кең спектрінің жоғарылауымен сипатталады.

Жоғары сіңімділік, жеңіл қорытылуы және осы нутриенттермен қанықтыру бие сүтінің айқын профилактикалық қасиеттерін анықтайды. Бұл ерекшеліктер оны диеталық профилактикалық тамақтанудың арнайы тағамдарын әзірлеудің келешекті ингредиенті ретінде қарастыруға мүмкіндік береді.

Бие сүтіне, оның ішінде шоколадқа негізделген кондитерлік өнімдерді әзірлеу алғаш рет жүзеге асырылды. Арнайы шоколадтың жасалған үлгілері рецептураның түбегейлі жаңалығымен ғана емес, сонымен қатар бірқатар функционалдық ерекшеліктерімен де: қанттың азаюы, биологиялық белсенді заттар кешенімен байыту, сонымен қатар полиқанықпаған май қышқылдары мен антиоксидантты дәрумендердің жоғарылауымен сипатталады. Бұл қасиеттер бұл өнімді артық салмақпен, қант диабетімен, қорғаныс функцияларының төмендеуімен және ішек микробиоценозының бұзылуымен ауыратын адамдарға профилактикалық тамақтану үшін ұсынуға мүмкіндік береді.

Бие сүтінің химиялық құрамына сүйене отырып, фукоиданмен, ресвератролмен, лактобактериялардың құрғақ дақылдарымен байытылған шоколадты дайындау технологиясы жасалды, оңтайлы технологиялық режимдер таңдалды және шоколадтың әртүрлі түрлерінің органолептикалық көрсеткіштері пысықталды. Әзірленген шоколадта қант жоқ, құрамында қант бар ингредиенттермен қосымша байыту алынып тасталды, ал табиғи шыққан биологиялық белсенді ингредиенттер нақты профилактикалық міндеттерді шешуге бағытталған – ішек микробиоценозын қалыпқа келтіру, дененің қорғаныс функцияларын арттыру, дененің антиоксиданттық мүмкіндіктерін арттыру.

Жасалған шоколад түрлерінің химиялық құрамын бағалау олардың жоғары тағамдық және биологиялық құндылығын, атап айтқанда маңызды аминқышқылдарының, омега-3 және омега-6 май қышқылдарының, суда және майда еритін витаминдердің, сондай-ақ макро және микроэлементтердің құрамын көрсетеді.

Жұмыс нәтижелері бойынша келесі қорытындылар жасалды:

1. Құрғақ бие сүтін алу технологиясы әзірленді, ол сақтау мерзімінің сақталуын, тағамдық және биологиялық құндылығын және ұзақтығын барынша қамтамасыз етеді.

2. Шоколадтың диеталық түрлерін жасау үшін қолданылатын шикізат пен биологиялық белсенді ингредиенттер ғылыми негізделді.

3. Функционалдық ингредиенттерді (фукоидан, ресвератрол және лакто- және бифидобактериялардың құрғақ дақылдары) қамтитын шоколад өнімдерінің жаңа түрлеріне арналған үш рецепт әзірленді.

4. Әзірленген шоколад өнімдерінің химиялық құрамына, физика-химиялық, органолептикалық және тұтынушылық қасиеттеріне талдау жасалды.

5. Қорғасын ацетатымен уытты улану үлгісінде шоколадтың медициналық-биологиялық қасиеттеріне эксперименталдық бағалау жүргізілді.

6. Нормативтік-техникалық құжаттама әзірленді және шоколад өнімдерінің тәжірибелік-өнеркәсіптік партияларын шығару ұйымдастырылды.

7. Тұрақты стенокардия және гипертензиясы бар адамдарға ресвератрол қосылған бие сүтіне негізделген арнайы шоколадтың клиникалық тиімділігі бағаланды.

## ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1 Mellor D.D., Amund D., Georgousopoulou E., Naumovski N. Sugar and cocoa: sweet synergy or bitter antagonisms. Formulating cocoa and chocolate products for health: a narrative review //International Journal of Food Science and Technology. – 2018. – Vol. 53. – No. 1. – P. 33-42.

2 Kushugulova A., Kozhakhmetov S., Sattybayeva R., Nurgozhina A., Ziyat A., Yadav H., Marotta F. Mare's milk as a prospective functional product //Functional Foods in Health and Disease. – 2018. – Vol. 8. – No. 11. – P. 548-554.

3 Cieslak J., Wodas L., Borowska A., Sadoch J., Pawlak P., Puppel K., Kuczynska B., Mackowski M. Variability of lysozyme and lactoferrin bioactive protein concentrations in equine milk in relation to LYZ and LTF gene polymorphisms and expression //Journal of the Science of Food and Agriculture. – 2017. – Vol. 97. – No. 7. – P. 2174-2181.

4 Gregić M., Mijić P., Baban M., Aladrović J., Pađen L., Gantner V., Bobić T. Changes in the fatty acid composition of milk of Lipizzaner mares during the lactation period //Metabolites. – 2022. – Vol. 12. – No. 6. – P. 506.

5 Musaev A., Sadykova S., Anambayeva A., Saizhanova M., Balkanay G., Kolbaev M. Mare’s milk: Composition, properties, and application in medicine //Archives of Razi Institute. – 2021. – Vol. 76. – No. 4. – P. 1125.

6 Ruel M.T., Garrett J., et.al. Urbanization, Food Security and Nutrition // Nutrition and health in a developing world. – 2018. – Vol.2. – P. 705-735

7 Sandri E., Cerdá Olmedo G., Piredda M., Werner L.U., Dentamaro V. Explanatory AI Predicts the Diet Adopted Based on Nutritional and Lifestyle Habits in the Spanish Population //European Journal of Investigation in Health, Psychology and Education. – 2025. – Vol. 15. – No. 2. – P. 11.

8 Reddy K. S., Katan M. B. Diet, nutrition and the prevention of hypertension and cardiovascular diseases //Public health nutrition. – 2004. – Vol. 7. – No.1a. – P. 167-186.

9 Rodríguez-Monforte M., Sánchez E., Barrio F., Costa B., Flores-Mateo G. Metabolic syndrome and dietary patterns: a systematic review and meta-analysis of observational studies //European journal of nutrition. – 2017. – Vol. 56. – P. 925-947.

10 Mozaffarian D. Dietary and policy priorities for cardiovascular disease, diabetes, and obesity: a comprehensive review //Circulation. – 2016. – Vol. 133. – No. 2. – P. 187-225.

11 Katsimpris A., Brahim A., Rathmann W., Peters A., Strauch K., Flaquer A. Prediction of type 2 diabetes mellitus based on nutrition data //Journal of Nutritional Science. – 2021. – Vol. 10. – P. e46.

12 Kikut J., Jasińska A., Pobłocki J., Brodowski J., Małgorzata S. Assessment and state of nutrition of patients with gastroenteropancreatic neuroendocrine neoplasms //Nutrients. – 2020. – Vol. 12. – No. 7. – P. 1961.

13 Ejiri H., Tanaka K., Kimura H., Saito H., Shimabukuro M., Asahi K., Watanabe T., Kaza J.J. Predictive values of four nutritional indices for adverse

outcomes in patients with hypertension //Clinical and Experimental Nephrology. – 2024. Vol. 29. – P. 1-11.

14 Zhang S., Wang H., Chen S., Cai S., Zhou S., Wang C., Ni X. Prognostic nutritional index and prognosis of patients with coronary artery disease: A systematic review and meta-analysis //Frontiers in Nutrition. – 2023. – Vol. 10. – P. 1114053.

15 Yegen B.C. Lifestyle and peptic ulcer disease //Current pharmaceutical design. – 2018. – Vol. 24. – No. 18. – P. 2034-2040.

16 Kim J., Kim K.H., Lee B.J. Association of peptic ulcer disease with obesity, nutritional components, and blood parameters in the Korean population //PLoS One. – 2017. – Vol. 12. – No. 8. – P. e0183777.

17 Cena H., Calder P.C. Defining a healthy diet: evidence for the role of contemporary dietary patterns in health and disease //Nutrients. – 2020. – Vol. 12. – No. 2. – P. 334.

18 Masri O. A., Chalhoub J. M., Sharara A. I. Role of vitamins in gastrointestinal diseases //World Journal of Gastroenterology: WJG. – 2015. – Vol. 21. – No. 17. – P. 5191.

19 Kiani A.K., Dhuli K., Donato K., Aquilanti B., Velluti V., Matera G., Iaconelli A., Connelly S.T., Bellinato F., Gisondi P., Bertelli M. Main nutritional deficiencies //Journal of preventive medicine and hygiene. – 2022. – Vol. 63. – No. 2 Suppl 3. – P. E93.

20 Voelkle M., Gregoriano C., Neyer P., Koch D., Kutz A. Bernasconi L., Conen A., Mueller B., Schuetz P. Prevalence of micronutrient deficiencies in patients hospitalized with COVID-19: an observational cohort study //Nutrients. – 2022. – Vol. 14. – No. 9. – P. 1862.

21 Sammugam L., Pasupuleti V.R. Balanced diets in food systems: Emerging trends and challenges for human health //Critical reviews in food science and nutrition. – 2019. – Vol. 59. – No. 17. – P. 2746-2759.

22 Nehir El S., Simsek S. Food technological applications for optimal nutrition: an overview of opportunities for the food industry //Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. – 2012. – Vol. 11. – No. 1. – P. 2-12.

23 «Қазақстан Республикасы халқының әртүрлі топтары үшін энергия мен тағамдық заттарға физиологиялық қажеттілік нормалары» әдістемелік ұсынымдарын бекіту туралы // Қазақстан Республикасы Денсаулық сақтау министрлігінің санитариялық-эпидемиологиялық бақылау комитеті URL: https://www.gov.kz/memleket/entities/ksek/documents/details/485484?lang=ru (жүгіну күні: 03.03.2025).

24 Досжанова Г.Н., Абдулдаева А.А. Гигиеническая оценка пищевого статуса населения геронтологической группы //Гигиена и санитария. – 2017. – Т. 96. – №. 11. – Б. 1084-1087.

25 Шендеров Б.А. Функциональное и персональное питание. Современное состояние и перспективы // Гастроэнтерология Санкт-Петербурга. – 2010. – №2-3. – Б. 2-5

26 Welch R.M. Biotechnology, biofortification, and global health //Food and Nutrition Bulletin. – 2005. – Vol. 26. – No. 4(3). – P. S304-S306.

27 Wang Y., Lyu B., Fu H., Li J., Ji L., Gong H., Zhang R., Liu J., Yu H. The development process of plant-based meat alternatives: Raw material formulations and processing strategies //Food Research International. – 2023. – Vol. 167. – P. 112689.

28 Hsieh P.Y.H., Ofori J.A. Innovations in food technology for health //Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition. – 2007. – Vol. 16. – No. S1. – P. 65-73.

29 Verma M., Hontecillas R., Tubau-Juni N., Abedi V., Bassaganya-Riera J. Challenges in personalized nutrition and health //Frontiers in Nutrition. – 2018. – Vol. 5. – P. 117.

30 Singh M. Role of micronutrients for physical growth and mental development // The Indian Journal of Pediatrics. – 2004. – Vol.71. – P. 59-62

31 De Ridder D., Kroese F., Evers C., Adriaanse M., Gillebaart M. Healthy diet: Health impact, prevalence, correlates, and interventions //Psychology & health. – 2017. – Vol. 32. – No. 8. – P. 907-941.

32 US Preventive Services Task Force et al. Behavioral counseling in primary care to promote a healthy diet: recommendations and rationale //American Journal of Preventive Medicine. – 2003. – Vol. 24. – No.1. – P. 93-100.

