

САРЫСУДАН ІРІМШІК ДАЙЫНДАУ КЕЗІНДЕ ҚОСУҒА АРНАЛҒАН БЕЛСЕНДІ СҮТ ҚЫШҚЫЛЫ БАКТЕРИЯЛАРЫН ОҚШАЛАУ ЖӘНЕ СКРИНИНГТЕУ

Тыныбаева И.К.^{1,2*}, Жакупова Г.Н.¹, Тултабаева Т.Ч.¹, Нуртаева А.Б.¹, Сагандық А.Т.¹, Бекбай С.К.¹, Сармурзина З.С.²

¹С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті, Нұр-сұлтан, Қазақстан, 010011

²ҚР ДСМ «Микроорганизмдердің республикалық коллекциясы», Нұр-сұлтан, Қазақстан, 010011

*indiara@mail.ru

ТҮЙІН

Ашыған сүт өнімдерін әзірлеу үшін қолданылатын ұйытқылар органолептикалық қасиеттері және тағамдық құндылығы, сақталуы тұрғысынан соңғы өнімнің сапасын қамтамасыз етуде шешуші рөл атқарады. Өнім сапасы штаммға өте тәуелді және метаболизм жолдарының болуы мен белсенділігіне қатысты штаммдар арасындағы айырмашылықтарға байланысты. Бәсекеге қабілетті бактериялық культураларды таңдау мен бактериялық ұйытқыларды әзірлеу микроорганизмдердің салалық коллекцияларын құру және қолдау үшін негіз болып табылады. Бактериялық стартерлік дақылдарды әзірлеу процесі көп уақытты қажет етеді және жұмыстың негізгі кезеңдерін қамтиды: әртүрлі көздерден микробтарды оқшаулау, оларды дамыту, өндірістік белсенді қасиеттері бар перспективалық штаммдарды таңдау және. Осылайша, дәстүрлі ірімшік (сырдың) құрамына айрықша сипаттамалары бар стартерлік штаммдар, негізі ретінде алынуы мүмкін. Ақмола облысынан алынған үйде дайындалған сүзбе, май, ірімшік және т.б. үлгілерден потенциалды пробиотиктерді бөліп алу, анықтау және сипаттау жүргізілді. Бұл зерттеуде бөлініп алынған микроорганизмдердің адамның патогендік микроорганизмдеріне қарсы антибактериялық белсенділігі мен антибиотикке сезімталдығы жоғары жаңа пробиотикалық бактерияларды таңдап алды. Зерттелген изоляттардың 4 штаммы дәлелденген антибиотиктерге және сынақ штаммдарына ерекше төзімділік көрсетті. MALDI-TOF MS биотиптеу бойынша идентификациялау нәтижесінде үйдегі ашытылған сүт өнімдерінен бөлінген СҚБ *Leuconostoc mesenteroides*, *Enterococcus faecium* 2 дана, *Lactobacillus paracasei* түрлеріне жататыны анықталды.

Түйінді сөздер: микроорганизмдер, сүт қышқылы бактериялары, ұйытқы культуралары, ірімшік.

КІРІСПЕ

Шамамен 1900 жылы Даниядағы Шторч, АҚШ-тағы Конн және Германиядағы Вейгманн сары май өндірісінде қолдану үшін кілегейді ашыту табиғи бактерияларға байланысты деген қорытындыға келді. Олар күн сайын жаңа ашытқы жасай отырып, май өндірісінде қолдану үшін жаңа піскен қаймаққа аз мөлшерде кілегей қосу арқылы ең алғаш ашытқы жүйесін іске қосқан. Көп ұзамай бұл жүйені ірімшік өндірушілер де қабылдады [1]. Ірімшік жоғары тағамдық құндылығымен, түпкілікті қолданудың жан-жақтылығымен және органолептикалық қасиеттерімен өте бағалы тағамдық өнім болып табылады. Бүкіл әлемде ірімшіктің көп түрі бар және шикізаттың ішкі сипаттамаларына байланысты немесе өндірісте қолданылатын технологияға байланысты түрлі параметрлерге негізделген көптеген жіктеулерге ұшырайды [2].

Біріктірілген биоөңдеу концепцияларын әзірлеу айналмалы экономика тұжырымдамасы шеңберінде ықтимал қалдықтар мен жанама өнімдердің барлық ағындарының құндылығын арттыру шоғырландырылған тәсілге бағытталған. Осы алғы шартқа сәйкес тұрақты процестерді қамтамасыз ету үшін бір ғана өнім емес, көптеген өнімдерді әзірлеу болып табылады. Сарысу ірімшік немесе казеин өндірісінің жанама өнімі болып табылады және оның жоғары өндіріс көлемі мен тағамдық құрамына байланысты сүт өнеркәсібінде біршама маңызды. Дүниежүзілік сарысу өндірісі жылына шамамен 180–190×10⁶ тоннаға бағаланады; осы мөлшердің 50 пайызы ғана өңделеді [9]. Әлемде өндірілетін ірімшік сарысуының (CW) шамамен 50%-ы әртүрлі азық-түлік және жем әзірлеу мақсатында өңделеді. Оның жартысына жуығы тікелей сұйық

күйде, 30%-ы ірімшік сарысуы ұнтағы, 15%-ы лактоза және оның жанама өнімдері, ал қалғаны ірімшік сарысуы протеин концентраттары ретінде пайдаланылады [10, 11].

Сүт сарысуы негізінен судан тұрады, сонымен бірге оның құрамында 50%-ға жуық сүттің құрғақ заттектері бар [6]. Құрғақ зат фракциясы лактозаның көп бөлігін (масса бойынша 66-77%), глобулярлық ақуыздардың көптеген түрлерінің 8-15% (масса бойынша) және минералды тұздардың 7-15% (масса бойынша) сақтайды [7, 8]. Сондықтан сарысуды тамақ және фармацевтика өнеркәсібінде бірнеше рет қолданылатын құнды қосалқы өнім деп санауға болады. Дәстүрлі және қолдан жасалған ірімшік өндірісі әдетте ерекше және типтік дәмдерге және/немесе текстураларға қол жеткізу үшін пайдаланылатын арнайы стартер культураларымен жүзеге асырылатын ферментация процестеріне негізделген [3].

Дәстүрлі процестердің ішінде ірімшік және сүт қышқылы ферменттері негізінен сүт қышқылы бактериялары (СҚБ) көмегімен ашытылатыны белгілі. Дәмі мен құрылымын қалыптастыру сияқты СҚБ кейбір қасиеттері өнімдердің кең түрлеріне қолданылуына байланысты тамақ және жем өнеркәсібі үшін ерекше маңызды [4].

