

MPHTI: 65.63.03

Г.Қ. БЕЙСЕМБЕКОВА^{1*}, Ш. ҚАНАЯТ², М.Х. НАРМУРАТОВА²¹Микробиология және вирусология ғылыми – зерттеу орталығы, Алматы, Қазақстан²Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, Алматы, Қазақстан

*e-mail: beisembekova.gaukhar@mail.ru

ТҮЙЕ СҮТІ МАЙЫНЫҢ МАЙ ҚЫШҚЫЛДЫҚ ҚҰРАМЫ МЕН ҚАСИЕТТЕРІ

doi:10.53729/MV-AS.2023.02.02

Түйін

Мақалада түйе сүті табиғи функционалды өнім ретінде сипатталады, оның химиялық құрамы, физикалық қасиеті басқа жануарлар сүтінен ерекшелейді. Сүт құрамында адам ағзасында синтезделмейтін маңызды полиқанықпаған май қышқылдарының, триацилглицеридтердің, диацилглицеридтердің, көптеген фосфолипидтердің биологиялық құндылығы және антиканцерогенді, антимикробтық, қабынуға қарсы және иммуносупрессивті қасиеттері расталды. Бүгінгі таңда инфекциялық аурулардың өршуі және антибиотиктерге қарсы микроорганизмдердің төзімділігінің артуына байланысты, май қышқылдарының антимикробтық белсенділігін ауруларды емдеуде және профилактикада қолдануда таптырмас өнім ретінде ұсынылады. Бұл жұмысты зерттеудің мақсаты – түйе сүтін емдік мақсатта қолдану мүмкіндіктері және май қышқылдық құрамының ерекшеліктері туралы әдебиет деректерін талдау.

Кілтгі сөздер: сүт майы, сүт май қышқылдары, антимикробтық белсенділік, түйе сүті.

Бүгінгі таңда сүт майының құрамдас бөліктері, дұрыс тамақтану және денсаулық арасындағы байланысты түсіну және өмір салтын жақсарту, аурудың алдын алу және әл-ауқатты жақсартудың негізгі тұжырымдамаларының бірі екені белгілі. Сіыр сүтінен басқа барлық сүт және сүт өнімдерін тұтынуы соңғы 50 жылда барлық елдерде 17% өскен [1]. Сүт адамдар мен жануарлар үшін ең маңызды тағамдардың бірі болып саналады және көмірсулар, белоктар, майлар, витаминдер және минералды заттар сияқты маңызды компоненттеріне байланысты толыққанды тамақтану ретінде әрекет етеді. Сүт құрамы көптеген факторларға тәуелді, мысалы, жануардың денсаулығы, әсіресе сүт безінің жағдайы, фотопериодтың жыл мезгілдеріне әсері, жануардың тамақтануы, генетикалық факторлар және сүт сақтау температурасы.

