Икомбаев Талғат Дүйсенбекұлының 8D05101 – «Биотехнология (салалар мен қолдану бағыттары бойынша)» білім беру бағдарламасы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесін алу үшін ұсынылған «Ұлттық жабысқақ, иілімді сүт қышқыл өнімдердің өндіріс технологиясын оңтайландыру» тақырыбындағы диссертациялық жұмысына

АҢДАТПА

Диссертациялық жұмыстың жалпы сипаттамасы.

Диссертациялық жұмыс отандық төмен қышқылды пробиотикалық ашытқыларды қолдана отырып, ешкі сүтіне негізделген ұлттық тұтқыр-құйылмалы ашытылған сүт өнімдерін өндірудің жұмсақ технологиясын әзірлеуге және ғылыми негіздеуге арналған. Жұмыста ешкі сүтінің биохимиялық ерекшеліктері және өнімнің сапасы мен функционалдығына қойылатын заманауи талаптар ескеріледі. Әзірленген технология биологиялық құнды компоненттерді сақтайды, органолептикалық қасиеттерін жақсартады және өнімдердің сауықтыру әсерін күшейтеді.

Зерттеу жұмысында аймақтың дәстүрлі ашытылған сүт өнімдерінен оқшауланған *Lactobacillus paracasei, Lactococcus lactis* және *Bifidobacterium crudilactis* пробиотикалық штамдары қолданылады, бұл олардың жергілікті микрофлораға бейімделуін және жұмсақ сүт қышқылымен ашытудың жоғары тиімділігін қамтамасыз етеді. Бұл өсінділерді қолдану қышқылдығы төмен сүзбе алуға, ешкі сүтінің тағамдық құндылығын сақтауға, құрылымы мен дәмін жақсартуға, сондай-ақ өнімге айқын пробиотикалық қасиеттер беруге мүмкіндік береді.

Зерттеу жұмысының өзектілігі.

Денсаулыққа, функционалдылыққа және азық-түлік қауіпсіздігіне бағытталған тамақтанудың заманауи тенденциялары биологиялық құндылығы жоғары және пробиотикалық әсері бар сүт шикізатын өңдеудің жаңа технологияларын әзірлеу қажеттілігін өзекті етеді. Әсіресе, төмен аллергендік, жоғары сіңімділік, аминқышқылдары мен липидтердің теңгерімді құрамы сияқты ерекше қасиеттерге ие ешкі сүтін өңдеу аса маңызды. Дегенмен, сиыр сүтін өңдеуге бағытталған дәстүрлі технологиялар ешкі сүтімен жұмыс жасағанда тиімсіз болып шығады, бұл бейімделуді және жұмсақ биотехнологиялық шешімдерді енгізуді талап етеді.

Ашытылған сүт өнімдерін тұтыну дәстүрлері тарихи қалыптасқан, сондай-ақ функционалдық және диеталық тамақтануға қызығушылық артып келе жатқан Қазақстан Республикасы жағдайында ешкі сүтінің табиғи қасиеттерін сақтап, денсаулыққа бағытталған әсері бар өнімдерді қалыптастыруды қамтамасыз ететін технологияларды әзірлеу ерекше өзекті болып табылады. Жергілікті дәстүрлі өнімдерден оқшауланған және аймақтың микрофлорасына бейімделген төмен қышқылды пробиотикалық өсінділерді пайдалану жоғары сапалы ашытылған сүт өнімдерін жасауға жаңа мүмкіндіктер ашады.

Төмен қышқыл түзуші пробиотикалық бактерияларды қолдана отырып, жұмсақ технологияны пайдалану ешкі сүтінің биохимиялық ерекшеліктерімен байланысты. Ешкі сүтінде казеин, әсіресе αs1-казеин мөлшері аз, бұл оның қышқылға төзімділігінің төмен болуына және коагуляциясының жұмсақ жүруіне әсер етеді.