Шикізат құрамындағы штаммдар өздерінің табиғи орталарында тіршілік ету қабілетін сақтау үшін басқа микроорганизмдердің бәсекелестігіне төтеп беруі қажет, ферменттелген тағамдарға қосылатын немесе ашытқы ретінде табиғи бактерияға қарсы ақуыздар болып табылатын бактериоциндер деп аталатын микробқа қарсы заттар бөледі. Коагуляция кезінде сүт ақуызы кешенінің өзгеруі белгілі бір температура жағдайында және сүттің физикалық көрінісін сұйық күйден желе тәрізді массаға өзгер-

тетін коагулянт әсерінен болады. Әртүрлі коагулянттар болады, мысалы, лимон шырыны, көкөніс майы немесе, әдетте, химозин (реннин) сияқты протеолитикалық фермент немесе - ірімшік өнеркәсібінің жоғары сұранысына байланысты - биотехнология арқылы алынған *Rhizomucor miehei* зеінің протеолитикалық ферменттері. Бұл ферменттер табиғаты бойынша қышқыл, яғни олар аздап қышқыл ортада оңтайлы белсенділікке ие. Сондықтан, бұл фазадағы СҚБ әрекеті өте маңызды, себебі, олар жеткілікті мөлшерде сүт қышқылын тез босату үшін, сүттің рН мәнін 6,7-ден 6,2-ге дейін (осылайша оңтайлы реннин белсенділігі үшін қолайлы орта жасайды), содан соң рН 4,5 дейін төмендету қажет. Өңдеу кезінде көптеген қажетсіз бактериялар үшін қолайсыз орта туады, сол себепті соңғы өнімнің қауіпсіздігі артады [12].

Ашыған сүт өнімдерін әзірлеу үшін қолданылатын ұйытқылар органолептикалық қасиеттері және тағамдық құндылығы, сақталуы тұрғысынан соңғы өнімнің сапасын қамтамасыз етуде шешуші рөл атқарады. Өнім сапасы штаммға өте тәуелді және метаболизм жолдарының болуы мен белсенділігіне қатысты штаммдар арасындағы айырмашылықтарға байланысты [13]. Бәсекеге қабілетті бактериялық культураларды таңдау мен бактериялық ұйытқыларды әзірлеу микроорганизмдердің салалық коллекцияларын құру және қолдау үшін негіз болып табылады. Бактериялық стартерлік дақылдарды әзірлеу процесі көп уақытты қажет етеді және жұмыстың негізгі кезеңдерін қамтиды: әртүрлі көздерден микробтарды оқшаулау, оларды дамыту, өндірістік белсенді қасиеттері бар перспективалық штаммдарды таңдау және кейіннен бактериялық ұйытқы консорциумы құрамына таза культураларды іріктеу [5]. Осылайша, дәстүрлі ірімшік (сырдың) СҚБ-к құрамына айрықша сипаттамалары бар стартерлік штаммдардың негізі ретінде алынуы мүмкін.

Өнеркәсіпте ірімшік (сыр) әзірлеуде пайдаланылатын ұйытқы үш негізгі критерийіне сәйкес болуы қажет: ірімшік жасау жағдайында қышқылданудың қайталанатын жылдамдығы, өндірілген ірімшіктің болжамды сипаттамалары және патогендердің немесе зақымдайтын микроорганизмдердің болмауы. Майдагерлік ұйытқы препараттары табиғаты бойынша анықталмаған және өзгермелі, жоғары микробиологиялық қауіп тудырады, сол себепті мамандандырылған зертханаларда тексерілген культураларды пайдаланған жөн. Барлық ірімшік ұйытқыларының негізгі функциясы - қышқылдандыру (лактозаны сүт қышқылы бактериялары арқылы сүт қышқылына айналдыру). Дегенмен, қышқылдың басқа қасиеттері де ірімшік сипаттамаларына маңызды әсер етеді. Мысалы, Эмменталдың басым сипаттамалары *Propionibacterium* штамдарының газ және пропион қышқылын өндіруіне байланысты. Гауда цитратты пайдаланатын (*Cit⁺*) *Leuconostoc* және *Cit⁺ Lc. lactis* көмегімен газ және диацетил өндірісіне сүйенеді. Моцарелла құрылымы мен созылуына бастапқы штаммдардың протеолитикалық белсенділігінің деңгейі әсер етеді. Протеолиз және аминқышқылдарының алмасуы чеддердің күрделі дәмінің алғышарттары болып табылады. Кез келген ірімшік үшін ұйытқы (кез келген қосылған «қосымша» екіншілік культуралармен немесе қосымша ашытылмаған бактериялармен біріктірілген) сол ірімшікке тән биохимиялық өзгерістерді жүзеге асыру

үшін дұрыс микробиологиялық компоненттерге ие болуы қажет. Дәстүрлі культуралар (майдагерлік жолмен алынған өндірістік анықталмаған аралас ұйытқыларды қоса) әдетте микробтардың көп түрлерінің бірнеше штамдарын, кейде ашытқылар мен зеңдерді, сондай-ақ бактерияларды қамтиды. Барлығы соңғы өнімнің күрделілігіне (және өзгергіштігіне) биохимиялық ықпал етеді. Құрамында белгілі бір штаммдардың тек бір немесе екі негізгі түрі (дәстүрлі өнімнің басты түрлері) бар ұйытқы қолдана отырып жайындалған ірімшіктер әдетте «таза» дәм мен хош иіске ие болады, яғни оларда дәм ақауларының болуы ықтималдығы аз, бірақ кейбір тұтынушыларға дәмсіз болып байқалуы мүмкін. пайдаланушылар. Бұл культуралар аз мөлшерде ұйытқыға немесе сауытқағы сүтке бөлек қосылады, нәтижесінде дәмі жақсартады және осы хош иістің табиғатына көбірек бақылау жасалады [14].

Ірімшік жасау процесстері негізгі ортақ қағидалардан тұрады. Дегенмен, процестің барлық кезеңдерінде жиі бір зауытта әртүрлі сорттарды өндіруге алып келетін көптеген вариациялар бар. Ірімшік сүт протеинін, казеинді коагуляциялау арқылы дайындалады, осылайша сүттің қатты бөліктері мен майлары сүзбе матрицасында ұсталады. Казеин коагуляциясын катализдейтін ұйытқы бактериялары мен мэйек ферментін сүтпен араластырады. Содан соң сүзбе текшелерге кесіледі және сүзбеде мүмкіндігінше көп ақуыз жиналуы үшін қоспаны баяу араластырады. Ірімшік шығымы шамамен 10% құрайды, ал қалған 90% «сарысуы» деп аталатын сұйық жанама өнімнен келеді. Сұйық сарысуды сүзбеден бөліп алып, ағызады. Сүзбені ірімшік сияқты тұздап, сығып, кептіріп, буып-түйеді [15].

Негізінен ірімшік сарысуын бағалы өнімдерге айналдырудың микробқа негізделген процестері қайта өңдеудің әлеуетті жолы болып табылады. Ашыту процестері органикалық жүктемені (лактоза құрамы) айтарлықтай азайтады, бұл ірімшік сарысуын үнемді және мүмкін балама пайдалануға мүмкіндік береді, осылайша қоршаған ортаға әсерді азайтады. Зерттеудің мақсаты сарысудан ірімшік әзірлеуге арналған Ақмола облысының үйде дайындалған сүзбе, май, ірімшік және т.б. үлгілерінен әлеуетті пробиотиктерді бөліп алу, анықтау және сипаттау болды.

ЖАДЫҒАТТАР МЕН ӘДІСТЕР

Бактерияларды оқшаулау нысаны ретінде күзгі мерзімде Ақмола облысынан жиналған, үйде дайындалған сүт қышқылды өнімдер (сүзбе, май, ірімшік) қызмет етті.