33 Bhattarai N., Prevost A.T., Wright A.J., Charlton J., Rudisill C., Gulliford M.C. Effectiveness of interventions to promote healthy diet in primary care: systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials //BMC public health. – 2013. – Vol. 13. – P. 1-14.

34 Cena H., Calder P.C. Defining a healthy diet: evidence for the role of contemporary dietary patterns in health and disease //Nutrients. – 2020. – Vol. 12. – No. 2. – P. 334.

35 Nair M.K., Augustine L.F., Konapur A. Food-based interventions to modify diet quality and diversity to address multiple micronutrient deficiency //Frontiers in public health. – 2016. – Vol. 3. – P. 277.

36 Wu G. Dietary protein intake and human health //Food & function. – 2016. – Vol. 7. – No.3. – P. 1251-1265.

37 Pedersen A.N., Kondrup J., Børsheim E. Health effects of protein intake in healthy adults: a systematic literature review //Food & nutrition research. – 2013. – Vol. 57. – No.1. – P. 21245.

38 Elmadfa I., Meyer A.L. Animal proteins as important contributors to a healthy human diet //Annual review of animal biosciences. – 2017. – Vol. 5. – No.1. – P. 111-131.

39 Wu G. Functional amino acids in growth, reproduction, and health //Advances in nutrition. – 2010. – Vol. 1. – No. 1. – P. 31-37.

40 Li P., Yin Y.L., Li D., Kim S.W., Wu G. Amino acids and immune function //British journal of nutrition. – 2007. – Vol. 98. – No.2. – P. 237-252.

41 Brestenský M., Nitrayová S., Patras P., Heger J., Nitray J. Branched chain amino acids and their importance in nutrition //The Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences. – 2015. – Vol. 5. – No.2. – P. 197.

42 Martinho D.V., Nobari H., Faria A., Field A., Duarte D., Sarmento H. Oral branched-chain amino acids supplementation in athletes: a systematic review //Nutrients. – 2022. – Vol. 14. – No.19. – P. 4002.

43 Wang W.W., Qiao S.Y., Li D.F. Amino acids and gut function //Amino acids. – 2009. – Vol. 37. – P. 105-110.

44 Grimble R.F., Grimble G.K. Immunonutrition: role of sulfur amino acids, related amino acids, and polyamines //Nutrition. – 1998. – Vol. 14. – No.7-8. – P. 605-610.

45 Venn B.J. Macronutrients and human health for the 21st century //Nutrients. – 2020. – Vol. 12. – No.8. – P. 2363.

46 Sánchez-Castillo C.P., Hudson G.J., Englyst H.N., Dewey P., James W.P. The importance of dietary carbohydrates //Archivos latinoamericanos de nutricion. – 2002. – Vol. 52. – No.4. – P. 321-335.

47 Schulz R., Slavin J. Perspective: defining carbohydrate quality for human health and environmental sustainability //Advances in Nutrition. – 2021. – Vol. 12. – No.4. – P. 1108-1121.

48 Lamothe L.M., Lê K.A., Samra R.A., Roger O., Green H., Macé K. The scientific basis for healthful carbohydrate profile //Critical reviews in food science and nutrition. – 2019. – Vol. 59. – No.7. – P. 1058-1070.

49 Cummings J.H., Stephen A.M. Carbohydrate terminology and classification //European journal of clinical nutrition. – 2007. – Vol. 61. – No.1. – P. S5-S18.

50 Kaczmarczyk M.M., Miller M.J., Freund G.G. The health benefits of dietary fiber: beyond the usual suspects of type 2 diabetes mellitus, cardiovascular disease and colon cancer //Metabolism. – 2012. – Vol. 61. – No.8. – P. 1058-1066.

51 Weickert M.O., Pfeiffer A.F.H. Impact of dietary fiber consumption on insulin resistance and the prevention of type 2 diabetes //The Journal of nutrition. – 2018. – Vol. 148. – No.1. – P. 7-12.

52 Gill S.K., Rossi M., Bajka B., Whelan K. Dietary fibre in gastrointestinal health and disease //Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology. – 2021. – Vol. 18. – No.2. – P. 101-116.

53 Anderson J.W., Baird P., Davis R.H. Jr., Ferreri S., Knudtson M., Koraym A., Waters V., Williams C.L. Health benefits of dietary fiber //Nutrition reviews. – 2009. – Vol. 67. – No.4. – P. 188-205.

54 Farooqui A.A., Farooqui A.A. Importance and Roles of Fiber in the Diet //High Calorie Diet and the Human Brain: Metabolic Consequences of Long-Term Consumption. – 2015. – P. 193-218.

55 Fung K.Y., Cosgrove L., Lockett T., Head R., Topping D.L. A review of the potential mechanisms for the lowering of colorectal oncogenesis by butyrate //British Journal of Nutrition. – 2012. – Vol. 108. – No.5. – P. 820-831.

56 Louis P., Flint H.J. Formation of propionate and butyrate by the human colonic microbiota //Environmental microbiology. – 2017. – Vol. 19. – No.1. – P. 29-41.

57 Bose S., Ramesh V., Locasale J.W. Acetate metabolism in physiology, cancer, and beyond //Trends in cell biology. – 2019. – Vol. 29. – No.9. – P. 695-703.

58 Fayfman M., Flint K., Srinivasan S. Obesity, motility, diet, and intestinal microbiota—connecting the dots //Current gastroenterology reports. – 2019. – Vol. 21. – P. 1-11.

59 Naumann S., Schweiggert-Weisz U., Eglmeier J., Haller D., Eisner P. In vitro interactions of dietary fibre enriched food ingredients with primary and secondary bile acids //Nutrients. – 2019. – Vol. 11. – No.6. – P. 1424.

60 Brown L., Rosner B., Willett W.W., Sacks F.M. Cholesterol-lowering effects of dietary fiber: a meta-analysis //The American journal of clinical nutrition. – 1999. – Vol. 69. – No.1. – P. 30-42.

61 Giuntini E.B., Sardá F.A.H., de Menezes E.W. The effects of soluble dietary fibers on glycemic response: an overview and futures perspectives //Foods. – 2022. – Vol. 11. – No.23. – P. 3934.

62 Weickert M.O., Pfeiffer A.F.H. Impact of dietary fiber consumption on insulin resistance and the prevention of type 2 diabetes //The Journal of nutrition. – 2018. – Vol. 148. – No.1. – P. 7-12.

63 Hannun Y.A., Obeid L.M. Principles of bioactive lipid signalling: lessons from sphingolipids //Nature reviews Molecular cell biology. – 2008. – Vol. 9. – No.2. – P. 139-150.

64 Bartke N., Hannun Y.A. Bioactive sphingolipids: metabolism and function //Journal of lipid research. – 2009. – Vol. 50. – P. S91-S96.

65 Hubler M.J., Kennedy A.J. Role of lipids in the metabolism and activation of immune cells //The Journal of nutritional biochemistry. – 2016. – Vol. 34. – P. 1-7.

66 Asokapandian S., Sreelakshmi S., Rajamanickam G. Lipids and oils: an overview //Food biopolymers: Structural, functional and nutraceutical properties. – 2021. –P. 389-411.

67 Fahy E., Cotter D., Sud M., Subramaniam S. Lipid classification, structures and tools //Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Molecular and Cell Biology of Lipids. – 2011. – Vol. 1811. – No.11. – P. 637-647.

68 Casares D., Escribá P.V., Rosselló C.A. Membrane lipid composition: effect on membrane and organelle structure, function and compartmentalization and therapeutic avenues //International journal of molecular sciences. – 2019. – Vol. 20. – No.9. – P. 2167.

69 Bozza P.T., Bakker-Abreu I., Navarro-Xavier R.A., Bandeira-Melo C. Lipid body function in eicosanoid synthesis: an update //Prostaglandins, leukotrienes and essential fatty acids (PLEFA). – 2011. – Vol. 85. – No.5. – P. 205-213.

70 Zhang Y., Zhang T., Liang Y., Jiang L., Sui X. Dietary bioactive lipids: A review on absorption, metabolism, and health properties //Journal of Agricultural and Food Chemistry. – 2021. – Vol. 69. – No.32. – P. 8929-8943.

71 Schmid A. The role of meat fat in the human diet //Critical reviews in food science and nutrition. – 2010. – Vol. 51. – No.1. – P. 50-66.

72 Unger A.L., Torres-Gonzalez M., Kraft J. Dairy fat consumption and the risk of metabolic syndrome: an examination of the saturated fatty acids in dairy //Nutrients. – 2019. – Vol. 11. – No.9. – P. 2200.

73 Субботина М. А. Физиологические аспекты использования жиров в питании //Техника и технология пищевых производств. – 2009. – №. 4. – Б. 1-4.

74 Calder P.C. Functional roles of fatty acids and their effects on human health //Journal of parenteral and enteral nutrition. – 2015. – Vol. 39. – P. 18S-32S.

75 De Carvalho C.C.C.R., Caramujo M.J. The various roles of fatty acids //Molecules. – 2018. – Vol. 23. – No.10. – P. 2583.

76 Vannice G., Rasmussen H. Position of the academy of nutrition and dietetics: dietary fatty acids for healthy adults //Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics. – 2014. – Vol. 114. – No.1. – P. 136-153.

77 White B. Dietary fatty acids //American family physician. – 2009. – Vol. 80. – No.4. – P. 345-350.

78 Букин Ю.В. незаменимые жирные кислоты: природные источники, метаболизм, физиологические функции и значение для здоровья. – М.: 1999.- 140 б.

79 Пищевая химия / Нечаев А.П., Траубенберг С.Е., Кочеткова А.А., и др. Под ред.А.П. Нечаева. – СПб.: ГИОРД, 2001. – 592 б.

80 Maqbool M.A., Aslam M., Akbar W., Iqbal Z. Biological importance of vitamins for human health: A review //Journal of agriculture and basic science – 2017. – Vol. 2. – No.3. – P. 50-58.

81 Alpert P.T. The role of vitamins and minerals on the immune system //Home Health Care Management & Practice. – 2017. – Vol. 29. – No.3. – P. 199-202.

82 Debreceni B., Debreceni L. Role of vitamins in cardiovascular health and disease //Research Reports in Clinical Cardiology. – 2014. – Vol. 5. – P. 283-295.

83 Aslam F., Muhammad S.M., Aslam S., Irfan J.A. Vitamins: key role players in boosting up immune response-a mini review //Vitamins & Minerals. – 2017. – Vol. 6. – No.1. – P. 1-8.

84 Weyh C., Krüger K., Peeling P., Castell L. The role of minerals in the optimal functioning of the immune system //Nutrients. – 2022. – Vol. 14. – No.3. – P. 644.

85 Qureshi G.A., Memon S.A., Memon A.B., Ghouri R.A., Memon J.M., Parvez S.H. The emerging role of iron, zinc, copper, magnesium and selenium and oxidative stress in health and diseases //Biogenic amines. – 2005. – Vol. 19. – No.2. – P. 147.

86 Kocyigit A., Gur S., Erel O., Gurel M.S. Associations among plasma selenium, zinc, copper, and iron concentrations and immunoregulatory cytokine levels in patients with cutaneous leishmaniasis //Biological trace element research. – 2002. – Vol. 90. – P. 47-55.

87 Elmadfa I., Meyer A.L. The role of the status of selected micronutrients in shaping the immune function //Endocrine, Metabolic & Immune Disorders-Drug Targets (Formerly Current Drug Targets-Immune, Endocrine & Metabolic Disorders). – 2019. – Vol. 19. – No.8. – P. 1100-1115.