Отандық пробиотикалық штаммдарды қолдана отырып, ешкі сүтінен сүзбе өндірудің жұмсақ технологиясын жасау өнімнің сапасына, қауіпсіздігіне және тағамдық құндылығына қойылатын өзекті талаптарға жауап береді, сүт өнімдерінің ассортиментін кеңейтуге және отандық өнімнің бәсекеге қабілеттілігін арттыруға ықпал етеді. Сонымен қатар, бұл технологияны іске асыру Қазақстанда мал шаруашылығының перспективалы бағыты ретінде сүтті ешкі шаруашылығын дамытуды ынталандыру үшін практикалық маңызы бар.

Зерттеу жұмысының мақсаты: Төмен қышқыл түзетін пробиотикалық ашытқыларды қолдана отырып, ешкі сүтінен сүзбе өндіру технологиясын оңтайландыру.

Мақсатқа жету үшін қойылған **зерттеу жұмысының негізгі міндеттері:**

1.Тұтқыр-құйылмалы ашытылған сүт өнімін (сүзбе) өндіру үшін шикізат ретінде іріктелген ешкі сүтінің физика-химиялық және технологиялық қасиеттеріне зерттеу жүргізу.

2. Қазіргі заманғы микробиологиялық және молекулалық-генетикалық әдістерді қолдана отырып, дәстүрлі ашытылған сүт өнімдерінен сүт қышқылы бактерияларының (СҚБ) таза өсінділерін оқшаулау және идентификациялау.

3. Таңдалған сүт қышқылы бактерияларының штаммдарының биохимиялық, технологиялық және пробиотикалық қасиеттерін, соның ішінде олардың микробқа қарсы белсенділігін, жасуша бетінің гидрофобтылығын, аутоагрегация және коагрегация қабілетін, биофильмдердің түзілуін, өт тұздарына төзімділігі мен антибиотиктерге төзімділігін бағалауды зерттеу.

4. Дәстүрлі технология бойынша сиыр мен ешкі сүтінен сүзбе сынамаларын алу, олардың органолептикалық және физика-химиялық сипаттамаларына салыстырмалы түрде талдау жүргізу.

5. Ешкі сүтінің ерекшеліктеріне бейімделген отандық төмен қышқыл түзетін пробиотикалық штаммдардың композицияларын әзірлеу.

6. Төмен қышқыл түзетін өсінділерді қолдана отырып, пробиотикалық сүзбе өндірудің технологиялық процесін оңтайландыру және әзірленген ашытқылар негізінде ешкі сүтінен пробиотикалық сүзбе алу.

7. Ешкі сүтіне негізделіп алынған пробиотикалық сүзбенің физика-химиялық және микробиологиялық көрсеткіштерін зерттеу және бағалау.

Зерттеу нысандары: ешкі және сиыр сүті, ешкі және сиыр сүтінен жасалған сүзбе, сүт қышқылы бактерияларының төмен қышқыл түзетін пробиотикалық штамдары (*Lacticaseibacillus paracasei, Bifidobacterium crudilactis, Lactococcus lactis*), тұтқыр-құйылмалы ашытылған сүт өнімі — ешкі сүті негізінде жұмсақ технологиямен әзірленген сүзбе, сондай-ақ бактериялық сынақ дақылдары: *Bacillus Cereus, Staphylococcus aureus, Escherichia coli, Pseudomonas aeruginosa.*

Зерттеу нәтижелерінің ғылыми жаңалығы.

Шығыс Қазақстан облысынан жиналған ешкі сүтінен және сүзбеден алғаш рет айқын пробиотикалық және технологиялық қасиеттерге ие бес автохтонды сүт қышқылды бактерияларының штаммдары бөлініп, сипатталды. Олардың молекулалық-генетикалық сәйкестендіруі 16S рРНҚ генін секвенирлеу әдісімен жүргізілді. Алынған нуклеотидтік тізбектер Ұлттық биотехнологиялық ақпарат орталығының (NCBI, АҚШ) GenBank халықаралық деректер базасына келесі нөмірлермен тіркелді: PX376708 (EF71346868), PX376985 (EF71346863), PX376986 (EF71346869), PX376954 (EF71346862), PX377005 (EF71346864). GenBank-те тіркелу Қазақстан Республикасы халқының микрофлорасына бейімделген штаммдардың түпнұсқалығын және олардың пробиотиктер ретіндегі әлеуетін дәлелдейді.