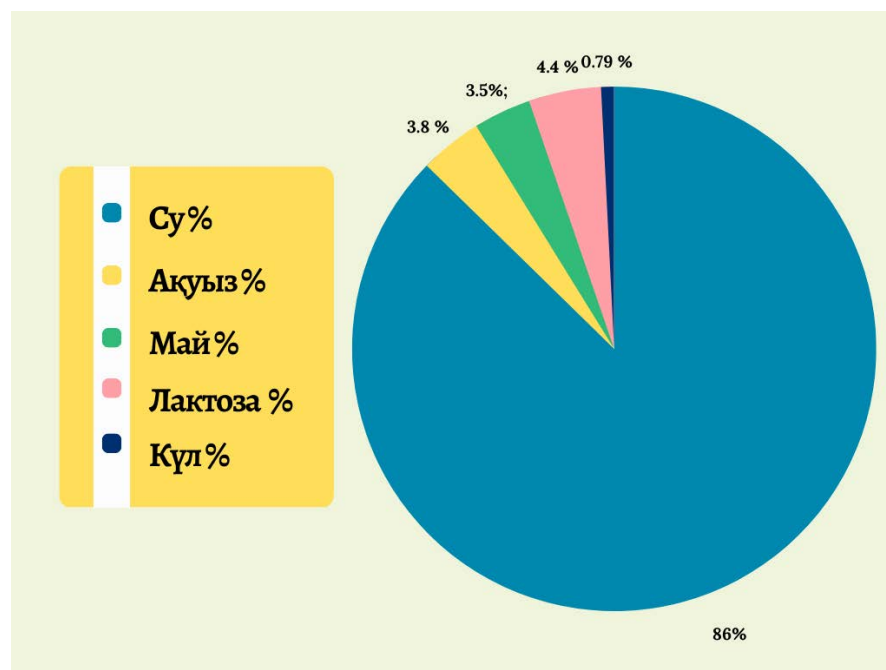
Сүт майының құрамында адам ағзасында синтезделмейтін маңызды полиқанықпаған май қышқылдары, қысқа тізбекті май қышқылдары, көптеген фосфолипидтер және майда еритін витаминдер бар. Мұның бәрі сүт майының бірегей биологиялық құндылығын анықтайды.

Сүтте табылған спецификалық емес секреторлық қорғаныс факторлары тек омыртқалы жануарларда кездесетін антиденелер сияқты адаптивті иммундық жүйеден филогенетикалық түрде бұрын пайда болған туа біткен қорғаныс жүйесінің бөлігі болып табылады. Бұл спецификалық емес қорғаныс факторларына липидтер, лактоферрин, лактопероксидаза, лизоцим және рецепторлық олигосахаридтер жатады. Мұндай спецификалық емес факторлар вирустардың, бактериялардың, қарапайымдылардың және басқа микроорганизмдердің жұқпалылығын инактивациялау немесе төмендетуі көрсетілген.

Түйе сүтінің май құрамы және сіыр сүті майы құрамынан ерекшелігі

Соңғы кездері түйе сүті емдік және тағамдық қасиеттеріне байланысты денсаулықты нығайтуда ерекше орын алып отыр. Түйе сүтінің майының адгезияға және бактерияға қарсы қасиеттері анықталған. Түйе сүті майы түйіршіктері ұсақ болғандықтан сіңімділігі жоғары. Құрамында холестерин мен қаныққан май қышқылдары мөлшері төмен, маңызды май қышқылдарының деңгейі сіыр сүтіне қарағанда жоғары.

Май - түйе сүтінің маңызды құрамдас бөлігі, оның ішінде табиғи майлардың күрделі қоспасы, яғни құрамында триглицеридтер, фосфолипидтер, холестерин және басқа элементтерден тұрады [2, 3]. Түйе сүтіндегі тағы бір тән липидті қасиеті полиқанықпағанның май қышқылдары, яғни альфа-линолен қышқылы, эйкозапентаен қышқылы және арахидон қышқылы [4, 5], сүтқоректілердің басқа түрлерінің сүтімен салыстырғанда, липидтермен байланысты жүрек-қан тамырлары аурулары қаупі бар адамдар үшін майдың ең жақсы көзі ретінде байқалған [6].



Сурет 1 – Түйе сүтінің химиялық құрамы [41]

Соңғы жылдары құрамында биологиялық белсенді компоненттері жоғары қаныққан аз және жоғары қанықпаған сүт өнімдерін дамытуға көп көңіл бөлінуде. Сонымен қатар, сүт майында кездесетін компоненттердің кең ауқымын анықтауда айтарлықтай прогреске қол жеткізілді. Осылайша, түйе сүтінің майы және оның адам денсаулығына әсері туралы көптеген зерттеулер жүргізілді. Түйе сүті мен адам денсаулығының арасында оң байланыс табылды, бұл түйе сүтінің майлы компоненттерін танудың және оған пайдалы тағам ретінде көзқарастың күрт өзгеруіне әкелді. Түйе сүтінің майы басқа сүтқоректілер сүтінің майларынан ерекшелігі, бұл оның адам ағзасында оңай қорытылуында.