88 Jarmakiewicz-Czaja S., Ferenc K., Sokal-Dembowska A., Filip R. Nutritional support: the use of antioxidants in inflammatory bowel disease //International Journal of Molecular Sciences. – 2024. – Vol. 25. – No.8. – P. 4390.

89 Sato K., Kodama K., Sengoku S. Optimizing the relationship between regulation and innovation in dietary supplements: A case study of food with function claims in Japan //Nutrients. – 2023. – Vol. 15. – No. 2. – P. 476.

90 Siró I., Kápolna E., Kápolna B., Lugasi A. Functional food. Product development, marketing and consumer acceptance—A review //Appetite. – 2008. – Vol. 51. – No. 3. – P. 456-467.

91 Matak K.E., Tahergorabi R., Jaczynski J. A review: Protein isolates recovered by isoelectric solubilization/precipitation processing from muscle food by-products as a component of nutraceutical foods //Food Research International. – 2015. – Vol. 77. – P. 697-703.

92 Pacetti D., Mozzon M., Lucci P., Frega N. Bioactive fish fatty acids: Health effects and their use as functional food ingredients //Current Nutrition & Food Science. – 2013. – Vol. 9. – No.4. – P. 283-297.

93 Łysakowska P., Sobota A., Wirkijowska A. Medicinal mushrooms: Their bioactive components, nutritional value and application in functional food production—A review //Molecules. – 2023. – Vol. 28. – No.14. – P. 5393.

94 Martin M.E., Grao-Cruces E., Millan-Linares M.C., Montserrat-De la Paz S. Grape (*Vitis vinifera L.*) seed oil: A functional food from the winemaking industry //Foods. – 2020. – Vol. 9. – No.10. – P. 1360.

95 Krajewska A., Dziki D. Enrichment of cookies with fruits and their by-products: Chemical composition, antioxidant properties, and sensory changes //Molecules. – 2023. – Vol. 28. – No. 10. – P. 4005.

96 El-Desouky W., Hanafi A., Abbas M.M. Radioprotective effect of green tea and grape seed extracts mixture on gamma irradiation induced immune suppression in male albino rats //International journal of radiation biology. – 2017. – Vol. 93. – No.4. – P. 433-439.

97 Lee T.K., Johnke R.M., Allison R.R., O'Brien K.F., Dobbs Jr L.J. Radioprotective potential of ginseng //Mutagenesis. – 2005. – Vol. 20. – No.4. – P. 237-243.

98 Корепанов С.В., Опенко Т.Г. Радиомодифицирующая активность экстрактов лекарственных растений при облучении в эксперименте //Мир науки, культуры, образования. – 2011. – №. 4-2. – Б. 234-240.

99 Singh O., Khanam Z., Misra N., Srivastava M.K. Chamomile (*Matricaria chamomilla L.*): an overview //Pharmacognosy reviews. – 2011. – Vol. 5. – No.9. – P. 82.

100 Nemeth E., Bernath J. Biological activities of yarrow species (Achillea spp.) //Current pharmaceutical design. – 2008. – Vol. 14. – No.29. – P. 3151-3167.

101 Khanum F., Bawa A.S., Singh B. Rhodiola rosea: a versatile adaptogen //Comprehensive reviews in food science and food safety. – 2005. – Vol. 4. – No.3. – P. 55-62.

102 Корнен Н.Н., Викторова Е.П., Евдокимова О.В. Методологические подходы к созданию продуктов здорового питания //Вопросы питания. – 2015. – Т. 84. – №. 1. – Б. 95-99.

103 Mitsuoka T. Development of functional foods //Bioscience of microbiota, food and health. – 2014. – Vol. 33. – No. 3. – P. 117-128.

104 Baker M.T., Lu P., Parrella J.A., Leggette H.R. Consumer acceptance toward functional foods: A scoping review //International Journal of Environmental Research and Public Health. – 2022. – Vol. 19. – No. 3. – P. 1217.

105 Hashemi Gahruie H., Eskandari M.H., Mesbahi G., Hanifpour M.A. Scientific and technical aspects of yogurt fortification: A review //Food Science and Human Wellness. – 2015. – Vol. 4. – No. 1. – P. 1-8.

106 Jensen C., Fang K., Grech A., Rangan A. Trends in sales and industry perspectives of package sizes of carbonates and confectionery products //Foods. – 2021. – Vol. 10. – No. 5. – P. 1071.

107 Samanta S., Sarkar T., Chakraborty R., Rebezov M., Shariati M.A., Thiruvengadam M., Rengasamy K.R. Dark chocolate: An overview of its biological activity, processing, and fortification approaches //Current Research in Food Science. – 2022. – Vol. 5. – P. 1916-1943.

108 Shahanas E., Panjikkaran S.T., Aneena E.R., Sharon C.L., Remya P.R. Health benefits of bioactive compounds from cocoa (*Theobroma cacao*) //Agricultural Reviews. – 2019. – Vol. 40. – No.2. – P. 143-149.

109 Oracz J., Nebesny E., Zyzelewicz D., Budryn G., Luzak B. Bioavailability and metabolism of selected cocoa bioactive compounds: A comprehensive review //Critical reviews in food science and nutrition. – 2020. – Т. 60. – №. 12. – С. 1947-1985.

110 Goya L., Kongor J.E., de Pascual-Teresa S. From cocoa to chocolate: effect of processing on flavanols and methylxanthines and their mechanisms of action //International Journal of Molecular Sciences. – 2022. – Vol. 23. – No.22. – P. 14365.

111 Othman A., Ismail A., Ghani N.A., Adenan I. Antioxidant capacity and phenolic content of cocoa beans //Food chemistry. – 2007. – Vol. 100. – No. 4. – P. 1523-1530.

112 Wollgast J., Anklam E. Polyphenols in chocolate: is there a contribution to human health? //Food Research International. – 2000. – Vol. 33. – No.6. – P. 449-459.

113 Sies H., Schewe T., Heiss C., Kelm M. Cocoa polyphenols and inflammatory mediators //The American journal of clinical nutrition. – 2005. – Vol. 81. – No.1. – P. 304S-312S.

114 Magrone T., Russo M.A., Jirillo E. Cocoa and dark chocolate polyphenols: from biology to clinical applications //Frontiers in immunology. – 2017. – Vol. 8. – P. 271757.

115 Gutiérrez T.J. State-of-the-art chocolate manufacture: A review //Comprehensive reviews in food science and food safety. – 2017. – Vol. 16. – No.6. – P. 1313-1344.

116 Barišić V., Kopjar M., Jozinović A., Flanjak I., Ačkar Đ., Miličević B., Šubarić D., Jokić S., Babić J. The chemistry behind chocolate production //Molecules. – 2019. – Vol. 24. – No.17. – P. 3163.

117 De Vuyst L., Weckx S. The cocoa bean fermentation process: from ecosystem analysis to starter culture development //Journal of applied microbiology. – 2016. – Vol. 121. – No.1. – P. 5-17.

118 Ordoñez-Araque R.H., Landines-Vera E.F., Urresto-Villegas J.C., Caicedo-Jaramillo C.F. Microorganisms during cocoa fermentation: Systematic review //Foods and Raw Materials. – 2020. – Vol. 8. – No.1. – P. 155-162.

119 Wan Daud W.R., Meor Talib M.Z., Kyi T.M. Drying with chemical reaction in cocoa beans //Drying Technology. – 2007. – Vol. 25. – No.5. – P. 867-875.

120 Dzelagha B.F., Ngwa N.M., Nde Bup D. A review of cocoa drying technologies and the effect on bean quality parameters //International journal of food science. – 2020. – Vol. 2020. – No.1. – P. 8830127.

121 Żyżelewicz D., Krysiak W., Oracz J., Sosnowska D., Budryn G., Nebesny E. The influence of the roasting process conditions on the polyphenol content in cocoa beans, nibs and chocolates //Food Research International. – 2016. – Vol. 89. – P. 918-929.

122 Bolenz S., Langer M. Feasibility of a coarse conching process for dark chocolate //European Food Research and Technology. – 2020. – Vol. 246. – No.1. – P. 125-138.

123 Toker O.S., Palabiyik I., Konar N. Chocolate quality and conching //Trends in Food Science & Technology. – 2019. – Vol. 91. – P. 446-453.

124 Fibrianto K., Azhar L.O.M.F., Widyotomo S., Harijono H. Effect of cocoa bean origin and conching time on the physicochemical and microstructural properties of Indonesian dark chocolate //Brazilian Journal of Food Technology. – 2021. – Vol. 24. – P. e2019249.

125 Toker O.S., Pirouzian H.R., Palabiyik I., Konar N. Chocolate flow behavior: Composition and process effects //Critical reviews in food science and nutrition. – 2023. – Vol. 63. – No.19. – P. 3788-3802.

126 Di Mattia C., Martuscelli M., Sacchetti G., Beheydt B., Mastrocola D., Pittia P. Effect of different conching processes on procyanidin content and antioxidant properties of chocolate //Food research international. – 2014. – Vol. 63. – P. 367-372.

127 Feichtinger A., Scholten E., Sala G. Effect of particle size distribution on rheological properties of chocolate //Food & function. – 2020. – Vol. 11. – No.11. – P. 9547-9559.

128 Augusto P.P.C., Bolini H.M.A. The role of conching in chocolate flavor development: A review //Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. – 2022. – Vol. 21. – No.4. – P. 3274-3296.

129 Chen J., Ghazani S.M., Stobbs J.A., Marangoni A.G. Tempering of cocoa butter and chocolate using minor lipidic components //Nature communications. – 2021. – Vol.12. – No.1. – P. 5018.

130 Stortz T.A., Marangoni A.G. Heat resistant chocolate //Trends in food science & technology. – 2011. – Vol. 22. – No.5. – P. 201-214.

131 Nopens I., Foubert I., De Graef V., Van Laere D., Dewettinck K., Vanrolleghem P. Automated image analysis tool for migration fat bloom evaluation of chocolate coated food products //LWT-Food Science and Technology. – 2008. – Vol. 41. – No.10. – P. 1884-1891.

132 Afoakwa E.O., Paterson A., Fowler M. Factors influencing rheological and textural qualities in chocolate–a review //Trends in Food Science & Technology. – 2007. – Vol. 18. – No.6. – P. 290-298.

133 Pandey A., Singh G. Development and storage study of reduced sugar soy containing compound chocolate //Journal of food science and technology. – 2011. – Vol. 48. – P. 76-82.

134 Kowalski R., Rosochacki M., Wyrostek J., Islam M.T. Evaluating the quality of raw chocolate as an alternative to commercial products //Applied Sciences. – 2023. – Vol. 13. – No.3. – P. 1274.

135 Torres-Moreno M., Torrescasana E., Salas-Salvadó J., Blanch C. Nutritional composition and fatty acids profile in cocoa beans and chocolates with different geographical origin and processing conditions //Food chemistry. – 2015. – Vol. 166. – P. 125-132.

136 Selvasekaran P., Chidambaram R. Advances in formulation for the production of low-fat, fat-free, low-sugar, and sugar-free chocolates: An overview of the past decade //Trends in Food Science & Technology. – 2021. – Vol. 113. – P. 315-334.

137 Sesso H.D., Manson J.E., Aragaki A.K., Rist P.M., Johnson L.G., Friedenberg G., Copeland T., Clar A., Mora S., Moorthy M.V., Sarkissan A., Carrick W.R., Anderson G.L. Effect of cocoa flavanol supplementation for the prevention of cardiovascular disease events: the COcoa Supplement and Multivitamin Outcomes Study (COSMOS) randomized clinical trial //The American journal of clinical nutrition. – 2022. – Vol. 115. – No.6. – P. 1490-1500.