Автохтонды штамдар негізінде алынған төмен қышқылды пробиотикалық ашытқыларды олардың негізгі метаболикалық сипаттамаларын ескере отырып, ешкі сүтінің 51-79°Т қышқылдықта қойыртпақ түзе отырып жұмсақ сүт қышқылды ашытуы үшін қолдану мүмкіндігі ғылыми негізделді.

Lactobacillus paracasei, Lactococcus lactis және *Bifidobacterium spp*. штаммдарының үш пробиотикалық консорциумы әзірленді және сыналды. Олар Қазақстан Республикасы халқының микробиотасына бейімделген, тұрақты ашыту процесін, пробиотикалық жасушалардың жоғары тіршілік қабілеттілігін ($2{,}9\times10^{8}$ КТБ/г дейін) және дайын өнімнің органолептикалық қасиеттерінің жақсаруын қамтамасыз етеді және биоүйлесімділігі жоғары.

Дәстүрлі технология бойынша өндірілген ешкі мен сиыр сүтінің сүзбесін салыстырмалы зерттеу жүргізілді. Ешкі сүзбесі ақуыздың салыстырмалы құрамымен (14,38–14,6 %) майдың (21,09% дейін) арқасында жоғары калориялы (213,02–258,73 ккал/100 г), минералдардың жоғарылауымен сипатталады: фосфор - 0,214 мг / 100 г дейін, кальций-0,169 мг/100 г дейін, сондай-ақ суда еритін витаминдер. Алынған көрсеткіштер ешкі сүзбесінің жоғары биологиялық құндылығын көрсетеді және оның функционалды және диеталық тамақтану перспективасын негіздейді.

Отандық төмен қышқыл өндіретін штаммдардың пробиотикалық консорциумдары мен жұмсақ режимді қолдана отырып, ешкі сүтінен жасалған вископластикалық сүзбе өндіру технологиясы оңтайландырылды. Нәтижесінде өнімнің қышқылдығы төмендейді (дәстүрлі сүзбедегі 156 °Т-ге қарсы 51-79°Т), майлылық (21,1% дейін) және ылғалдылық (66,2% дейін) жоғарылайды. Әзірленген сүзбе жұмсақ консистенцияға, жағымды ерекше дәмге, жоғары энергетикалық және биологиялық құндылыққа (213-259 ккал/100 г), өмір сүру деңгейі ($2,9\times10^8$ КТБ/г дейін) ие және қауіпсіздік талаптарына сәйкес келеді.

Жұмыстың практикалық маңыздылығы.

Жүргізілген эксперименттік зерттеулер нәтижесінде Қазақстанның дәстүрлі өнімдерінен оқшауланған отандық төмен қышқылды өндіретін сүт қышқылы бактерияларының штамдарын қолдана отырып, ешкі сүтінен пробиотикалық сүзбе өндіру технологиясы әзірленді. Жұмыста пайдаланылған штамдар Қазақстан Республикасының Шығыс Қазақстан өңірінен іріктеп алынған ешкі сүті, ешкі және сиыр сүтінен жасалған сүзбе сияқты дәстүрлі ашытылған сүт өнімдерінен бөлінді. GenBank дерекқорында тіркелген 16s рРНҚ секвенирлеу арқылы анықталған пробиотикалық штамдар пробиотикалық препараттар мен функционалды өнімдерді өндіруде кейінгі қолдану үшін құнды болып табылады.