Жұмыста дәстүрлі микробиологиялық әдістер қолданылды. Сүт қышқылды бактерияларды іріктеу морфологиялық және культуралды қасиеттерін, сонымен қатар технологиялық құнды қасиеттерін анықтау арқылы жүргізілді. Сүт қышқылды бактерияларының таза культурасын алу үшін жинақталған культураның он есе сұйылтулары стерильді тұзды ерітіндіде дайындалады, содан соң 100 мкл осы дақылдың сәйкес сұйылтуы (10^{-1} немесе 10^{-6}) тығыз қоректік орта МРС ағары (Manoza-Rogosa-Sharp, HiMediaLaboratoriesPvt.Ltd. өндірген) бетіне шпатель көмегімен егіледі. Барлық культуралар термостатта 37 °С температурада 48 сағат бойы инкубацияланды. Өскен микроорганизмдердің тиесілілігі микроскоп көмегімен Грам әдісімен бояу негізінде анықталды: жасуша морфологи-

жасы, споралардың болмауы немесе болуы [21].

Зерттелетін культуралардың орагнолептикалық қасиеттерін анықтау үшін штаммдар майсызданған (сүтті қайнатып, бетіндегі кілегейді алып тастау қажет – 3 мәрте) сүтте 37 °С температурада 24 сағат бойы инкубацияланды. 24 сағат өткен соң өсіп шыққан культуралардың иісі, дәмі, түсі, консистенциясы анықталды.

Антибиотиктерге төзімділік диск-диффузия әдісімен зерттелді. Диск орныққан табақшаларды 37 °С температурада 24 сағат бойы МРС агар қоректік ортасында инкубацияланды. Нәтижелер микробтардың өсуін тежеу аймақтарының диаметрімен бағаланды [18].

Қолданылған антибиотиктер. Канамицин - ішек инфекцияларын емдеуде қолданылатын препарат. Канамицин кең спектрлі әсер ететін аминогликозидтер тобының антибиотиктеріне жатады. Ол грам-позитивті және грам-теріс микроорганизмдердің көпшілігіне бактерицидтік әсер етеді [26].

Ампициллин - ампициллин тригидраттың микробқа қарсы белсенділігінің кең спектрі бар. Грам-позитивті және бірқатар грам-теріс микроорганизмдерге қарсы белсенді.

Амоксициллин - аминобензил пенициллин, бактериялық жасуша қабырғасының синтезін тежеу арқылы бактерицидтік әсері бар жартылай синтетикалық кең спектрлі антибиотик.

Тетрациклин - тетрациклин тобындағы бактериостатикалық антибиотик. Трансферттік РНҚ мен рибосома арасындағы кешен түзілуін бұзады, бұл ақуыз синтезінің басылуына әкеледі. Грам-позитивті, грам-теріс микроорганизмдерге қарсы белсенді.

Гентамицин – аминогликозидтер тобының кең спектрлі бактерицидті антибиотигі. Ол рибосомалардың 30S суббірлігімен байланысады және ақуыз синтезін бұзады, тасымалдау және хабаршы РНҚ кешенінің түзілуіне кедергі жасайды, бұл кезде генетикалық кодты кәте оқу және жұмыс істемейтін белоктардың түзілуі орын алады. Жоғары концентрацияда ол цитоплазмалық мембрананың тосқауылдық қызметін бұзады және микроорганизмдердің жойылуына алып келеді.

Стрептомицин - аминогликозидтер тобының кең спектрлі антибиотигі. Ол *Streptomyces globisporus* сәулелі саңырауқұлақтарының немесе *Streptomyces spp* басқа түрлерінің тіршілік әрекеті кезінде түзіледі. Төмен концентрацияларда ол бактериостатикалық әсер етеді: микроб жасушасының ішіне еніп, бактериялық рибосоманың 30S суббірлігіндегі спецификалық рецепторлық ақуыздармен байланысады, «хабаршы РНҚ + рибосоманың 30S суббірлігі» бастамашы кешенінің түзілуін бұзады, яғни полирибосомалардың ыдырауына әкеледі [27].

Пробиотикалық культуралардың жоғарыда сипатталған антибиотиктерге деген төзімділігі маңызды.

Антагонистік белсенділікті зерттеу үшін біз агар шұңқырша диффузиясы әдісін қолдандық; 60–80 мкл культура тиісті сынақ қоздырғыштары (*Salmonella typhimurium*, *Shigella flexneri* және *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*) алдын ала егілген МРС агар тығыз қоректік ортасы диаметрі 7 мм шұңқыршаға орналастырылды. 37°С температурада 18 сағат инкубациядан кейін өсуді тежеу

аймақтарының диаметрлері өлшенді. 20 мм-ден жоғары, 10-20 мм және 10 мм-ден аз тежелу аймақтары тиісінше күшті, орташа және әлсіз тежелу болып саналды. Сынақ екі рет, әрқайсысы үш данадан өткізілді [20]. Тест-штаммдардың культуралары «Микроорганизмдердің республикалық коллекциясы» РМК Биобанкінің өнеркәсіптік микроорганизмдер коллекциясынан алынды. *Salmonella typhimurium* - қозғалғыш, аэробты немесе факультативті анаэробты, спора түзбейтін грам теріс таяқша, ол ішек ауруын және кейбір күйіс қайыратын жануарлардың түсік түсіруін тудырады [28]. *Shigella flexneri* – адамдарда бактериялық дизентерия қоздыратын грам-теріс факультативті жасушаішілік қоздырғыш [29]. *Escherichia coli* (*E. coli*) - қалыпты ішек флорасының бөлігі болып табылатын грам теріс таяқша болып табылады, бірақ сонымен бірге адамдарда ішек және ішектен тыс ауруларды тудыруы мүмкін [30]. *Bacillus subtilis* - шөп таяқшасы ретінде белгілі, топырақта және күйіс қайыратын жануарлардың, адамдардың және теңіз губкаларының асқазан-ішек жолдарында кездесетін грам-оң каталаза-оң, спора түзуші бактерия [31].

Зерттеліп отырған пробиотикалық культуралардың патогендерді тежеу қасиетін анықтау барысында ішек ауруы қоздырғыштары ретінде жоғарыда сипатталған штаммдарды қолдандық. Тест-штаммдардың өсуін белсендендіру үшін етпептонды агар қоректік ортасында, 37 °С температурада 24-48 сағат бойы культивацияланды.

MALDI-TOF MS көмегімен бактерияларды анықтау. Таңдалған культуралар MALDI-TOF MS әдісі арқылы идентификацияланды. Бөлініп алынған микроорганизмдерді идентификациялау «Ұлттық биотехнология орталығы» ЖШС-де жүргізілді. Тығыз қоректік ортада ошауланған бактериялардың бірдей штаммының өскен колониялары өндірушінің нұсқауларына сәйкес MALDI (Bruker Daltonics, Бремен, Германия) ұсақталған болат нысанасына үш қайтара жағылады. Агары бар табақшаларынан бактерия штаммының 3 колониятүзуші бірлік (КТБ) 10 мкл тамшуыр ұшын пайдаланып алынды, нысанаға жағылды, бөлме температурасында кептірілді және 2 мкл матрицалық ерітіндісімен жабылды.