138 Cinquanta L., Di Cesare C., Manoni R., Piano A., Roberti P., Salvatori G. Mineral essential elements for nutrition in different chocolate products //International journal of food sciences and nutrition. – 2016. – Vol. 67. – No.7. – P. 773-778.

139 Jaćimović S., Popović-Djordjević J., Sarić B., Krstić A., Mickovski-Stefanović V., Pantelić N.Đ. Antioxidant activity and multi-elemental analysis of dark chocolate //Foods. – 2022. – Vol. 11. – No.10. – P. 1445.

140 Paz-Yépez C., Peinado I., Heredia A., Andrés A. Lipids digestibility and polyphenols release under in vitro digestion of dark, milk and white chocolate //Journal of functional foods. – 2019. – Vol. 52. – P. 196-203.

141 Meng C.C., Jalil A.M.M., Ismail A. Phenolic and theobromine contents of commercial dark, milk and white chocolates on the Malaysian market //Molecules. – 2009. – Vol. 14. – No.1. – P. 200-209.

142 Zarić D.B., Rakin M.B., Bulatović M.L., Dimitrijević I.D., Ostojin V.D., Lončarević I.S., Stožinić M.V. Rheological, Thermal, and Textural Characteristics of White, Milk, Dark, and Ruby Chocolate //Processes. – 2024. – Vol. 12. – No.12. – P. 2810.

143 Borchers A.T., Keen C.L., Hannum S.M., Gershwin M.E. Cocoa and chocolate: composition, bioavailability, and health implications //Journal of Medicinal Food. – 2000. – Vol. 3. – No.2. – P. 77-105.

144 Мазукабзова Э.В. Целенаправленное изменение химического состава молочного шоколада //Пищевые системы. – 2021.– №3S. –Б. 188-192.

145 Lončarević I., Pajin B., Petrović J., Nikolić I., Maravić N., Ačkar Đ., Šubarić D., Zarić D., Miličević B. White chocolate with resistant starch: Impact on physical properties, dietary fiber content and sensory characteristics //Molecules. – 2021. – Vol. 26. – No.19. – P. 5908.

145 Laughter J.A., Brown B.D., Anantheswaran R.C. Effect of curing conditions on heat resistance in white chocolate //Food Science & Nutrition. – 2024. – Vol. 12. – No.9. – P. 6735-6741.

146 Caponio G.R., Lorusso M.P., Sorrenti G.T., Marcotrigiano V., Difonzo, G., De Angelis E., Guagnano R., Di Ciaula A., Diella G., Logrieco A.F., Montagna M.T., Monaci L., De Angelis M., Portincasa P. Chemical characterization, gastrointestinal motility and sensory evaluation of dark chocolate: A nutraceutical boosting consumers' health //Nutrients. – 2020. – Vol. 12. – No.4. – P. 939.

147 Zujko M.E., Witkowska A.M. Antioxidant potential and polyphenol content of beverages, chocolates, nuts, and seeds //International Journal of Food Properties. – 2014. – Vol. 17. – No.1. – P. 86-92.

148 Gomes S.M., Miranda R., Santos L. Enhancing the Biological Properties of White Chocolate: *Moringa oleifera* Leaf Extract as a Natural Functional Ingredient //Foods. – 2025. – Vol. 14. – No.3. – P. 359.

149 Glicerina V., Balestra F., Dalla Rosa M., Romani S. Effect of manufacturing process on the microstructural and rheological properties of milk chocolate //Journal of Food Engineering. – 2015. – Vol. 145. – P. 45-50.

150 Urbańska B., Szafrański T., Kowalska H., Kowalska J. Study of polyphenol content and antioxidant properties of various mix of chocolate milk masses with different protein content //Antioxidants. – 2020. – Vol. 9. – No.4. – P. 299.

151 Balcázar-Zumaeta C.R., Castro-Alayo E.M., Muñoz-Astecker L.D., Cayo-Colca I.S., Velayarce-Vallejos F. Food Technology forecasting: A based bibliometric update in functional chocolates //Heliyon. – 2023. – Vol. 9. – No.9. – P. e19578

152 Sarıtaş S., Duman H., Pekdemir B., Rocha J.M., Oz F., Karav S. Functional chocolate: exploring advances in production and health benefits //International Journal of Food Science and Technology. – 2024. – Vol. 59. – No.8. – P. 5303-5325.

153 Pickford E.F., Jardine N.J. Functional confectionery. In G.R. Gibson, C.M. Williams (Eds.). Functional foods, concept to product. – 2000. – P. 259-286. Cambridge, England: CRC Press.

154 Damián M.R., Cortes-Perez N.G., Quintana E.T., Ortiz-Moreno A., Garfias Noguez C., Cruceño-Casarrubias C.E., Sánchez Pardo M.E., Bermúdez-Humarán L.G. Functional foods, nutraceuticals and probiotics: A focus on human health //Microorganisms. – 2022. – Vol. 10. No.5. – P. 1065.

155 Faccinetto-Beltrán P., Gómez-Fernández A.R., Santacruz A., Jacobo-Velázquez D.A. Chocolate as carrier to deliver bioactive ingredients: Current advances and future perspectives //Foods. – 2021. – Vol. 10. – No.9. – P. 2065.

156 Aidoo R.P., Afoakwa E.O., Dewettinck K. Rheological properties, melting behaviours and physical quality characteristics of sugar-free chocolates

processed using inulin/polydextrose bulking mixtures sweetened with stevia and thaumatin extracts //LWT-Food Science and Technology. – 2015. – Vol. 62. No.1. – P. 592-597.

157 Sandrou D.K., Arvanitoyannis I.S. Low-fat/calorie foods: current state and perspectives //Critical reviews in food science and nutrition. – 2000. – Vol. 40. No.5. – P. 427-447.

158 Aidoo R.P., Depypere F., Afoakwa E.O., Dewettinck K. Industrial manufacture of sugar-free chocolates–Applicability of alternative sweeteners and carbohydrate polymers as raw materials in product development //Trends in Food Science & Technology. – 2013. – Vol. 32. – No.2. – P. 84-96.

159 Aidoo R.P., Afoakwa E.O., Dewettinck K. Optimization of inulin and polydextrose mixtures as sucrose replacers during sugar-free chocolate manufacture–Rheological, microstructure and physical quality characteristics //Journal of Food Engineering. – 2014. – Vol. 126. – P. 35-42.

160 Homayouni Rad A., Rasouli Pirouzian H. Optimization of prebiotic sucrose-free milk chocolate formulation by mixture design //Journal of Food Science and Technology. – 2021. – Vol. 58. – No.1. – P. 244-254.

161 Moses J.A., Anandharamakrishnan C. Production of Low Glycemic Index Chocolates with Natural Sugar Substitutes //Journal of Culinary Science & Technology. – 2023. – Vol. 21. – No.4. – P. 620-645

162 Pollon M., Torregrossa F., Marconi E., Cinquanta C., Messia C., Malvano F., Mazza F., Planeta D., Corona O. Vegan and sugar-substituted chocolates: assessing fatty acids, methylxanthines, minerals, volatiles and sensory profiles //European Food Research and Technology. – 2024. – Vol. 50. – P. 2387–2403.

163 Loghmani S.V., Hojjatoleslamy M., Molavi H., Fazel M. Investigating the rheological properties of molten sugar-free dark chocolates //Journal of Food Process Engineering. – 2022. – Vol. 45. – No.5. – P. e14018.

164 Rasouli-Pirouzian H., Peighambardoust S.H., Azadmard-Damirchi S. Rheological properties of sugar-free milk chocolate: Comparative Study and optimisation //Czech Journal of Food Sciences. – 2017. – Vol. 35. – No.5. – P. 440-448.

165 Norton J.E., Fryer P.J., Parkinson J.A. The effect of reduced-fat labelling on chocolate expectations //Food Quality and Preference. – 2013. – Vol. 28. – No.1. – P. 101-105.

166 Haque Akanda Md.J., Norazlina M.R., Azzatul F.S., Shaarani S., Mamat H., Lee J.S., Norliza J., Mansoor A.H., Selamat J., Khan F., Matanjun P., Islam Sarker M.Z. Hard Fats Improve the Physicochemical and Thermal Properties of Seed Fats for Applications in Confectionery Products //Food Reviews International. – 2019. – Vol. 36. – No.6. – P. 601-625.

167 Joseph C., Batra R., Selvasekaran P., Chidambaram R. Low calorie cocoa-based products: a short review //Journal of Food Science and Technology. – 2022. – Vol. 59. – No.8. – P. 2931-2939.

168 El-Kalyoubi M., Khallaf M.F., Abdelrashid A., Mostafa E.M. Quality characteristics of chocolate – Containing some fat replacer //Annals of Agricultural Sciences. – 2011. – Vol. 56. – No.2. – P. 89-96.

169 Do T.A.L., Vieira J., Hargreaves J.M., Wolf B., Mitchell J.R. Impact of limonene on the physical properties of reduced fat chocolate //Journal of the American Oil Chemists' Society. – 2008. – Vol. 85. – P. 911-920.

170 Prosapio V., Norton I.T. Development of fat-reduced chocolate by using water-in-cocoa butter emulsions //Journal of Food Engineering. – 2019. – Vol. 261. – P. 165-170.

171 Alvarez M.D., Cofrades S., Espert M., Sanz T., Salvador A. Development of chocolates with improved lipid profile by replacing cocoa butter with an oleogel //Gels. – 2021. – Vol. 7. – No.4. – P. 220.

172 Pușcaș A., Tanislav A.E., Mureșan A.E., Fărcaș A.C., Mureșan V. Walnut oil oleogels as milk fat replacing system for commercially available chocolate butter //Gels. – 2022. – Vol. 8. – No.10. – P. 613.

173 Orazov A., Abbasbeigi S., Koishiyeva Z., Nadtochii L. Assessment of milk-based high protein products as ingredients of low-fat ice creams //Applied Food Biotechnology. – 2024. – Vol. 11. No.1. – P. e34-e34.

174 Małecki J., Muszyński S., Sołowiej B.G. Proteins in food systems—bionanomaterials, conventional and unconventional sources, functional properties, and development opportunities //Polymers. – 2021. – Vol. 13. – No.15. – P. 2506.

175 Keogh J.B., McInerney J., Clifton P.M. The effect of milk protein on the bioavailability of cocoa polyphenols //Journal of food science. – 2007. – Vol. 72. – No.3. – P. S230-S233.

176 Tkeshelashvili M., Bobozhonova G. Development of a Technology for Chocolate Mass with a Complex of Functional Ingredients //Journal of Food Chemistry & Nanotechnology. – 2023. – Vol. 9. – No.3. – P. 94-99.

177 Aaltonen T., Kytö E., Ylisjunttila-Huusko S., Outinen M. Effect of the milk-based ash-protein ratio on the quality and acceptance of chocolate with a reduced sugar content //International Dairy Journal. – 2020. – Vol. 105. – P. 104663.

178 Nastaj M., Sołowiej B.G., Stasiak D.M., Mleko S., Terpiłowski K., Łyszczek R.J., Tomasevic I.B., Tomczyńska-Mleko M. Development and physicochemical properties of reformulated, high-protein, untempered sugar-free dark chocolates with addition of whey protein isolate and erythritol //International Dairy Journal. – 2022. – Vol. 134. – P. 105450.

179 Ares G., Besio M., Giménez A., Deliza R. Relationship between involvement and functional milk desserts intention to purchase. Influence on attitude towards packaging characteristics //Appetite. – 2010. – Vol. 55. – No.2. – P. 298-304.