Зерттеу барысында функционалдық-технологиялық және пробиотикалық көрсеткіштері бойынша ең жақсы штаммдарды қамтитын оңтайландырылған ашыту құрамы қалыптасты: дәстүрлі аймақтық өнімдерден алынған *Lacticaseibacillus paracasei* (KAN EI 4, Gch 5.2.1), *Bifidobacterium crudilactis* (7-2, 7-6C), *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* (7-1M, 7-8M). Бұл композиция ешкі сүтінің қышқылға төзімділігі төмен және белгілі бір ақуыз құрылымы сияқты биохимиялық сипаттамаларын ескере отырып таңдалды, бұл ашыту процесін бейімдеуге және жұмсақ технологияны құруға мүмкіндік берді.

Ешкі сүтінен жасалған пробиотикалық сүзбе технологиясы жұмсақ сүт қышқылын ашытуды, тұтқыр-құйылмалы құрылымды қалыптастыруды, қышқылдықтың оңтайлы деңгейін қамтамасыз етеді. Дайын өнім айқын қышқылдықсыз жұмсақ, теңдестірілген дәмімен, жоғары пробиотикалық белсенділігімен ерекшеленеді. Технология әсіресе шикізаттың табиғи құндылығын сақтау және жұмсақ өңдеу әдістерін қолдану маңызды болып табылатын фермерлік және экологиялық бағдарланған өндіріс үшін өзекті болып табылады. Ұсынылған технология қайта өңдеу кәсіпорындарында да, шағын фермерлік шаруашылықтарда да сәтті жүзеге асырылуы мүмкін. Ол репродуктивтілігімен, технологиялық сенімділігімен ерекшеленеді және функционалды және дұрыс тамақтану саласындағы өзекті тенденцияларға сәйкес келеді.

Қорғауға ұсынылатын негізгі ережелер:

– *Lactobacillus paracasei, Lactococcus lactis* және *Bifidobacterium crudilactis* отандық төмен қышқыл өндіретін штаммдарын пайдалана отырып, ешкі сүтінен пробиотикалық сүзбе өндіру технологиясы ғылыми тұрғыда негізделді.

– *Lactobacillus paracasei Gch 5.2.1* және *Lactococcus lactis 7-8M* консорциумына негізделіп әзірленген технологияны қолдану тұтқыр пластикалық құрылымды және сүзбенің тұрақты органолептикалық қасиеттерін қалыптастыруға ықпал ететін бақыланатын жұмсақ ашытуды (79°Т дейін) қамтамасыз етеді.

– Ешкі сүтінен сүзбе өндірісінде қолданылатын сүт қышқылы бактерияларының автохтонды штамдары *in vitro*-зерттеу нәтижелерімен расталған жоғары

пробиотикалық белсенділікке ие (жоғары ферментативті және микробқа қарсы белсенділік, айқын адгезия қабілеті және стресс факторларына төзімділік).

–

Зерттеудің негізгі нәтижелері мен қорытындылары:

1. Қазақстанның әртүрлі өңірлерінен жеткізілген ешкі сүтінің органолептикалық және физика-химиялық көрсеткіштерін талдау Шығыс Қазақстан облысының Самар ауылынан алынған сүт тұтқыр пластикті сүзбе өндіру үшін майлылығының жоғарылығымен, ақуыздың теңгерімді құрамымен, оңтайлы консистенциясымен және жағымды дәмімен сипатталып, ең сапалы деп танылды.

2. Шығыс Қазақстан облысының ешкі сүті мен сүзбесінен 23 изолят бөлініп, әлеуетті пробиотикалық қасиеттері бар сүт қышқылы бактериялары штаммдарының 5 таза штамдары анықталды. 16S секвенирлеу әдісі MALDI-TOF MS және API 50 CHL әдістеріне қарағанда үлкен дәлдікті қамтамасыз етті және штаммдардың *Lacticaseibacillus paracasei* және *Lactiplantibacillus plantarum* түрлеріне жататынын растады.