Массалық спектрлер MALDI-TOF MS анықтамалық профилдері бар BioTyper дерекқорымен жұмыс жасайтын BioTyper бағдарламалық құралының (3.0 нұсқасы; Bruker Daltonics) көмегімен өңделді. Бактериялық изолаттардан алынған тәжірибелік MALDI-TOF MS профилдері мен сілтеме BioTyper арасындағы салыстыру MALDI-TOF MS профилдерін логарифмге (бағалау) және түс кодына (жасыл, сары және қызыл) сәйкес көрсетеді. Қысқаша айтқанда, 2,3-тен (жасыл) жоғары BioTyper Log ұпайы (балл) түр деңгейінде өте жоғары сәйкестендіруді көрсетеді. 2,0 және 2,3 арасындағы Log (балл) тұқымдық деңгейде жоғары ықтимал сәйкестендіруді (жасыл) және түр деңгейінде ықтимал сәйкестендіруді көрсетеді. 1,7 және 2,0 (сары) арасындағы журнал (балл) тек ықтимал сәйкестендіруді ұсынады, ал 1,7 (қызыл) төмен балл белгісіз профиль мен дерекқордағы профилдердің ешқайсысы арасында айтарлықтай ұқсастық жоқтығын көрсетеді [23].

Зерттеу барысында алынған нәтижелерді өңдеу Microsoft Excel бағдарламасын қолданумен жүргізілді.

НӘТИЖЕЛЕР МЕН ТАЛҚЫЛАУЛАР

Зерттеу нәтижесінде 22 таза культуралар бөлініп алынды. Тығыз агар қоректік орталарында дөңгелек, жиктері тегіс жылтыр, диаметрі 1,5-3,0 мм және дөңес профилді, құрылымы біркелкі және консистенциясы жұмсақ, ашық сарығыш, түссіз ұсақ колониялар түзді. Сүт қышқылы бактериялары қозғалмайды, спора түзбейді, Грам бойынша оң боялады. Морфологиясы мен культуралды қасиеттері бойынша барлық оқшауланған бактериялар сүт қышқылының кокк және таяқшалы сүт қышқылды бактерияларына жақын. 22 оқшауланған СҚБ культуралары арасынан ең белсенді штамдар МРС агарында 24 сағат бойы өсіруден кейін таңдалды.

Таңдалған штамдардың органолептикалық көрсеткіштері, антибиотиктерге төзімділігі, микробқа қарсы белсенділігі сияқты технологиялық құнды қасиеттері зерттелді. Зерттеліп отырған штамдардың органолептикалық қасиеттері 1 кестеде көрсетілген.

Сүт қышқылы бактерияларының органолептикалық көрсеткіштері ұйытқы құрамындағы бактериялық культураларды таңдаудың маңызды критерийі болып табылады. Дегустиация нәтижелері бойынша оқшауланған штамдар ұйығыш және консистенция, таза қышқыл-сүт дәмін, сонымен қатар сарысудың түзілуін көрсетті.

Антибиотиктерге қарсы сүт қышқылы бактерия-

ларының сезімталдығы. Көптеген антибиотиктер сүт қышқылды ұйытқы микрофлорасының өсуін тежейді. Сүт қышқылы бактерияларының антибиотиктерге қарсы сезімталдығы әртүрлі болуы мүмкін. Сондықтан бактериялық ұйытқы культураларының құрамындағы таза культураларды таңдағанда олардың антибиотиктерге төзімділігін ескеру қажет. Антибиотиктер сүт қышқылы бактерияларының дамуына үлкен әсер етеді. Осыны ескере отырып, пробиотиктердің және олардың негізіндегі тағамдық өнімдердің құрамындағы микроорганизмдер культураларын таңдауда антибиотиктерге төзімділік сияқты қасиет маңызды рөл атқарады. Сүт қышқылы бактерияларының бірқатар антибиотиктерге хромосомалық төзімділігі бар, олар түрлер мен штамдарға байланысты өзгереді [19, 18].

Таңдалған штамдар канамицин, амоксициллин және ампициллин, тетрациклин, гентамицин, стрептомицин сияқты кең спекторлы антибиотиктерге төзімділіктері сыналды, резистенттілік аймағының өлшем бірлігі мм (2-кесте).

Зерттеу нәтижелері бойынша СҚБ культураларының 4 штаммы - T3, M1, L2, M2 барлық қолданылып отырған антибиотиктер әсеріне төзімді екені анықталды. T1 штаммы сол антибиотиктер әсеріне әлсіз төзімді. Басқа штамдардың антибиотиктерге қарсы белсенділік көрсетпейтіні анықталды (2 кесте).

1 кесте – Үлгілердің органолептикалық қасиеттері

Культуралар	Дәмі	Иісі	Түсі	Консистенциясы
T1	қышқылды тұзды	қышқылды тәтті	ақшыл	ұйынды төменгі жағында
T2	тұзды	қышқылды тәтті	сарғыш	ұйынды төменгі жағында
T3	қышқыл	қышқыл	сарғыш	ұйынды түтікше бойымен, сарысу түзеді
T4	қышқылды тәтті	қышқылды тәтті	сарғыш	ұйынды түтікше бойымен, сарысу түзеді
M1	қышқылды тұзды	тұщы	ақ	көп мөлшерде сарғыш түсті сарысу түзеді, ұйытылған
M2	қышқылды тұзды	қышқылды тәтті	сарғыш	аз мөлшерде сарғыш түсті сарысу түзеді, ұйытылған
M3	қышқылды тұзды	қышқыл	сарғыш	аз мөлшерде сарғыш түсті сарысу түзеді, ұйытылған
C2	тәтті	тұщы	ақ	ұйынды төменгі жағында
i 1	қышқылды тәтті	тұщы	ақ	ұйынды түтікше бойымен
L2	тұщы	қышқыл	ақ	ұйынды түтікше бойымен
S1	тұщы	тұщы	ақ	ұйынды төменгі жағында
S2	тұщы	тұщы	ақ	ұйынды төменгі жағында

2 кесте – СҚБ штамдарының антибиотиктерге төзімділік деңгейі

Штамдар	СҚБ штамдарының антибиотиктерге сезімталдығы					
	Km	Am	Ap	T	Gm	S
T1	4,2±0,5	3±0,5	2,5±1,0	4,2±0,5	2,5±0,5	0,9±1,0
T2	-	-	-	-	-	-
T3	0	2±1,0	0	2,4±1,0	2,1±1,0	0
T4	-	-	-	-	-	-
M1	0,7±0,5	1,2±0,5	0	2±0,5	2±0,5	2±0,5
M2	0	1,5±0,5	0	0	0	0

M3	-	-	-	-	-	-
C2	-	-	-	-	-	-
i 1	-	-	-	-	-	-
L2	1,2±1,0	2±0,5	1±1,0	1,2±1,0	2,5±1,0	1±1,0
S1	-	-	-	-	-	-
S2	-	-	-	-	-	-

Ескерту: Km-канамицин-30 мг/диск, Ap-ампициллин-25мг/диск, Am-амоксициллин-25мг/диск, T – тетрациклин, Gm-гентамицин, S-стрептомицин, «-»-антибиотикке сезімтал
p<0,001

Оқшауланған культуралардың антагонисттік белсенділігі. Микробқа қарсы белсенділік те тиімді және жаңа пробиотиктерді таңдаудағы маңызды факторлардың бірі болып табылады. Барлық СҚБ изоляттарының микробқа қарсы әрекеті органикалық қышқылдар (сүт, сірке, пропион, янтарь және т.б.), сутегі асқын тотығы, төмен молекулалы микробқа қарсы агенттер және бактерициндер сияқты бірқатар заттардың өндірісімен қамтамасыз етіледі. Олар адамдарда ішек патогендерінің кең ауқымының өсуін тежейтіні белгілі. Ішек микрофлорасының теңгерімсіздігінен туындаған ауруларға қарсы пайдалы әсерлерден басқа, бірнеше тәжірибелік бақылаулар пробиотикалық бактериялардың тоқ ішек ісіктерінің дамуына қарсы потенциалды қорғаныс әсері анықталған [22].