180 de Jesus Silva G., Gonçalves B.H.R.F., Conceição D.G., de Jesus J.C., Vidigal M.C.T.R., Simiqueli A.A., Bonomo R.C.F., Ferrao S.P.B. Microstructural and rheological behavior of buffalo milk chocolates //Journal of Food Science and Technology. – 2021. – Vol. 59. – P. 572-582.

181 Dolatowska-Żebrowska K., Ostrowska-Ligęza E., Wirkowska-Wojdyła M., Bryś J., Górska A. Characterization of thermal properties of goat milk fat and goat milk chocolate by using DSC, PDSC and TGA methods //Journal of Thermal Analysis and Calorimetry. – 2019. – Vol. 138. – P. 2769-2779.

182 Smagul G., Tuigunov D., Sinyavskiy Y., Savenkova T., Barmak S. Physico-chemical properties and micronutrient profile of functional chocolate with mare's milk powder and resveratrol //Scifood. – 2025. – Vol. 19. – P. 44-60.

183 Taghizadeh G., Jahadi M., Abbasi H. Physicochemical properties of probiotic soy milk chocolate mousse during refrigerated storage //Applied Food Biotechnology. – 2018. – Vol. 5. – No.2. – P. 79-86.

184 Aidoo H., Sakyi-Dawson E., Abbey L., Tano-Debrah K., Saalia F.K. Optimisation of chocolate formulation using dehydrated peanut–cowpea milk to replace dairy milk //Journal of the Science of Food and Agriculture. – 2012. – Vol. 92. – No.2. – P. 224-231.

185 Indiarto R., Al-Amin R.W., Djali M., Subroto E., Muhammad D.R.A., Wiguna B. Improving the properties and sensory acceptability of vegan chocolate formulated with oat milk and soy protein isolate by incorporating encapsulated strawberry extract //Applied Food Research. – 2025. – Vol. 5. – No.1. – P. 100674.

186 Fructuoso I., Romão B., Han H., Raposo A., Ariza-Montes A., Araya-Castillo L., Zandonadi R.P. An overview on nutritional aspects of plant-based beverages used as substitutes for cow's milk //Nutrients. – 2021. – Vol. 13. – No.8. – P. 2650.

187 Abedini A., Dakhili S., Bazzaz S., Kamaladdin Moghaddam S., Mahmoudzadeh M., Andishmand H. Fortification of chocolates with high-value-added plant-based substances: Recent trends, current challenges, and future prospects //Food Science & Nutrition. – 2023. – Vol. 11. – No.7. – P. 3686-3705.

188 Martini S., Conte A., Tagliazucchi D. Comprehensive evaluation of phenolic profile in dark chocolate and dark chocolate enriched with Sakura green tea leaves or turmeric powder //Food research international. – 2018. – Vol. 112. – P. 1-16.

189 Dean L.L., Klevorn C.M., Hess B.J. Minimizing the negative flavor attributes and evaluating consumer acceptance of chocolate fortified with peanut skin extracts //Journal of Food Science. – 2016. – Vol. 81. – No.11. – P. S2824-S2830.

190 Yang C., Han Y., Tian X., Sajid M., Mehmood S., Wang H., Li H. Phenolic composition of grape pomace and its metabolism //Critical Reviews in Food Science and Nutrition. – 2024. – Vol. 64. – No.15. – P. 4865-4881.

191 Bolenz S., Glöde L. Technological and nutritional aspects of milk chocolate enriched with grape pomace products //European Food Research and Technology. – 2021. – Vol. 247. – P. 623-636.

192 Jovanović P., Pajin B., Lončarić A. Jozinović A., Petrović J., Fišteš A., Zarić D., Šaponjac V.T., Ačkar D., Lončarević I. Whey as a carrier material for blueberry bioactive components: incorporation in white chocolate //Sustainability. – 2022. – Vol. 14. – No.21. – P. 14172.

193 Żyżelewicz D., Oracz J., Bilicka M. Kulbat-Warycha K., Klewicka E. Influence of freeze-dried phenolic-rich plant powders on the bioactive compounds profile, antioxidant activity and aroma of different types of chocolates //Molecules. – 2021. – Vol. 26. – No.22. – P. 7058.

194 Huaman-Rojas D., Maicelo-Quintana J.L., Mori-Mestanza D., Auquiñivin-Silva E.A., Medina-Mendoza M., Cayo-Colca I.S., Maldonado-Ramirez I., Castro-Alayo E.M., Balcázar-Zumaeta C.R. Enriching white chocolates with native Amazonian blackberries improves its physicochemical properties //Applied Food Research. – 2024. – Vol. 4. – No.1 – P. 100433.

195 Konar N., Toker O.S., Oba S., Sagdic O. Improving functionality of chocolate: A review on probiotic, prebiotic, and/or synbiotic characteristics //Trends in Food Science & Technology. – 2016. – Vol. 49. – P. 35-44.

196 Pierezan M.D., Camelo-Silva C., Ambrosi A., Di Luccio M., Verruck S. Probiotic and Synbiotic Chocolate //In: Gomes da Cruz, A., Silva, M.C., Colombo Pimentel, T., Esmerino, E.A., Verruck, S. (eds) Probiotic Foods and Beverages. Methods and Protocols in Food Science. – 2023. – P. 179-197. Humana, New York, NY.

197 Reque P.M., Brandelli A. Encapsulation of probiotics and nutraceuticals: Applications in functional food industry //Trends in Food Science & Technology. – 2021. – Vol. 114. – P. 1-10.

198 Liang D., Wu F., Zhou D., Tan B., Chen T. Commercial probiotic products in public health: Current status and potential limitations //Critical reviews in food science and nutrition. – 2024. – Vol. 64. – No.19. – P. 6455-6476.

199 Faccinetto-Beltrán P., Gómez-Fernández A.R., Orozco-Sánchez N.E., Pérez-Carrillo E., Marín-Obispo L.M., Hernández-Brenes C., Santacruz A., Jacobo-Velázquez D.A. Physicochemical properties and sensory acceptability of a next-generation functional chocolate added with omega-3 polyunsaturated fatty acids and probiotics //Foods. – 2021. – Vol. 10. – No.2. – P. 333.

200 Hossain M.N., Ranadheera C.S., Fang Z., Ajlouni S. Interaction between chocolate polyphenols and encapsulated probiotics during in vitro digestion and colonic fermentation //Fermentation. – 2022. – Vol. 8. – No.6. – P. 253.

201 Holscher H.D. Dietary fiber and prebiotics and the gastrointestinal microbiota //Gut microbes. – 2017. – Vol. 8. – No.2. – P. 172-184.

202 Kolida S., Tuohy K., Gibson G.R. Prebiotic effects of inulin and oligofructose //British Journal of Nutrition. – 2002. – Vol 87. – No.S2. – P. S193-S197.

203 Verde A.B., Alvim I.D., Luccas V., Alves R.M.V. Stability of milk chocolate with hygroscopic fibers during storage //LWT. – 2021. – Vol. 137. – P. 110477.

204 Konar N., Özhan B., Artık N., Poyrazoglu E.S. Using polydextrose as a prebiotic substance in milk chocolate: effects of process parameters on physical and rheological properties //CyTA-Journal of Food. – 2014. – Vol. 12. – No.2. – P. 150-159.

205 Rad A.H., Azizi A., Darghahi R., Bakhtiari O., Javadi M., Moghaddam M.J., Rad H.H., Mirtajeddini S.B., Asl N.B., Tayebali M., Pirouzian H.R. Development of synbiotic milk chocolate enriched with *Lactobacillus paracasei*, D-tagatose and galactooligosaccharide //Applied Food Biotechnology. – 2018. – Vol. 5. – No.2. – P. 59-68.

206 Melodicist O., Legry V., Leclercq I.A. Why and how meet n-3 PUFA dietary recommendations? //Gastroenterology research and practice. – 2011. – Vol. 2011. – No.1. – P. 364040.

207 Institute of Medicine (U.S.), Panel on Macronutrients, Institute of Medicine (U.S.). Standing Committee on the Scientific Evaluation of Dietary Reference Intakes, Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids, National Academies Press, Washington, D.C., 2005, p. 1331, National Academies Press.

208 Rahimi V., Tavanai E., Falahzadeh S., Ranjbar A.R., Farahani S. Omega-3 fatty acids and health of auditory and vestibular systems: A comprehensive review //European Journal of Nutrition. – 2024. – Vol. 63. – No.5. – P. 1453-1469.

209 Bakry A.M., Chen Y.Q., Liang L. Developing a mint yogurt enriched with omega-3 oil: Physiochemical, microbiological, rheological, and sensorial characteristics //Journal of Food Processing and Preservation. – 2019. – Vol. 43. – No.12. – P. e14287.

210 Correa L.G., Kato T., Giuliangeli V.C., Torquato A.S., Shirai M.A. Fruit juice fortification with omega-3 by adding chia and linseed oil microcapsules //Food Chemistry Advances. – 2024. – No. 4. – P. 100649.

211 Razavizadeh B.M., Yeganehzad S. Alginate/soy protein isolate microspheres for fortifying dark chocolate: an innovative approach for enriching with omega-3 //Journal of Food Measurement and Characterization. – 2024. – Vol. 18. – No.7. – P. 5339-5349.

212 Toker O.S., Konar N., Pirouzian H.R., Oba S., Polat D.G., Palabiyik I., Poyrazoglu E.S., Sagdic O. Developing functional white chocolate by incorporating different forms of EPA and DHA-Effects on product quality //LWT. – 2018. – Vol. 87. – P. 177-185.

213 Morato P.N., Rodrigues J.B., Moura C.S., e Silva F.G.D., Esmerino E.A., Cruz A.G., Bolini H.M.A., Amaya-Farfan J., Lollo P.C.B. Omega-3 enriched chocolate milk: A functional drink to improve health during exhaustive exercise //Journal of functional foods. – 2015. – Vol. 14. – P. 676-683.

214 Konar N., Toker O.S., Rasouli Pirouzian H., Oba S., Genc Polat D., Palabiyik I., Poyrazoglu E.S., Sagdic O. Enrichment of milk chocolate by using EPA and DHA originated from various origins: Effects on product quality //Sugar Tech. – 2018. – Vol. 20. – P. 745-755.

215 Marsanasco M., Calabró V., Piotrkowski B., Chiaramoni N.S., del V. Alonso S. Fortification of chocolate milk with omega-3, omega-6, and vitamins E and C by using liposomes //European journal of lipid science and technology. – 2016. – Vol. 118. – No.9. – P. 1271-1281.

216 Azmir J., Zaidul I.S.M., Rahman M.M., Sharif K.M., Mohamed A., Sahena F., Jahurul M.H.A., Ghafoor K., Norulaini N.A.N., Omar A.K.M. Techniques for extraction of bioactive compounds from plant materials: A review //Journal of food engineering. – 2013. – Vol. 117. – No.4. – P. 426-436.

217 Altemimi A., Lakhssassi N., Baharlouei A., Watson D.G., Lightfoot D.A. Phytochemicals: Extraction, isolation, and identification of bioactive compounds from plant extracts //Plants. – 2018. – Vol. 6. – No.4. – P. 42.

218 Poliński S., Kowalska S., Topka P., Szydłowska-Czerniak A. Physicochemical, antioxidant, microstructural properties and bioaccessibility of dark chocolate with plant extracts //Molecules. – 2021. – Vol. 26. – No.18. – P. 5523.