3. Ешкі сүтінен оқшауланған лактобактериялардың автохтонды штамдары жоғары ферментативті белсенділікті, технологиялық тұрақтылықты және айқын пробиотикалық қасиеттерді, соның ішінде pH 3,8–4,6 дейін төмендеуі, 10^9 КТБ/мл дейін өсуі, патогенді микробқа қарсы белсенділік, жоғары гидрофобтылық және аутоагрегация, коагрегация және биофильмдерді қалыптастыру мүмкіндігін көрсетті. Алынған нәтижелер оларды пробиотикалық сүзбе өндіру технологиясында қолданудың орындылығын растайды.

4. Дәстүрлі технология бойынша ешкі мен сиыр сүтіне негізделген сүзбе жасалды. Ешкі сүзбесінің сиыр сүзбесіне қарағанда бірқатар артықшылықтары бар. Ақуыздың мөлшері ұқсас (14,4-14,6%), ол нәзік консистенциямен және өзіне тән дәмімен ерекшеленеді. Ешкі сүзбесінің энергетикалық құндылығы 213-259 ккал/100 г құрайды. Өнімде минералды заттардың — фосфордың (0,214 мг/100 г), кальцийдің (0,169 мг/100 г), сондай-ақ суда еритін В және С дәрумендерінің (1,3 мг/100 г) жоғарылауы бар, бұл оның тағамдық құндылығын арттырады және функционалды және профилактикалық тамақтануда қолдануға мүмкіндік береді.

5. Дәстүрлі ашытылған сүт өнімдерінен оқшауланған жергілікті төмен қышқылды пробиотикалық штаммдарды қолдана отырып, үш биоүйлесімді ашыту консорциумы құрылды, бұл диеталық ашытылған сүт өнімінің жұмсақ құрылымы мен жоғары биологиялық құндылығын қамтамасыз етті.

6. Сүт қышқылы мен бифидобактериялардың қалыптасқан консорциумдарын қолдана отырып, ешкі сүтінен тұтқыр-құйылмалы құрылымды сүзбе өндіру технологиясы оңтайландырылды, бұл өнімнің қышқылдығын 51-79°Т дейін төмендетуге (дәстүрлі сүзбеде 156°Т орнына), майлылықты 16,3–21,1% дейін және ылғалдылықты 66,2% дейін арттыруға мүмкіндік берді. Функционалды қасиеттері бар алынған пробиотикалық сүзбе жұмсақ консистенциямен, таза ашытылған сүт дәмімен және 213-259 ккал/100 г энергетикалық құндылығымен ерекшеленді.

7. Ешкі сүтінен жасалған пробиотикалық сүзбенің микробиологиялық зерттеулері колиформды бактериялардың жоқтығын және 1,3–1,8×10^4КТБ/г шегінде жалпы микроб санын көрсетті. Сүт қышқылы мен бифидобактериялардың құрамы кемінде 10^7 КТБ/г құрады, бұл ТС 033/2013 техникалық регламент талаптарына сәйкес келеді және пробиотиктердің қауіпсіздігі мен жоғары өміршеңдігін растайды. Ең жақсы өнімділікті жоғары майлылық, төмен қышқылдық, 2,9×10^8 КТБ/г дейін пробиотиктер, жағымды дәм мен хош иіс, кальций мен фосфордың жоғары болуымен *L. paracasei Gch 5.2.1 + L. lactis* 7-8 М консорциумы негізінде әзірленген сүзбе көрсетті.

Диссертацияның қорғауға ұсынылатын ғылыми жұмыстың нәтижелерін әзірлеуге қосқан диссертанттың жеке үлесі.

Диссертант зерттеудің негізгі мақсаттары мен міндеттерін дербес түрде тұжырымдап, эксперименттік жұмыстың егжей-тегжейлі жоспарын әзірледі. Үлгілерді іріктеу, сондай-ақ пробиотикалық штаммдарды бөліп алу, идентификациялау және жан-

жақты сипаттау сияқты зерттеудің барлық зертханалық кезеңдері тікелей автордың өзі арқылы жүргізілді. Автор оқшауланған микроорганизмдердің технологиялық және пробиотикалық қасиеттеріне кешенді баға беріп, функционалдық ашытқы консорциумдарын және пробиотикалық сүзбе өндірудің инновациялық, жұмсақ технологиясын әзірледі.