Қаныққан май қышқылдары, түйе сүтінде сиыр сүтімен салыстырғанда моноқанықпаған май қышқылдары мен полиқанықпаған май қышқылдарының деңгейі жоғары. Ұзын тізбекті май қышқылдары және қаныққан май қышқылдары түйе сүтінде жиі кездеседі, бұл оларға липидтермен байланысты жүрек-қан тамырлары ауруларының жиілігін 35-50% төмендетуге ерекше мүмкіндік береді [7]. Түйе сүтіндегі май қышқылдары ана сүтімен салыстырғанда конъюгацияланған линол қышқылына бай. Линол қышқылы қандағы глюкозаны төмендетудегі артықшылықтары үшін танылды және остеопороздың алдын алады, май алмасуын жақсартады және иммундық жүйені белсендіреді [8, 9]. Сонымен қатар, бұл асқазан, тоқ ішек, сүт безі және тері қатерлі ісігінің пайда болуына және өршуіне жол бермейді. Сонымен қатар, линол қышқылының изомерлері семіздіктің алдын алуда маңызды рөл атқаратыны белгілі. Түйе сүтінің майы әдетте көптеген емдік қасиеттерге ие, себебі оның қант диабетіне, бактерияға, вирусқа, қабынуға, гипертензияға қарсы және гипоаллергенді қасиеттері анықталған.

Кесте 1- Әр түрлі сүттің салыстырмалы түрде химиялық құрамы [42]

Түрі	Су %	Ақуыз %	Май %	Күл %	Лактоза %
Түйе	86-88	3.0-3.9	2.9-5.4	0.6-0.9	3.3
Сыыр	85-87	3.2-3.8	3.7-4.4	0.7-0.8	4.8-4.9
Буфалло	82-84	3.3-3.6	7.0-11.5	0.8-0.9	4.5-5.0
Қой	79-82	5.6-6.7	6.9-8.6	0.9-0.1	4.3-4.2
Ешкі	87-88	2.9-3.7	4.0-4.5	0.8-0.9	3.6-4.2
Адам	88-89	1.1-1.3	3.3-4.7	0.2-0.3	6.8-7.0

Түйе сүті майының май қышқылдық құрамы

Түйе сүтінің майы 1,2–5,4%, жалпы түйе сүтінің 3,29% құрайды [10] және негізінен триацилглицериндерден, сондай-ақ холестерин мен фосфолипидтерден тұрады.

Сүт майының май қышқылдық құрамы күрделі және қанықтылық деңгейіне байланысты үш топқа жіктеледі.

Қаныққан май қышқылдары ең көп таралған май қышқылдары болып табылады және түйе сүтінде сыыр сүтімен салыстырғанда (46-66%) төмен пайызбен жалпы май қышқылдарының 78,33% құрайды [11]. Ең басым қаныққан май қышқылдары С16:0, одан кейін С18:0 және С14:0. Диеталық тұрғыдан алғанда, С18 қаныққан май қышқылдарының денсаулыққа бейтарап әсер ететіні анықталды, ал С14 және С16 қаныққан май қышқылдары зиянды деп саналады, өйткені олар адамдардағы сарысудағы төмен тығыздықтағы липопротеин холестеринінің жоғары концентрациясымен байланысты [12]. Қаныққан май қышқылдарын көп қабылдау денсаулыққа теріс әсер етеді, өйткені ол n-6 май қышқылдарының метаболизмін тежейді және полиқанықпаған майлардың тапшылығын тудырады [13]. Сонымен қатар, қаныққан май қышқылдарының көп тұтынылуы жүректің ишемиялық ауруы қаупінің жоғарылауымен байланысты [14]. Анықталған (С10-С14) қаныққан май қышқылдарының ішінде орташа тізбекті май қышқылдарының айтарлықтай концентрациясы бар. Бұл пайдалы аспект, өйткені орташа тізбекті май қышқылдары ұзақ тізбекті май қышқылдарына қарағанда оңай қорытылады және метаболизденеді [15]. Түйе - целлюлоза ашыту арқылы (С4-С8) май қышқылдарын түзе алатын күйіс қайыратын жануар. Алайда түйе сүтіндегі (С4-С8) қаныққан май қышқылдарының концентрациясы қой мен ешкі сияқты күйіс қайыратын жануарлардың басқа түрлерімен салыстырғанда төмен. Бұл төмен концентрацияның ықтимал түсіндірмесі не сүтке шығарылғанға дейін түйе тіндеріндегі жылдам метаболизммен байланысты болуы мүмкін [16], немесе түйелердің басқа қоректену әдеттері. Бұл түйе сүтіне кейбір ерекше тағамдық қасиеттер береді, өйткені (С4-С8) қаныққан май қышқылдарының мөлшері ана сүтіне жоғары дәрежеде ұксас.