219 Kotzekidou P., Giannakidis P., Boulamatsis A. Antimicrobial activity of some plant extracts and essential oils against foodborne pathogens in vitro and on the fate of inoculated pathogens in chocolate //LWT-Food Science and Technology. – 2008. – Vol. 41. – No.1. – P. 119-127.

220 Kumar Y., Tarafdar A., Badgujar P.C. Seaweed as a source of natural antioxidants: Therapeutic activity and food applications //Journal of Food Quality. – 2021. – Vol. 2021. – No.1. – P. 5753391.

221 De Oliveira T.T.B., dos Reis I.M., de Souza M.B., da Silva Bispo E., Maciel L.F., Druzian J.I., Guimarães Tavares P.P.L., de Oliveira Cerqueira A., dos Santos Boa Morte E., Glória M.B.A., Deus V.L., de Santana L.R.R. Microencapsulation of Spirulina sp. LEB-18 and its incorporation in chocolate milk: Properties and functional potential //LWT. – 2021. – Vol. 148. – P. 111674.

222 Salgado, A.; Moreira-Leite, B.; Afonso, A.; Infante, P.; Mata, P. Chocolates enriched with seaweed: Sensory profiling and consumer segmentation //International Journal of Gastronomy and Food Science. – 2023. – Vol. 33. – P. 100747.

223 Соколов М.И., Верзилина Н.Д., Рудаков О.Б., соавт. Экспресс анализ сахаров методом высокоэффективной жидкостной хроматографии // Пищевая промышленность. – 2004. – №8. – Б. 94-95.

224 Olsson I.A.S., Silva S.P.D., Townend D., Sandøe, P. Protecting animals and enabling research in the European Union: An overview of development and implementation of directive 2010/63/EU //ILAR journal. – 2017. – Vol. 57. – No. 3. – P. 347-357.

225 Гаврилов В. Б., Мишкорудная М. И. Спектрофотометрическое определение содержания гидроперекисей липидов в плазме крови //Лабораторное дело. – 1983. – №. 3. – Б. 33-36.

226 Королюк М.А., Иванова Л.И., Майорова И.Г., Токарев В.Е. Метод определения активности каталазы //Лабораторное дело. – 1988. – №. 1. – Б. 16-19.

227 Ohkawa H., Ohishi N., Yagi K. Assay for lipid peroxides in animal tissues by thiobarbituric acid reaction //Analytical biochemistry. – 1979. – Vol. 95. – No. 2. – P. 351-358.

228 Скурихин В. Н., Двинская Л. М. Определение α-токоферола и ретинола в плазме крови сельскохозяйственных животных методом микроколоночной высокоэффективной жидкостной хроматографии //Сельскохозяйственная биология. – 1989. – Т. 4. – Б. 127-129.

229 Agarwala P., Salzman S.H. Six-minute walk test: clinical role, technique, coding, and reimbursement //Chest. – 2020. – Vol. 157. – No. 3. – P. 603-611.

230 Кузнецов А., Кузнецов С. О технологических свойствах молока коров //Молочное и мясное скотоводство. – 2010. – №. 2. – Б. 5-7.

231 Калмыкова О., Ананьева Т., Колпакова И. Технология доения и качество молока. //Животноводство России. – 2011. – №. 6. – Б. 41-42.

232 Карпенко А. Ю., Фомкина И. Н. Мембранные методы разделения и концентрирования молока //ББК 4 с 56. – 2015. – б. 239.

233 Канарейкина С.Г. Влияние различных режимов пастеризации на качество кобыльего молока. // Известия оренбургского государственного аграрного университета. – 2010. – Т. 4. – №. 28-1. – Б. 90-91.

234 Сидоров А. А., Григорьев М. Ф., Панкратов В. В. Изучение молочной продуктивности и оценка качества кобыльего молока якутской породы лошадей как традиционного сырья для кумыса. // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – №. 1. – Б. 298-302.

235 Шарипова Л. З., Щербакова Ю. В., Ахмадуллина Ф. Ю. Влияние пастеризации на содержание витамина в коровьем и козьем молоке // Вестник Казанского технологического университета. – 2013. – Т. 16. – №. 20. – Б. 213-215.

236 Jang D., Lee J., Eom S.H., Lee S.M., Gil J., Lim H.B., Hyun T.K. Composition, antioxidant and antimicrobial activities of Eleutherococcus senticosus fruit extracts //Journal of Applied Pharmaceutical Science. – 2016. – Vol. 6. – No. 3. – P. 125-130.

237 Ғ.Р. Смағұл, Ю.А. Синявский, Д.Н. Туйгунов, Т.В. Савенкова. Исследование возможности обогащения шоколадных и снековых изделий пробиотическими культурами. //Вестник ЕНУ имени Л.Н. Гумилева. –2024. – Т.146–№. 1. – с. 87–102

238 Кистаубаева А.С., Ермекова Д.Е., Абдулжанова М.А., Шокатаева Д.Х., Хамитқызы Ж., Жантлесова С.Д., Эгамбердиева Д., Савицкая И.С. Симбиотикалық микрокапсулалармен байытылған функционалдық шоколад дайындау жолы. // microbiology and virology. –2024. –Т.47–№. 4. – б. 87–104

239 Ғ.Р. Смағұл, Ю.А. Синявский, Д.Н. Туйгунов, Т.В. Савенкова. Применение сухого кобыльего молока и полисахарида морских водорослей при разработке специализированных шоколадных изделий здорового питания. //Вестник Университета Шакарима, Технические науки - 2024. –Т.13–№. 1. – с. 288–300

240 Galiya Smagul, Dilyar Tuigunov, Yuriy Sinyavskiy, Tatiana Savenkova, Sabyrkhan Barmak. Physico-chemical properties and micronutrient profile of functional chocolate with mare's milk powder and resveratrol //Scifood vol. 19, 2025, p. 44-60

241 Rajpoot A., Aggarwal T., Sharma V. Unraveling the enigma of cardiac damage caused by lead: Understanding the intricate relationship between oxidative stress and other multifactorial mechanisms //Toxicology. – 2024. – Vol. 509. – P. 153984.

242 G.R. Smagul, Yu.A. Sinyavskiy, D.N. Tuigunov, Y.N. Omarov. Assessment of antioxidant status of rats at the background of consumption of specialized chocolate with lead acetate exposure. //Вестник КазНУ.– 2025. – Т.103–№. 2– p. 150-158

243 Fogacci F., Tocci G., Presta V., Fratter A., Borghi C., Cicero A.F. Effect of resveratrol on blood pressure: A systematic review and meta-analysis of

randomized, controlled, clinical trials //Critical reviews in food science and nutrition. – 2019. – Vol. 59. – No. 10. – P. 1605-1618.

244 Ehlers P.I., Kivimäki A.S., Turpeinen A.M., Korpela R., Vapaatalo H. High blood pressure-lowering and vasoprotective effects of milk products in experimental hypertension //British Journal of Nutrition. – 2011. – Vol. 106. – No. 9. – P. 1353-1363.

# А ҚОСЫМШАСЫ
# Ұйым стандарты

**ҰЙЫМ СТАНДАРТЫ**

**«Қазақ тағамтану академиясы ҚБ»**
**жауапкершілігі шектеулі серіктестігі**

**ЭҚТ ӨЖ 10.82.2**

**ӘОЖ 663.918.4:006.354**
**МСЖ 67.190**

**БЕКІТЕМІН:**
**«Қазақ тағамтану академиясы ҚБ»**
**жауапкершілігі шектеулі серіктестігі**
**_____ Т.Ш. Шарманов**
**ҰҒА және РҒА академигі**
**«05» 04 2021 ж**

**Диеталық профилактикалық тағамының арнайы өнімі**
**Бие сүті қосылған шоколад**

**СТ 63096-1910-ЖШС-22-2021**
(алғаш рет енгізілді)

**Қолданылу мерзімі _____20__ж**
**_____ 20__ж дейін**

**ӘЗІРЛЕНГЕН:**
**«Қазақ тағамтану академиясы ҚБ»**
**жауапкершілігі шектеулі серіктестігі**
**_____ Т.Ш.Шарманов**
**ҰҒА және РҒА академигі**

**«05» 04 2021 ж**
**_____ Ғ.Р. Смағұл**
**«05» 04 2021 ж**

**Түпнұсқаны ұстаушы**
**«Қазақ тағамтану академиясы ҚБ» ЖШС,**
**Алматы қ., Клочков к-сі, 66,**
**Айымбетов к-сі, 41**
**тел.+7(727)3759203**

**Алматы қ.**

ҮЙЫМ СТАНДАРТЫ

# Диеталық профилактикалық тағамының арнайы өнімі. Бие сүті қосылған шоколад

## 1 Қолдану саласы

Осы үйым стандарты витаминдер, минералдар және басқа биологиялық белсенді заттар қосылған, құрғақ бие сүтінен, какао үнтағынан, үнтақталған какаодан, какао майынан, эмульгаторлардан, хош иісті қоспалардан және басқа тағам ингредиенттерден жасалған бие сүті қосылған Диеталық профилактикалық тағамының арнайы өнімі - Бие сүті қосылған шоколадқа таралады.

3.2.3, 3.3.1, 6.3, 7.2 баяндалған адамның өмірі мен денсаулығына арналған қауіпсіздік талаптары, 3.2.1, 3.2.2 өнімнің ұқсатық талаптары, 3.5 баяндалған таңбалауға қойылатын талаптар міндетті болып табылады.

Осы стандарт тек «Қазақ тағамтану академиясы ҚБ» ЖШС рұқсатымен ғана таралады.

## 2 Нормативтік сілтемелер

Осы үйым стандартын қолдану үшін мынадай сілтемелік нормативтік құжаттар қажет:

«Ораманың қауіпсіздігі жөнінде» 005/2011 КО ТР Кеден одағының Техникалық регламенті № 769 - 2011ж тамыздың 16 Кеден одағының Комиссия шешімімен бекітілген

«Тағам өнімдерінің қауіпсіздігі жөнінде» Кеден одағының Техникалық регламенті (021/2011 КО ТР) № 880 2011ж желтоқсанның 9 Кеден одағының Комиссия шешімімен бекітілген

«Тағам өнімдерін таңбалау бөлімінде» Кеден одағының Техникалық регламенті (022/2011 КО ТР) № 881 2011ж желтоқсанның 9 Кеден одағының Комиссия шешімімен бекітілген

«Арнайы тамақ өнімдерінің жекеленген түрлері, оның ішінде диеталық емдік және диеталық профилактикалық тағамтанудың қауіпсіздігі туралы» (027/2011 КО ТР) № 34 2012ж маусымның 15 Еуразиялық экономикалық комиссия шешімімен бекітілген

ҚР СТ Р ГОСТ 51301-2005 Тамақ өнімдері және азық-түлік шикізаттар. Уытты элементтерді анықтаудың инверсионды-вольтамперометриялық әдістері (кадмий, қорғасын, мыс және мырыш)

ГОСТ 8.579–2002 Мемлекеттік өлшем бірлігін қамтамасыз ету жүйесі. Өндіру, өлшеп орау, сату және импорттау кезінде кез келген қаптамадағы өлшеп оралған тауарлар санына қойылатын талаптар

ГОСТ 108-2014 Какао-үнтағы. Техникалық шарттар

ГОСТ 5897-90 Кондитерлік өнімдер. Органолептикалық көрсеткіштердің сапасын, өлшемін, таза салмағын және құрама бөліктерін анықтау әдістері

ГОСТ 5900-2014 Кондитерлік өнімдер. Ылғалдылықты және құрғақ заттарды анықтау әдістері

ГОСТ 5901-87 Кондитерлік өнімдер. Күлдің және металмагнитті қоспалардың салмақтық үлесін анықтау әдістері

ГОСТ 5902-80 Кондитерлік өпімдер. Үнтақталу дәрежесін және қуысты өнімдердің тығыздығын анықтау әдістері

ГОСТ 5903-89 Кондитерлік өнімдер. Қантты анықтау әдістері

ГОСТ 5904-82 Кондитерлік өнімдер. Қабылдау ережелері, іріктеу және сынамаларды

дайындау әдістері

ГОСТ 10444.12–2013 Тағам өнімдерінің және малдарға арналған жемдердің микробиологиясы. Ашытқыларды және зең саңырауқұлақтарын анықтау әдісі.