Оқшауланған СҚБ штаммдары модификацияланған агар шұңқыршасына диффузия әдісі көмегімен микробқа қарсы белсенділікке сыналды. Бұл үшін зерттеліп отырған культуралардың *Salmonella typhimurium*, *Shigella flexneri* және *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis* сынақ штаммдарына қатысты антагонисттік әрекетінің нәтижелері зерттелді. Культуралар индикаторлық микроорганизмдерге қарсы антагонисттік әсер көрсетті, бірақ антагонизм дәрежесі штаммдар арасында әр түрлі болды (3 кесте).

Нәтижелер СҚБ-ң таңдалып алынған белсенді культуралары сынақ штаммдарының өсуін 5-15 мм шегінде тежейтінін көрсетті, ал басқа штаммдар 20-30 мм аралығында сынақ қоздырғыштарының өсуін тежеуде ең белсенді болды. Жалпы алғанда, оқшауланған культуралардың біршамасы сынақ штаммдарына қарсы ең жақсы антагонисттік белсенділікті көрсетті.

3 кесте – таммдардың антагонисттік қасиеттері.

Штаммдар	Тест-штаммдар			
	<i>Salmonella typhimurium</i>	<i>Shigella flexneri</i>	<i>Salmonella enteritidis</i>	<i>Bacillus subtilis</i>
T1	15±1,0	12±0,5	12±1,0	15±1,0
T2	10±0,5	20±1,0	23±0,5	22±1,0
T3	25±0,5	29±05	30±1,0	30±05
T4	5±0,5	13±1,0	17±1,0	10±0,5
M1	20±1,0	22±1,0	24±1,0	25±0,5
M2	23±0,5	24±0,5	22±0,5	25±1,0
M3	10±1,0	24±1,0	20±0,5	15±0,5
C2	5±0,5	15±0,5	12±1,0	20±1,0
i 1	8±0,5	11±0,5	15±1,0	15±1,0
L2	22±0,5	23±1,0	25±1,0	30±1,0
S1	12±0,5	15±1,0	14±1,0	10±1,0
S2	14±1	13±1	12±1	14±1

Ескерту: p≤0,001

Сарысу негізіндегі ірімшіктерді өндіру мақсатында қолдану үшін үйде дайындалған сүт қышқылды өнімдерден оқшауланған сүт қышқылды бактериялардың белсенді 4 изоляты таңдалды. Перспективті жаңа штамдарға MALDI-TOF MS талдауы жүргізілді. Барлық изоляттардың профилдері белгілі сәйкестіктің анықтамалық штаммдарының MS профилдерін қамтитын дерекқормен салыстырылды. Сәйкестендіру нәтижесінде үйдегі ашытылған сүт өнімдерінен оқшауланған СҚБ 1,9 және 2,3 Log ұқсастығы (балл) бар екені анықталды (сәйкесінше сары, жасыл), бұл түр деңгейінде ықтимал сәйкестендіруді білдіреді: *Leuconostoc mesenteroides*, *Enterococcus faecium* 2 дана, *Lactobacillus paracasei*.

ҚОРЫТЫНДЫ

Ірімшік дайындауда стартерлік культураларды қосудың негізгі мақсаты – созылу кезеңінде оңтайлы рН және кальций құрамы үшін микроорганизмдер арқылы сүтті қышқылдандыруға қол жеткізу. Шетел ғалымдарының зерттеуінде моцарелла ірімшігін жасау үшін қолданылатын бастапқы дақылдар әдетте *Streptococcus thermophilus* және *Lactobacillus bulgaricus* немесе кейде *Lactobacillus helveticus* сияқты термофильді бактериялар екендігі анықталған, соңғысы негізінен галактозаны ашытудың ерекше қабілетіне байланысты қолданылады [24]. Луиза Манну және т.б. жұмысында ПТР негізіндегі таксономиялық идентификация *Lactobacillus delbrueckii*, *Lactobacillus helveticus* және *Streptococcus thermophilus* түрлеріне жататын термофильді сүт қышқылды бактериялары ірімшік құрамында басым екенін көрсетті. Сон-

дай-ақ ірімшіктерден *L. casei* тобындағы мезофильді факультативті гетероферментативті лактобациллалар және стартерлік сүт қышқылы бактерияларымен энтерококктар бөлінген [25].

Ферменттелген тағамдардың микробиологиясын ғылыми талдау культуралар тізіміне үнемі жаңа организмдердің қосылғанын, жаңа культуралар тәжірибеде өз жолын табатынын көрсетеді. Белгілі бір штаммдардың ерекше артықшылықтарын пайдалануға және жанама әсерді азайтуға олардың арнайы физиологиялық қасиеттері мен генетикалық фонын зерттеу өте маңызды.

Зерттеудің мақсаты Ақмола облысынан алынған, үйде дайындалған сүзбе, май, ірімшік және т.б. үлгілерден потенциалды пробиотиктерді бөліп алу, анықтау және сипаттау болды. Бұл зерттеуде бөлініп алынған микроорганизмдердің адамның патогендік микроорганизмдеріне қарсы антибактериялық белсенділігі және антибиотикке сезімталдығы жоғары жаңа пробиотикалық бактериялар болып саналатыны сипатталды. Культуралды-морфологиялық ерекшеліктеріне сүйене отырып (дөнес, кедір-бұдыр, тегіс, жылтыр, пішіні біркелкі емес) Грам әдісімен бояу нәтижесінде оқшауланған бактериялар таяқша тәрізді, дөңгелек пішінді, грам оң, спора түзбейтіні анық болды, бұл олардың СҚБ-на жататынын көрсетеді.

Алынған нәтижелерді талдау, жалпы алғанда, барлық зерттелген культураларда антибиотиктердің көпшілігіне төзімділік немесе орташа сезімталдық болғаны туралы қорытынды жасауға мүмкіндік береді. Олардың ішінде 4 штамм қолданылған антибиотиктерге және сынақ штаммдарына ерекше төзімділік көрсетті. MALDI-TOF MS биотиптеу бойынша идентификациялау нәтижесінде үйдегі ашытылған сүт өнімдерінен бөлінген СҚБ *Leuconostoc mesenteroides*, *Enterococcus faecium* 2 дана, *Lactobacillus paracasei* түрлеріне жататыны анықталды.

Алынған мәліметтерді сүт қышқылды бактериялардың зерттелген штаммдарының пробиотикалық қасиеттері адамның қабылдау кезінде асқазан-ішек жолдарында қызмет ете алады деп қарастыруға болады.

Одан әрі зерттеу жұмыстарында зерттелетін штаммдардың консорциумы құрылады, сонымен қатар оның технологиялық құнды қасиеттері зерттеледі.

Зерттеу нәтижелері бойынша морфологиялық және культуралды, технологиялық құнды көрсеткіштерін айқындайтын таңдалған перспективалы жаңа штаммдарға паспорттар жасалды. Бұл штаммдар «Микроорганизмдер республикалық коллекциясы» республикалық мемлекеттік кәсіпорнының өндірістік штаммдар Биобанкіне енгізілетін болады.

Қаржыландыру. Бұл жұмыс «Арнайы диеталық тағам өнімдерін өндіруде пайдалы микроорганизмдердің, ферменттердің, қоректік заттардың және басқа да жинақтардың жаңа штаммдарын қолдану технологиясын жасау» ғылыми-техникалық бағдарламасы, «Сарысудан жасалған эконом-класс сүт өнімдерінің (сарысу ірімшігі, сергітетін және сергітетін сусындар) ресурс үнемдейтін технологиясын әзірлеу» жобасы аясында жүзеге асырылды.