Моноқанықпаған май қышқылдары түйе сүтінің майында кездесетін май қышқылдарының екінші түрі болып табылады, негізінен олеин қышқылымен (18:1 n-9) ұсынылған, ол май қышқылдарының жалпы құрамының 5,15-32,88% құрайды, одан кейін пальмитол қышқылы (16 :1). Түйе сүтінің майындағы бір қанықпаған май қышқылдарының мөлшері басқа сүтқоректілердің сүт майларына қарағанда біршама жоғары [17]. Түйе сүтіндегі моноқанықпаған май қышқылдарының жоғары деңгейі артқы ішекте ферментацияның баяулауымен немесе түйе сүтіндегі моноқанықпаған май қышқылдары мен полиқанықпаған май қышқылдарының биосинтезіне жауапты май қышқылдарының десатураза белсенділігінің жоғарылауымен түсіндіріледі [18].

Полиқанықпаған май қышқылдары түйе сүтіндегі жалпы май қышқылдарының 2,7–8,46% құрайды, бұл сыыр сүтінен жоғары (1,89%) [19], бірақ ана сүтінен (10–20%) әлі де аз. Күйіс қайыратын жануарларда бактериялық биогидрогенизацияға байланысты әдетте полиқанықпаған май қышқылдары аз болады. Айта кету керек, полиқанықпаған май қышқылдары жаңа туған нәрестелердің миының өсуіне, сондай-ақ тор қабығы мен танымдық функцияларына маңызды рөл атқарады. Полиқанықпаған май қышқылдарының ішінде линол қышқылы (С18:2 n-6) және α -линолен қышқылы сәйкесінше негізгі n-6

полиқанықпаған май қышқылдары және $n-3$ полиқанықпаған май қышқылдары болып табылады. Линолен қышқылы 0,17-3,31% аралығында, ал α -линолен қышқылы жалпы май қышқылдарының 0,05-2,16% аралығында болады. Түйе сүтіндегі май қышқылдарының пайызы ана сүтіне қарағанда 4-16 есе төмен [20], дегенмен түйе сүтіндегі линол қышқылының пайызы сиыр сүтіне қарағанда жоғары 1,12% [21].

Кесте 2- Түйе сүті майының май қышқылдық құрамы [43]

Май қышқылының түрлері	Мөлшері %
Линол	3,1558±0,4472
Линолен	0,9187±0,2139
Арахидон	0,0299±0,0127
Қанықпаған май қышқылдарының суммасы	61,7018±2,5735
Моноқанықпаған май қышқылдарының суммасы	32,9150±2,6181
Полиқанықпаған май қышқылдарының суммасы	5,1262±0,2700
Омега-3	0,6067±0,0072
Омега-6	4,5195±0,2637