ГОСТ 10444.15–94 Тағам өнімдері. Мезофильді аэробты және факультативті-анаэробты микроағзаларды анықтау әдістері.

ГОСТ 13511-2006 Тағам қоспаларына, сіріңкеге, темекіге және жуғыш заттарға арналған кенірдіктенген картоннан жасалған жәшіктер. Техникалық шарттар

ГОСТ 13513-86 Ет және сүт өнімдеріне арналған кенірдіктенген картоннан жасалған жәшіктер. Техникалық шарттар

ГОСТ 13586.6-93 Дән. Зиянкестермен жұқтырылуын анықтау әдістері

ГОСТ 14192-96 Жүктерді таңбалау

ГОСТ 16599-71 Ванилин. Техникалық шарттар

ГОСТ 24297-2013 Сатып алынған өнімнің верификациясы. Өткізуді ұйымдастыру және бақылау әдістері

ГОСТ 26927-86 Шикізат және тамақ өнімдері. Сынапты анықтау әдістері.

ГОСТ 26930-86 Шикізат және тамақ өнімдері. Күшәнді анықтау әдістері.

ГОСТ 26932-86 Шикізат және тамақ өнімдері. Қорғасынды анықтау әдістері.

ГОСТ 26933-86 Шикізат және тамақ өнімдері. Кадмийді анықтау әдістері.

ГОСТ 30178-96 Шикізат және тамақ өнімдері. Уытты элементтерді анықтаудың атомды-абсорбционды әдісі.

ГОСТ 30538-97 Тағам өнімдері. Атомды-эмиссионды әдіспен уытты заттарды анықтау әдістемесі

ГОСТ 30711-2001 Тағам өнімдері. Құрамындағы $B_1$ и $M_1$ афлотоксиндерін анықтау және табу әдістері

ГОСТ 31266–2004 Тағамдық шикізат пен өнімдер. Күшәнді анықтаудың атомдық-абсорбциялық әдісі

ГОСТ 31659-2012 Тағам өнімдері. Salmonella текті бактерияларды анықтау әдісі

ГОСТ 31681-2012 Кондитерлік өнімдер. Сүт қосылған шоколад өнімдерінде майсыздандырылған құрғақ сүт қалдығын анықтау әдістері

ГОСТ 31682-2012 Кондитерлік өнімдер. Шоколад өнімдерінде құрғақ какао қалдығының жалпы құрамын анықтау әдістері

ГОСТ 31722-2012 Кондитерлік өнімдер. Шоколад өнімдерінің құрамында сүт майын анықтау әдістері.

ГОСТ 31723-2012 Кондитерлік өнімдер. Шоколад өнімдерінде майсыздандырылған құрғақ какао қалдығын анықтау әдісі.

ГОСТ 31747-2012 Тағам өнімдері. Ішек таяқшалар тобының бактерия санын анықау және табу әдістері (колиформды бактериялар)

ГОСТ 31902-2012 Кондитерлік өнімдер. Майдың салмақтық үлесін анықтау әдістері

ЕСКЕРТПЕ: Осы стандартты пайдалану кезінде стандарттардың және жіктегіштердің қолданысын ағымдағы жылдың жағдайы бойынша «Стандарттау жөніндегі нормативтік құжаттар» жыл сайын басылып шығарылатын ақпараттық сілтеме және ағымдағы жылда жарияланған тиісті ай сайын басылып шығарылатын ақпараттық сілтемелер бойынша сілтемелік тексерген дұрыс. Егер сілтемелік құжат ауыстырылса (өзгертілсе), онда осы стандартты пайдалану кезінде ауыстырылған (өзгертілген) стандартты басшылыққа алуға тиіс. Егер сілтемелік құжат ауыстырылмай жойылса, онда оған сілтеме берілген ереже осы сілтемені қозғамайтын бөлікте қолданылады.

### 3 Техникалық талаптар

3.1 Шоколадты осы ұйым стандартының талаптарына сәйкес болуы және 021/2011 КО ТР талаптарын, белгіленген тәртіпте бекітілген санитарлық нормалар мен ережелерді сақтап, рецептура және технологиялық нұсқаулықтар бойынша өндірілуі керек

**3.2 Сипаттамалар**

3.2.1 Органолептикалық көрсеткіштері бойынша шоколад 1-кестеде көрсетілген талаптарға сәйкес болу тиіс.

**1-кесте**

| Көрсеткіштің атауы | Сипаттамасы |
|---|---|
| Сыртқы түрі | Беткі жағы жылтыр, суретпен немесе суретсіз. Шалғырттанудың және зиянкестермен жұқтырылуы рұқсат етілмейді |
| Формасы | Тікбұрышты, деформацияланған |
| Дәмі және иісі | Шоколад түріне байланысты, бөтен дәмсіз және иіссіз |
| Консистенциясы | Қатты |
| Құрылымы | Біркелкі. Ірі қосындылары қосылған шоколадта бүтін немесе үгітілген жаңғақтар, кептірілген жемістер шоколадтың массасы бойынша біркелкі |

3.2.2 Физика-химиялық көрсеткіштері бойынша шоколад 2-кестеде көрсетілген талаптарға сәйкес болуы керек.

**2-кесте**

| Көрсеткіштің атауы | Шоколад | Сүтті шоколад | Ашты шоколад | Қара шоколад | Салмасы бар шоколад |
|---|---|---|---|---|---|
| Құрғақ какао қалдығының жалпы салмақтық үлесі, %, кем емес | 35 | 25 | 55 | 40 | - |
| Какао майының салмақтық үлесі, %, кем емес | 18 | 18 | 33 | 20 | - |
| Жалпы майдың салмақтық үлесі, %, кем емес | - | 25 | - | - | - |
| Майсыздандырылған құрғақ какао қалдығының салмақтық үлесі, %, кем емес | 14 | 2,5 | - | - | - |
| Майсыздандырылған құрғақ сүт қалдығының және (немесе) сүт өнімдерінің салмақтық үлесі, %, кем емес | 10 | 12 | 12 | 12 | - |
| Сүт майының салмақтық үлесі, %, кем емес | - | 2,5 | - | - | - |
| Шоколадтың бөлінетін құрама бөлігі, % | - | - | - | - | 40 кем емес |
| Салманың салмақтық үлесі, %, артық емес | - | - | - | - | 60 |

| | |
|---|---|
| Үгіту деңгейі, %, кем емес | 92,0 |
| Салмақтық үлесі 10% тұз қышқыл ертіндісінде ерімейтін күлдің салмақтық үлесі, артық емес | 0,1 |
| Ескертпе- технологиялық нұсқаулықта немесе рецептурада көрсетілген рұқсат етілген ауытқуын есептегендегі майдың, ылғалдылықтың салмақтық үлесі рецептурадағы есепке сәйкес болу керек | |

3.2.3 Құрамындағы уытты элементтер, пестицидтер, микотоксиндер және микробиологиялық көрсеткіштері бойынша шоколад 021/2011 КО ТР регламентінде көрсетілген деңгейлерден аспауы керек

3.2.4 Витаминдердің, минералды және басқа да биологиялық белсенді заттардың салмақтық үлесі әрекетті нормативті құжатта бекітілген нормаларға сәйкес болу керек.

**3.3 Шикізатқа қойылатын талаптар**

3.3.1 Қолданылатын шикізат:

- техникалық реттеу саласындағы нормативтік құқықтық актілер (021/2011 КО ТР техникалық регламентіне), санитарлы ережелер, стандарттар, белгіленген тәртіпте бекітілген басқа нормативтік құжаттар талаптарына, сондай-ақ шетелдік өндірісі өнімдерінің келісім шарттарына сәйкес болу керек.
- белгіленген тәртіпте уәкілетті ұйыммен қолдануға рұқсат етілуі керек.

3.3.2 Шоколадты өндіру үшін келесі шикізат қолданылады:

- құрғақ бие сүті;
- какао үнтағы ГОСТ 108;
- үгітілген какао;
- какао майы;
- ванилин ГОСТ 16599;
- мальтит;
- изомальт;
- мальтитол;
- мальтисорб;
- ниасорб;
- мальтодекстрин;
- соя лецитині;
- үнтақталған жаңғақтар (бадам, кешью, грек жаңғағы, орман жаңғағы, жержаңғақ);
- кептірілген жемістер (мейіз, өрік қағы, алхоры, мүкжидек);
- цитрустардың кептірілген қабығы (апельсин, мандарин, лимон);
- пектин;
- ресвератрол;
- фукоидан;
- линчжи саңырауқұлағының үнтағы;
- шиитаки, рейши саңырауқұлақтарының үнтағы;
- стевия үнтағы;
- стахис үнтағы;
- витаминдер, минералды заттар және/немесе олардың қоспасы;
- құрғақ ашытқылар лакто- және бифидобактериялар;
- табиғи хош иістендіргіштер.

**3.4 Буып-түю**

3.4.1 ББҚ буып-түю үшін пайдаланылатын шетелдік немесе отандық өндірісінің ыдыстары мен материалдары 005/2011 КО ТР, тасымалдау және сақтау кезінде өнімнің сақталуын және тауарлық түрін қамтамасыз ететін тамақ өнімдерімен қатынаста болуға арналған нормативтік және техникалық құжаттардың талаптарына сәйкес болуы және уәкілетті мемлекеттік ұйыммен қолдануға рұқсат етілуі керек.

3.4.2 Шоколадты 100г дейін, бекітілген ережеде уәкілетті ұйыммен қолдануға рұқсат етілген, плитка түрінде даналап фольгаға оралған, фольгасы немесе подверткасы бар көркем безендірілген заттаңбада, полимерлі және басқа орам материалдарына шығарады. Фольгаға оралдған шоколад плиткасын қағаз немесе тоқыма материалдарынан жасалған пакеттерге буып-түюге рұқсат етіледі.

3.4.3 Номиналды мөлшерден тұтыну ыдысындағы өнім көлемінің рауалы ауытқуы ГОСТ 8.579 белгіленген нормалардан аспауы керек.

3.4.4 Тұтыну ыдысындағы шоколадты көсіпорынынан кенірдіктенген картоннан жасалған жәшіктерге ГОСТ 13511, ГОСТ 13513 бойынша буып-түйеді

3.4.5 Буып-түйілген өнімнің сапасын сақталуын қамтамасыз ететін басқа тұтыну және тасымалдау ыдысын қолдануға рұқсат етіледі

**3.5 Таңбалау**

3.5.1 Тұтыну ыдысына 022/2011 КО ТР талаптарына сәйкес таңбалау түсіріледі:

- өнім атауы;
- дайындаушы атауы және тұрған жері (заңды мекенжайы, елін қоса, және, заңды мекенжайымен үйлеспеген жағдайда көсіпорын мекенжайы);
- өндірушінің тауар белгісі (болса);
- өнімнің белгіленуі жөніндегі ақпарат;
- тағамдық құндылығы;
- құрамы;
- дайындалған күні;
- жарамдылық мерзімі;
- топтама нөмірі (болса);
- сақтау шарттары;
- таза салмағы, г;
- сызықшалы коды (болса);
- осы стандарт белгісі;
- ЕАЭО мүшелерінің - мемлекет нарығындағы өнімнің біріңғай айналым белгісі;
- микроорганизмдермен байытқан кезде құрамындағы жалпы қышқыл сүтті микроорганизмдер (КОЕ/г);
- өнімді байыту кезінде – құрамындағы витаминдер, минералды заттар және тәуліктік қажеттіліктен пайыздық құрамы.