Автор «Агроөнеркәсіптік кешенді тұрақты дамыту» басым бағыты шеңберінде 2025-2027 жылдары жүзеге асырылып жатқан ЖТН AP26101141 «Коллекциялық штамдарды селекциялау негізінде постбиотиктермен байытылған функционалдық мақсаттағы өнімдер өндіруге арналған ашытқыларды алу» тақырыбындағы гранттық жобаның жетекші ғылыми қызметкері болып табылады. Аталған диссертациялық жұмыс осы жобаның аясында жүргізіліп жатқан ғылыми зерттеулердің қисынды жалғасы және дамуы болып табылады.

Диссертациялық жұмысты апробациялау.

Диссертациялық зерттеудің негізгі ережелері мен нәтижелері келесі ғылыми іс-шараларда ұсынылды және талқыланды: «Биотехнология, ветеринария және медицина үшін заманауи сын-қатерлер» атты халықаралық ғылыми-практикалық конференциясы, Гвардейский, 2020 жыл; «Тұрақты даму мақсатында жаратылыстану-ғылыми білім беру және ғылым парадигмалары» атты халықаралық жастар форумы, Алматы, 2022 жыл; Микробиология халықаралық конференциясы: Микроорганизмдердің биологиясы және биотехнологиясы (ICMBB), 2021 жыл. Сонымен қатар, зерттеу нәтижелері ғылыми жарияланымдарда көрініс тауып, сүт өнеркәсібі кәсіпорындары мен ешкі сүтінен функционалдық өнімдер өндірумен айналысатын шаруа қожалықтарында енгізу үшін ұсынылды.

Докторантурада оқудың екінші жылында автор 2018 жылдың 6–26 маусымы аралығында Қытайдың Харбин қаласында өткен «Белдеу және жол елдері үшін ауыл шаруашылығы және мал өнімдерін өңдеу» атты халықаралық семинарға қатысып, диссертациялық зерттеудің өзекті аспектілерін ұсынды және талқылады.

Диссертациялық жұмыс бойынша әзірленген технология С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университетінің «Жануарлар және ветеринария туралы ғылым» институтында зертханалық сынақтан өтті. мен оң нәтижелер сынақ актісімен расталды.

Ғылыми жарияланымдар: диссертациялық жұмыс материалдары бойынша 14 ғылыми жарияланым жарияланды, оның ішінде: Scopus дерекқорына кіретін рейтингтік халықаралық журналдарда 2 мақала: *Journal of Agriculture and Food Research* (процентиль 93, Q1); *Studies in Systems, Decision and Control* (процентиль 60, Q3); 2 мақала Ғылым және жоғары білім саласындағы сапа қамтамасыз ету комитеті (ҒЖБСҚК) ұсынған журналдарда; 4 мақала халықаралық ғылыми конференциялар мен форумдар материалдарында; 1 мақала ғылыми-техникалық журналда жарияланған. Қосавторлықта 2 өнертабыстарға патент және 3 пайдалы модельге патент алынған.

Диссертациялық жұмыстың құрылымы мен көлемі.

Диссертация кіріспеден, төрт негізгі тараудан, қорытындыдан, пайдаланылған дереккөздер тізімінен және қосымшалардан тұрады. Бірінші тарауда зерттеу тақырыбы бойынша әдеби шолу берілген. Екінші тарауда зерттеу объектілері, материалдары мен әдістері сипатталған. Үшінші тарауда эксперименттік жұмыстың нәтижелері мен олардың талқылауы келтірілген. Қорытындыда тұжырымдар мен ұсыныстар тұжырымдалған. Диссертацияның жалпы көлемі компьютерлік қаріппен терілген 150 бетті құрайды. Жұмыста 38 кесте, 33 сурет қамтылған. Пайдаланылған әдебиеттер тізімі 204 атаудан тұрады.