ӘДЕБИЕТ

1 Whitehead, W.E., Ayres, J.W., Sandine, W.E. A Review

of Starter Media for Cheese Making // Journal of Dairy Science. – 1993. – Vol. 76. - I. 8. - P. 2344-2353. doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(93)77572-4.

2 Fox, P.F., Guinee, T.P., Cogan, T.M., McSweeney, P.L. Principal families of cheese. In Fundamentals of Cheese Science // Springer: New York, USA. - 2016. - C. 3. - P. 27–69.

3 Gobbetti, M., Neviani, E., Fox, P. The Cheeses of Italy: Science and Technology // Cham:Springer International Publishing. - 2018. doi: 10.1007/978-3-319-89854-4

4 Marasco, R., Gazzillo, M., Campolattano, N., Sacco, M., Muscarello, L. Isolation and Identification of Lactic Acid Bacteria from Natural Whey Cultures of Buffalo and Cow Milk // Foods. – 2022. – Vol. 16. – I. 11. - № 2. – P. 233. doi: 10.3390/foods11020233. PMID: 35053966; PMCID: PMC8774387.

5 Орлова, Т. Н., Функ, И. А., Дорофеев, Р. В., Отт, Е. Ф., Шевченко, К. Е. Выделение и идентификация молочнокислых бактерий для ферментированных молочных продуктов // Ползуновский вестник. - 2019. - № 2. – С. 47. DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2019.02.009

6 Lievore, P., Simões, D.R.S., Silva, K.M., Drunkler, N.L., Barana, A.C., Nogueira, A., Demiate, I.M. Chemical characterisation and application of acid whey in fermented milk // J. Food Sci. Technol. – 2015. - № 52. - P. 2083–2092.

7 Fernández-Gutiérrez, D., Veillette, M., Giroir-Fendler, A., Ramirez, A.A., Faucheux, N., Heitz, M. Biovalorization of saccharides derived from industrial wastes such as whey: A review // Rev. Environ. Sci. BioTechnol. – 2017. - № 16. - P. 147–174.

8 Lappa, I.K., Papadaki, A., Kachrimanidou, V., Terpou, A., Koulougliotis, D., Eriotou, E., Kopsahelis, N.. Cheese Whey Processing: Integrated Biorefinery Concepts and Emerging Food // Applications Foods. – 2019. - № 8. - P. 347. doi:10.3390/foods8080347

9 Pires, AF. Marnotes, NG. Rubio, OD. Garcia AC. Pereira CD. Dairy By-Products: A Review on the Valorization of Whey and Second Cheese Whey // Foods. – 2021. – Vol. 12. – I. 10. - № 5. – P. 1067. doi: 10.3390/foods10051067. PMID: 34066033; PMCID: PMC8151190.

10 Zotta, T., Solieri, L., Iacumin, L. Valorization of cheese whey using microbial fermentations // Appl Microbiol Biotechnol. – 2020. - № 104. – P. 2749–2764. https://doi.org/10.1007/s00253-020-10408-2.

11 Chiara, M., Luca, M., Francesca, B. Valorisation of Cheese Whey, a By-Product from the Dairy Industry. Valorisation of Cheese Whey, a By-Product from the Dairy Industry. http://dx.doi.org/10.5772/53159

12 Marcelino, K.J. Lactic Acid Bacteria as Starter-Cultures for Cheese Processing // Past, Present and Future Developments, Lactic Acid Bacteria - R & D for Food, Health and Livestock Purposes, Marcelino Kongo, IntechOpen. – 2013. DOI: 10.5772/55937. Available from: https://www.intechopen.com/chapters/42344

13 Raphael, D. A., Rabin, G., Albert, K., Sulaiman O. Al-jaloud., Mulumbet W., Reza, T., Roberta C da Silva., Salam A. Ibrahim. Lactic Acid Bacteria: Food Safety and Human-Health Applications // Dairy. – 2020. - № 1. – P. 202–232.

doi:10.3390/dairy1030015.

14 Powell, I. B., Broome, M. C., Limsowtin, G. K. Y. Starter Cultures: General Aspects Elsevier Ltd. All rights reserved. – 2011. <https://coek.info/pdf-cheese-starter-cultures-general-aspects-.html>

15 Valta, K., Kosanovic, T., Malamis, D., Moustakas, K., Loizidou, M. Overview of water usage and wastewater management in the food and beverage industry // Desalination. Water. Treat. – 2015. – № 53. – P. 3335–3347. doi:10.1080/19443994.2014.934100

16 Bergey's manual of systematic bacteriology. The Firmicutes - Springer Science Business Media, LLC, 233 Spring Street, New York, NY 10013, USA. – 2009. - E. 2. - Vol. 3. – P.1422.

17 ТР ТС 033/2013. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности молока и молочной продукции» – Принят решением Совета Евразийской экономической комиссии от 9 октября 2013. – № 67. – С. 71.

18 Han, J., Chen, D., Li, Sh., Li, X., Zhou, Wen-Wen., Bolin, Zh., Jia, Y. Antibiotic susceptibility of potentially probiotic *Lactobacillus* strains // Italian Journal of Food Science. - 2015. - № 27. - P. 282-289. doi:10.14674/1120-1770/ijfs.v270.

19 Larsson, D.G.J., Flach, CF. Antibiotic resistance in the environment // Nat Rev Microbiol. – 2022. – № 20. – P. 257–269. <https://doi.org/10.1038/s41579-021-00649-x>.

20 Chidre, P., Revanasiddappa, K. C., Probiotic potential of *Lactobacilli* with antagonistic activity against pathogenic strains: An in vitro validation for the production of inhibitory substances // Biomedical Journal. – 2017. - Vol. 40. - I 5. – P. 270-283. <https://doi.org/10.1016/j.bj.2017.06.008>

21 Нетрусова, А.И. Практикум по микробиологии: учеб. пособие для студентов высших учебных заведений // под ред. М. Академия. - 2005. - С. 608

22 Murry, A.C., Hinton, A., Morrison H. Inhibition of growth of *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium* and *Clostridium perfringens* on chicken feed media by *Lactobacillus salivarius* and *Lactobacillus plantarum* // Int J Poult Sci. – 2004. - № 3. - P. 603e7.

23 Nacef, M., MALDI-TOF mass spectrometry for the identification of lactic acid bacteria isolated from a French cheese: The Maroilles // Int. J. Food Microbiol. – 2016. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2016.07.005>

24 Gwénolé, G., Pierre, S., Romain Jeantet. Processing of Mozzarella cheese wheys and stretchwaters: A preliminary review // Dairy Sci. Technol. – 2010. - № 90. P. 27–46. doi:10.1051/dst/2009045

25 Luisa, M., Giovanni, R., Roberta, C., Maria C Fozzi, Maria F Scintu. A preliminary study of lactic acid bacteria in whey starter culture and industrial Pecorino Sardo ewes' milk cheese: PCR-identification and evolution during ripening // International Dairy Journal. – 2002. - Vol. 12. - I. 1. – P. 17-26. doi.org/10.1016/S0958-6946(01)00163-7.