3.5.2 Қосымша өнімді сипаттайтын жарнамалық және ақпараттық жазулар түсірілуі мүмкін.

3.5.3 Таңбалау мемлекеттік және орыс тілдерінде, керек жағдайда басқа тілдерде түсірілуі қажет. Таңбалауды түсіру заттары мен тәсілдері буып-түйілген өнімдердің сапасына және қауіпсіздігіне әсер етпеуі керек.

3.5.4 Тасымалдау таңбалау ГОСТ 14192 бойынша.

**4 Қабылдау ережелері**

4.1 Шоколадты ГОСТ 5904 бойынша топтамамен қабылданады.

4.2 Шоколадты дайындау кезінде қолданылатын шикізат ГОСТ 24297 бойынша кіріс бақылаудан өтуі керек.

4.3 Органолептикалық және физика-химиялық көрсеткіштерді, буып-түйілуді және таңбалауды бақылауды дайындаушы өндірістік бақылау бағдарламасында бекітеді

4.4 Қауіпсіздік көрсеткіштерді бақылау уәкілетті ұйымның келісімі бойынша дайындаушы-кәсіпорынмен белгіленген тәртіпке сәйкес жүзеге асырылады.

4.5 Ең болмаса бір көрсеткіштерден талдаудың қанағаттанарлықсыз нәтижелерін алған кезде іріктеменің екі есе көлемі таңдалады және қайта зерттеу жүргізіледі. Соңғы зерттеу нәтижелері барлық топтамаға таралады және соңғы болып табылады.

4.6 Сапаны бағалауда келіспеушілік болған кезде төрелік талдау белгіленген тәртіпте тіркелген органда (сынау зертханаларында) жүргізіледі.

## 5 Бақылау әдістері

5.1 Сынамаларды іріктеу ГОСТ 5904 бойынша.

5.2 Дәмін және иісін ГОСТ 5897 бойынша анықтайды, сырткы түрін, түсін көзбен шолып шығады

5.3 Физика-химиялық көрсеткіштерді анықтау:

- ылғалдың және құрғақ заттардың салмақтық үлесі ГОСТ 5900 бойынша;
- күлдің салмақтық үлесі ГОСТ 5901 бойынша;
- ұнтақталу дәрежесі ГОСТ 5902 бойынша;
- қанттың салмақтық үлесі ГОСТ 5903 бойынша;
- майдың салмақтық үлесі ГОСТ 31902 бойынша,
- майсыздандырылған какао қалдығының салмақтық үлесі ГОСТ 31723 бойынша;
- какаоның жалпы құрғақ қалдығының салмақтық үлесі ГОСТ 31682 бойынша;
- сүт майының салмақтық үлесі ГОСТ 31722 бойынша;
- сүттің және (немесе) сүт өнімдерінің құрғақ майсыздандырылған салмақтық үлесі ГОСТ 31681 бойынша;
- зиянкестермен жұқтырылуы ГОСТ 13586.6 бойынша.

5.4 Микробиологиялық көрсеткіштерді анықтау:

- ашытқы және зең саңырауқұлақтары ГОСТ 10444.12,
- мезофильді, аэробты және факультативті анаэробты микро ағзалардың саны ГОСТ 10444.15,
- ішек таяқшалар тобының бактерия саны (колиформды бактерия) ГОСТ 31747,
- лакто- және бифидобактерияларды уәкілетті ұйыммен белгіленген тәртіптегі бекітілген әдістеме бойынша,
- Salmonella текті бактерия ГОСТ 31659 бойынша;

немесе уәкілетті ұйыммен белгіленген тәртіптегі бекітілген әдістеме бойынша.

5.5 Уытты элементтерді анықтау:

- сынап ГОСТ 26927 бойынша;
- күшән ГОСТ 26930, ГОСТ 31266 бойынша;
- қорғасын ГОСТ 26932, ГОСТ 30178, ҚР СТ ГОСТ Р 51301 бойынша;
- кадмий ГОСТ 26933, ГОСТ 30178, ҚР СТ ГОСТ Р 51301 бойынша.

сонымен қатар ГОСТ 30538 немесе белгіленген тәртіпте уәкілетті органмен бекітілген әдістеме бойынша.

5.6 Пестицидтерді анықтау уәкілетті ұйыммен бекітілген белгіленген тәртіптегі әдістеме бойынша.

5.7 $B_1$ микотоксин афлотоксинді анықтау ГОСТ 30711 бойынша.

5.8 Витаминдерді және минералды заттарды анықтау уәкілетті ұйыммен бекітілген белгіленген тәртіптегі әдістеме бойынша.

## 6 Тасымалдау және сақтау

6.1 Шоколадты тасымалдау ережелеріне сәйкес осы көлік түріне күші бар ережелерге сәйкес, тасымалдау температура шарттарын ұстанып, көліктің барлық түрімен тасымалданады.

6.2 Тасымалдау, салу және шығару кезінде шоколад атмосфералық жауын-шашыннан сақталу керек.

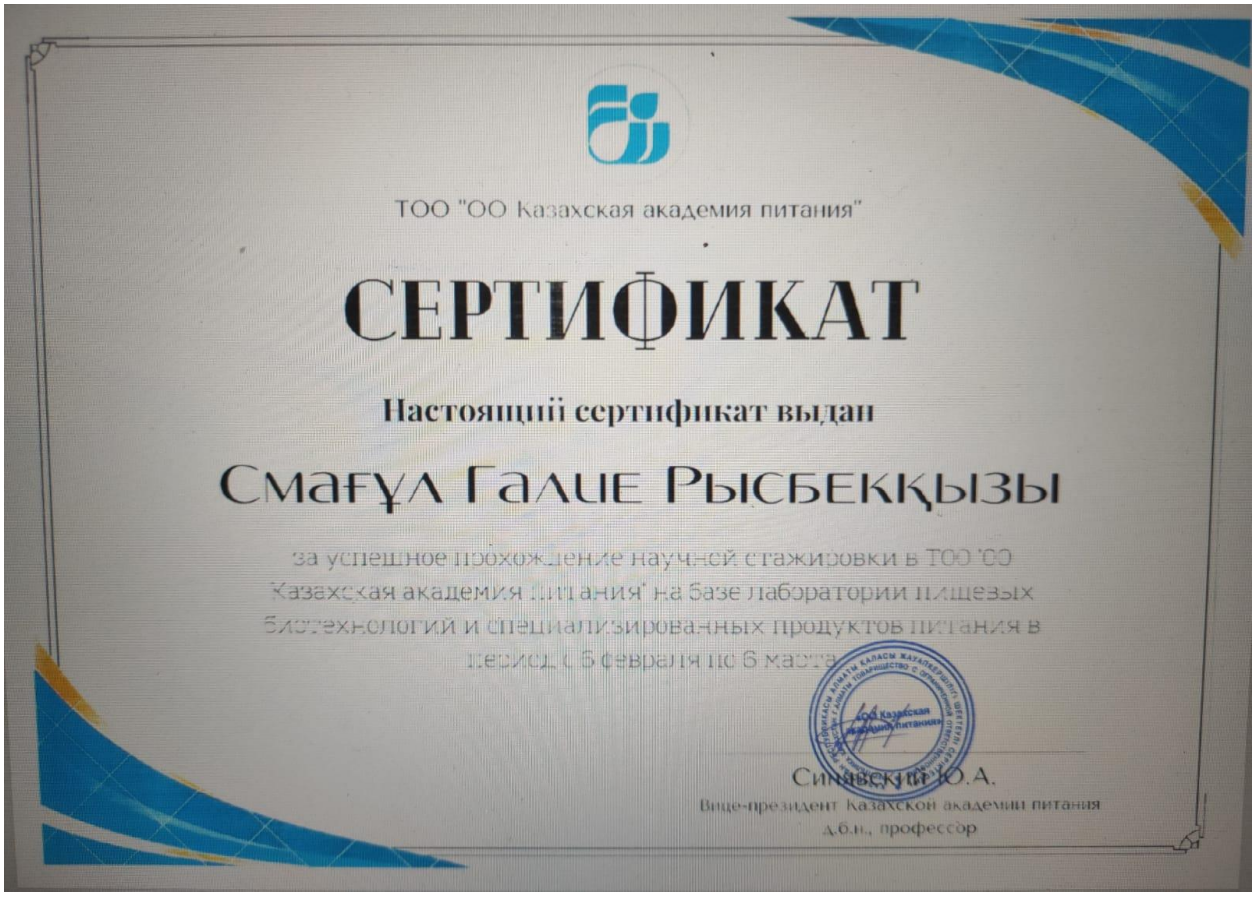
6.3 Шоколадты құрғақ, жарықтан және ылғалдан қорғалған жерде, температурасы (18±3) $^{0}$С және салыстырмалы ылғалдылығы 75 % көп емес жерде сақтайды

## 7 Дайындаушы кепілдіктері

7.1 Тасымалдау және сақтау шарттары сақталған жағдайда, дайындаушы шоколадтың осы стандарт үйымының талаптарына сәйкестігіне кепілдік береді.

7.2 Шоколадтың жарамдылық мерзімі дайындалған күннен бастап – 6 ай.

# Б ҚОСЫМШАСЫ



ТОО "ОО Казахская академия питания"

СЕРТИФИКАТ

Настоящий сертификат выдан

Смағұл Галие Рысбекқызы

за успешное прохождение научной стажировки в ТОО "ОО Казахская академия питания" на базе лаборатории пищевых биотехнологий и специализированных продуктов питания в период с 6 февраля по 6 марта

Синявский Ю.А.
Вице-президент Казахской академии питания
д.б.н., профессор



30 YEARS OF INDEPENDENCE KAZAKHSTAN

BOBEK

ISA

CERTIFICATE

OF PARTICIPATION

THIS CERTIFICATE IS PRESENTED TO

СМАҒҰЛ ҒАЛИЯ РЫСБЕКҚЫЗЫ

FOR ATTENDING THE EIGHTH INTERNATIONAL SCIENTIFIC-PRACTICAL CONFERENCE «SCIENCE AND EDUCATION IN THE MODERN WORLD: CHALLENGES OF THE 21ST CENTURY»

CHAIRMAN OF INTERNATIONAL ASSOCIATION OF YOUNG SCIENTISTS — E.O. ESHIM

CHAIRMAN OF THE ASSOCIATION OF LEGAL ENTITIES «NATIONAL MOVEMENT «BOBEK» — E.M. ABIYEV

NUR-SULTAN, KAZAKHSTAN, 22 APRIL 2021


WOC
WORLD OF CONFERENCES
CERTIFICATE
Galiya Smagul
for participation in
XX international scientific conference. London. Great Britain. 30-31.01.2025
«Challenges and problems of modern science»
with scientific work
EXPLORING THE PHYSICOCHEMICAL PARAMETERS AND PROSPECTS FOR THE USE OF FUNCTIONAL CHOCOLATE MADE WITH NON-TRADITIONAL MILK VARIETIES
DOI https://doi.org/10.5281/zenodo.14803299
zenodo
OpenAIRE
issuu
Google Scholar
Editor-in-Chief Tarmo Vesik
03.02.2025