26 Китаевская, С. В. Резистентность пробиотических штаммов молочнокислых бактерий к антибиотикам // Вестник Казанского технологического университета. - 2012. - №21. URL: [https://cyberleninka.ru/article/n/resistentnost-probioticheskikh-shtammov-molochnokislykh-](https://cyberleninka.ru/article/n/resistentnost-probioticheskikh-shtammov-molochnokislykh-bakteriy-k-antibiotikam)

[bakteriy-k-antibiotikam.](https://cyberleninka.ru/article/n/resistentnost-probioticheskikh-shtammov-molochnokislykh-bakteriy-k-antibiotikam)

27 Интернет ресурс: <https://www.rlsnet.ru/>.

28 Chaudhuri, D., Roy, Chowdhury A., Biswas, B., Chakravorty D. *Salmonella Typhimurium* Infection Leads to Colonization of the Mouse Brain and Is Not Completely Cured With Antibiotics // Frontiers in Microbiology. - 2018. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.01632>.

29 Richardson, D., Devlin, J., Fitzpatrick, C. Sexually transmitted *Shigella flexneri* and *Shigella sonnei* in men who have sex with men Sexually Transmitted Infections. - 2021. - Vol. 97. – P. 244.

30 Mueller, M., Tainter, CR. *Escherichia coli* // Treasure Island (FL): StatPearls Publishing. -2022. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK564298/>.

31 Errington, J., Aart LTV. Microbe Profile: *Bacillus subtilis*: model organism for cellular development, and industrial workhorse // Microbiology. - 2020. - Vol. 166. – I. 5. – P. 425-427. doi: 10.1099/mic.0.000922.

REFERENCES

1 Whitehead, W.E., Ayres, J.W., Sandine, W.E. A Review of Starter Media for Cheese Making // Journal of Dairy Science. – 1993. – Vol. 76. - I. 8. - P. 2344-2353. doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(93)77572-4.

2 Fox, P.F., Guinee, T.P., Cogan, T.M., McSweeney, P.L. Principal families of cheese. In Fundamentals of Cheese Science // Springer: New York, USA. - 2016. - C. 3. - P. 27–69.

3 Gobbetti, M., Neviani, E., Fox, P. The Cheeses of Italy: Science and Technology // Cham: Springer International Publishing. - 2018. doi: 10.1007/978-3-319-89854-4

4 Marasco, R., Gazzillo, M., Campolattano, N., Sacco, M., Muscariello, L. Isolation and Identification of Lactic Acid Bacteria from Natural Whey Cultures of Buffalo and Cow Milk // Foods. – 2022. – Vol. 16. – I. 11. - № 2. – P. 233. doi: 10.3390/foods11020233. PMID: 35053966; PMCID: PMC8774387.

5 Orlova, T. N., Funk, I. A., Dorofeyev, R. V., Ott Ye. F, Shevchenko K. Ye. Vydeleniye i identifikatsiya molochnokislykh bakteriy dlya fermentirovannykh molochnykh produktov // Polzunovskiy vestnik. - 2019. - № 2. – С. 47. DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2019.02.009

6 Lievore, P., Simões, D.R.S., Silva, K.M., Drunkler N.L., Barana A.C., Nogueira A., Demiate I.M. Chemical characterisation and application of acid whey in fermented milk // J. Food Sci. Technol. – 2015. - № 52. P. 2083–2092.

7 Fernández-Gutiérrez, D., Veillette, M., Giroir-Fendler, A., Ramirez, A.A., Fauchoux, N., Heitz, M. Biovalorization of saccharides derived from industrial wastes such as whey: A review // Rev. Environ. Sci. BioTechnol. – 2017. - № 16. - P. 147–174.

8 Lappa, I.K., Papadaki, A., Kachrimanidou, V., Terpou, A., Koulougliotis, D., Eriotou, E., Kopsahelis, N.. Cheese Whey Processing: Integrated Biorefinery Concepts and Emerging Food // Applications Foods. – 2019. - № 8. - P. 347. doi:10.3390/foods8080347

9 Pires, AF., Marnotes, N.G., Rubio, O.D., Garcia, A.C.,

- Pereira, C.D. Dairy By-Products: A Review on the Valorization of Whey and Second Cheese Whey // *Foods*. – 2021. – Vol. 12. – I. 10. – № 5. – P. 1067. doi: 10.3390/foods10051067. PMID: 34066033; PMCID: PMC8151190.
- 10 Zotta, T., Solieri, L., Iacumin, L. Valorization of cheese whey using microbial fermentations // *Appl Microbiol Biotechnol.* – 2020. – № 104. – P. 2749–2764. <https://doi.org/10.1007/s00253-020-10408-2>.
- 11 Chiara, M., Luca, M., Francesca, B. Valorisation of Cheese Whey, a By-Product from the Dairy Industry. Valorisation of Cheese Whey, a By-Product from the Dairy Industry. <http://dx.doi.org/10.5772/53159>
- 12 Marcelino, K.J. Lactic Acid Bacteria as Starter-Cultures for Cheese Processing // *Past, Present and Future Developments, Lactic Acid Bacteria - R & D for Food, Health and Livestock Purposes*, Marcelino Kongo, IntechOpen. – 2013. DOI: 10.5772/55937. Available from: <https://www.intechopen.com/chapters/42344>
- 13 Raphael, D. A., Rabin, G., Albert, K., Sulaiman O. Aljaloud., Mulumebet W., Reza, T., Roberta C da Silva., Salam A. Ibrahim. Lactic Acid Bacteria: Food Safety and Human-Health Applications // *Dairy*. – 2020. – № 1. – P. 202–232. doi:10.3390/dairy1030015.
- 14 Powell, I. B., Broome, M. C., Limsowtin, G. K. Y. Starter Cultures: General Aspects Elsevier Ltd. All rights reserved. – 2011. <https://coek.info/pdf-cheese-starter-cultures-general-aspects-.html>
- 15 Valta, K., Kosanovic, T., Malamis, D., Moustakas, K., Loizidou, M. Overview of water usage and wastewater management in the food and beverage industry // *Desalination. Water. Treat.* – 2015. – № 53. – P. 3335–3347. doi:10.1080/19443994.2014.934100
- 16 Bergey's manual of systematic bacteriology. The Firmicutes - Springer Science Business Media, LLC, 233 Spring Street, New York, NY 10013, USA. – 2009. – E. 2. – Vol. 3. – P. 1422.
- 17 TR TS 033/2013. Tekhnicheskiiy reglament Tamozhenogo soyuza «O bezopasnosti moloka i molochnoy produkt-sii»– Prinyat resheniyem Soveta Yevraziyskoy ekonomicheskoy komissii ot 9 oktyabrya 2013. – № 67. – C. 71.
- 18 Han, J., Chen, D., Li, Sh., Li, X., Zhou, Wen-Wen., Bolin, Zh., Jia, Y. Antibiotic susceptibility of potentially probiotic *Lactobacillus strains* // *Italian Journal of Food Science*. – 2015. – № 27. – P. 282-289. doi:10.14674/1120-1770/ijfs.v270.
- 19 Larsson, D.G.J., Flach, C.F. Antibiotic resistance in the environment // *Nat Rev Microbiol.* – 2022. – № 20. – P. 257–269. <https://doi.org/10.1038/s41579-021-00649-x>.
- 20 Chidre, P., Revanasiddappa, K. C. Probiotic potential of Lactobacilli with antagonistic activity against pathogenic strains: An in vitro validation for the production of inhibitory substances // *Biomedical Journal*. – 2017. – Vol. 40. – I 5. – P. 270-283. <https://doi.org/10.1016/j.bj.2017.06.008>
- 21 Netrusova, A.I. Praktikum po mikrobiologii: ucheb. posobiye dlya studentov vysshikh uchebnykh zavedeniy // pod red.. M. Akademiya. – 2005. – C. 608
- 22 Murry, A.C., Hinton A., Morrison H. Inhibition of growth of *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium* and *Clostridium perfringens* on chicken feed media by *Lactobacillus salivarius* and *Lactobacillus plantarum* // *Int J Poultr Sci.* – 2004. – № 3. – P. 603e7.
- 23 Nacef, M., MALDI-TOF mass spectrometry for the identification of lactic acid bacteria isolated from a French cheese: The Maroilles // *Int. J. Food Microbiol.* – 2016. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2016.07.005>
- 24 Gwénolé, G., Pierre, S., Romain, J. Processing of Mozzarella cheese wheys and stretchwaters: A preliminary review // *Dairy Sci. Technol.* – 2010. – № 90. P. 27–46. doi: 10.1051/dst/2009045
- 25 Luisa, M., Giovanni, R., Roberta, C., Maria, C. F., Maria F Scintu. A preliminary study of lactic acid bacteria in whey starter culture and industrial Pecorino Sardo ewes' milk cheese: PCR-identification and evolution during ripening // *International Dairy Journal*. – 2002. – Vol. 12. – I. 1. – P. 17-26. doi.org/10.1016/S0958-6946(01)00163-7.
- 26 Kitayevskaya, S. V. Reziistentnost' probioticheskikh shtammov molochnokislykh bakteriy k antibiotikam // *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta*. – 2012. – №21. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/reziistentnost-probioticheskikh-shtammov-molochnokislyh-bakteriy-k-antibiotikam>.
- 27 Internet resurs: <https://www.rlsnet.ru/>.
- 28 Chaudhuri, D., Roy Chowdhury, A., Biswas, B., Chakravorty D. *Salmonella Typhimurium* Infection Leads to Colonization of the Mouse Brain and Is Not Completely Cured With Antibiotics // *Frontiers in Microbiology*. – 2018. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.01632>.
- 29 Richardson, D., Devlin, J., Fitzpatrick, C. Sexually transmitted *Shigella flexneri* and *Shigella sonnei* in men who have sex with men Sexually Transmitted Infections. – 2021. – Vol. 97. – P. 244.
- 30 Mueller, M., Tainter, C.R. *Escherichia Coli* // *Treasure Island (FL): StatPearls Publishing*. -2022. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK564298/>.
- 31 Errington, J., Aart LTV. Microbe Profile: *Bacillus subtilis*: model organism for cellular development, and industrial workhorse // *Microbiology*. – 2020. – Vol. 166. – I. 5. – P. 425-427. doi: 10.1099/mic.0.000922.

ВЫДЕЛЕНИЕ И СКРИНИНГ АКТИВНЫХ КУЛЬТУР МОЛОЧНОКИСЛЫХ БАКТЕРИЙ ДЛЯ ВКЛЮЧЕНИЯ В СОСТАВ ЗАКВАСКИ ПРИ ПРИГОТОВЛЕНИИ СЫРА ИЗ СЫВОРТКИ

Тыныбаева И.К.^{1,2*}, Жакупова Г.Н.¹, Тултабаева Т.Ч.¹, Нуртаева А.Б.¹, Сагандык А.Т.¹, Бекбай С.К.¹, Сармурзина З.С.²

¹Казахский агротехнический университет имени С.Сейфуллина, Нур-султан, Казахстан, 010011

²РГП на ПХВ «Республиканская коллекция микроорганизмов» МЗ РК, Нур-султан, Казахстан, 010011

**indiara@mail.ru*

АБСТРАКТ

Закваски, используемые для разработки кисломолочных продуктов, играют решающую роль в обеспечении качества конечного продукта с точки зрения органолептических свойств, пищевой ценности и хранения. Качество продукта зависит от штамма и обусловлено различиями между штаммами в наличии и активности метаболических путей. Отбор конкурентоспособных бактериальных культур и разработка бактериальных заквасок имеют основополагающее значение для создания и поддержания промышленных коллекций микроорганизмов. Процесс создания бактериальных заквасок занимает много времени и включает в себя основные этапы работы: выделение микробов из различных источников, их развитие, отбор перспективных штаммов с промышленно активными свойствами и последующее выделение чистых культур в составе консорциума бактериальных заквасок. Таким образом, традиционный сыр может быть использован в качестве основы для заквасочных штаммов с особыми характеристиками. Выделяли потенциальные пробиотики из образцов кисломолочных продуктов Акмолинской области - творог, масло, сыр и др. домашнего приготовления, идентифицировали и изучили технологически ценные свойства. В данном исследовании были отобраны новые пробиотические бактерии с высокой антибактериальной активностью в отношении патогенных для человека микроорганизмов и чувствительностью к антибиотикам. 4 штамма изучаемых изолятов показали наиболее высокую устойчивость к антибиотикам и тест-штаммам. В результате идентификации методом MALDI-TOF MS-биотипирования установлено, что выделенные из отечественных кисломолочных продуктов изоляты относятся к видам *Leuconostoc mesenteroides*, *Enterococcus faecium* 2 шт, *Lactobacillus paracasei*.

Ключевые слова: микроорганизмы, молочнокислые бактерии, закваски, сыр

ISOLATION AND SCREENING OF ACTIVE CULTURES OF LACTIC ACID BACTERIA FOR INCLUSION IN THE COMPOSITION OF THE STARTER IN THE PREPARATION OF CHEESE FROM WHEY

Tynybayeva I.K.^{1,2*}, Zhakupova G.N.¹, Tultabayeva T.Ch.¹, Nurtayeva A.B.¹, Sagandyk A.T.¹, Bekbay S.K.¹, Sarmurzina Z.S.²

¹S.Seifullin Kazakh Agrotechnical University, Nur-Sultan, Kazakhstan, 010011

²RSE «Republican collection of microorganisms» MH RK, Nur-sultan, Kazakhstan, 010011

**indiara@mail.ru*

ABSTRACT

The starter cultures used to develop fermented milk products play a critical role in ensuring the quality of the final product in terms of organoleptic properties, nutritional value, and storage. The quality of the product depends on the strain and is due to differences between strains in the presence and activity of metabolic pathways. The selection of competitive bacterial cultures and the development of bacterial starters are fundamental to establishing and maintaining industrial microorganism collections. The process of creating bacterial starters takes a lot of time and includes the main stages of work: the isolation of microbes from various sources, their development, the selection of promising strains with industrially active properties, and the subsequent isolation of pure cultures as part of a consortium of bacterial starters. Potential probiotics were isolated from samples of fermented milk products - cottage cheese, butter, etc. home-made in the Ak-mola region, then identified and characterized. In this study, new probiotic bacteria were selected with high antibacterial activity against pathogenic microorganisms for humans and sensitivity to antibiotics. 4 strains of the studied isolates showed resistance to antibiotics and test strains. As a result of identification by MALDI-TOF MS-biotyping, it was found that the isolates isolated from domestic fermented milk products belong to the species *Leuconostoc mesenteroides*, *Enterococcus faecium* 2 pcs, *Lactobacillus paracasei*.

Keywords: microorganisms, lactic acid bacteria, starter cultures, cheese