α -линолен қышқылы сүттегі негізгі омега-3 май қышқылы болып табылады. Түйе сүтіндегі α -линолен қышқылының үлесі ана сүтіне қарағанда 1 есе және сиыр сүтіне қарағанда 10-13 есе жоғары екені анықталды [22, 23], бұл оның антиаритмиялық әсерімен, неврологиялық белсенділікке оң әсерімен (орталық жүйке жүйесінің зақымдануын азайту арқылы) және жүректің ишемиялық ауруынан қорғайтын әсерлерімен байланысты. Түйе сүтінің майында күйіс қайыратын жануарлардың биогидрленуі кезінде түзілетін бірнеше түрлі изомерлері бар конъюгацияланған линол қышқылы да бар [24]. Румен қышқылы және C12 түйе сүтінде кездесетін екі негізгі румен қышқылының изомерлері болып табылады, сәйкесінше жалпы май қышқылдарының $0,80 \pm 0,15$ және $0,06 \pm 0,02$ құрайды [25]. Ана сүтімен салыстырғанда түйе сүтіндегі майлар конъюгацияланған линол қышқылының құрамында жоғары болды. Конъюгацияланған линол қышқылының ісік жасушаларына цитотоксикалық әсері бар екені хабарланды [26], бұл оның адам денсаулығына пайдалы екенін көрсетеді.

Эйкозапентаен қышқылы, докозагексаен қышқылы және арахидон қышқылы шамалы мөлшерде байқалған полиқанықпаған май қышқылдарының қатарына жатады. Түйе сүтіндегі эйкозапентаен қышқылының, докозагексаен қышқылының және арахидон қышқылының пайызы ана сүтіне қарағанда (1%) төмен екендігі хабарланды. Керісінше, бір зерттеу түйе сүтінде емшек сүтінен (тиісінше 0,03 және 0,67 г/100 г) эйкозапентаен қышқылы және арахидон қышқылы (тиісінше 0,14 және 1,35 г/100 г) бар екені анықталды [27]. Дегенмен, бұл нәтижелерді түйе мен ана сүтіне қосымша зерттеулер жүргізу арқылы одан әрі растау қажет.

Сүттегі май қышқылдарының антибактериялық қасиеттері

Сүттегі май қышқылдарының антимиқробтық қасиеті жақсы белгілі және бұл қосылыстар бірнеше жасушалық мақсаттарға, соның ішінде жасуша мембранасы мен оның компоненттеріне әсер ету арқылы бактериялардың, саңырауқұлақтардың және басқа микробтардың өсуін болдырмайды немесе тікелей тіршілігін жоюға әсер етеді. Май қышқылдарының микробқа қарсы қасиеттері ондаған жылдар бойы зерттеліп келеді. және бұл қосылыстар адам мен жануарлардың туа біткен иммунитетінде, әсіресе шырышты қабаттар мен теріде микробтық қауымдастықтан қорғау үшін қызмет етеді [28-34]. Дегенмен, микроорганизмдерге қарсы жаңа қосылыстарды іздестіру және дамытудың тұрақты қажеттілігі қазіргі кезде микробтардың заманауи агенттерге, әсіресе адамның дәріге төзімді инфекцияларын емдеуге арналған эволюциясына байланысты кеңінен танылды.

Май қышқылдарының сүттің құрамында болуы микроорганизмге қарсы қасиеттеріне байланысты көптеген артықшылықтарға ие. Грам-оң және грам-теріс бактерияларға,

микобактерияларға, архейлерге, саңырауқұлақтарға және ашытқыларға, қабықшалы вирустарға, қарапайымдыларға және эукариоттық балдырларға қарсы антагонистік әсер етеді [35, 36]. Нәтижесінде май қышқылдары әртүрлі биотехнологиялық салаларда микроорганизмге қарсы агенттер болып табылады. Атап айтқанда, қаныққан май қышқылдары каприн қышқылы (C10:0) және лаурин қышқылы (C12:0) микробқа қарсы белсенділіктің ең кең спектрін көрсетеді [37]. Көптеген жағдайларда бос май қышқылдары микро- және миллимолярлық концентрацияларда микробқа қарсы белсенділігін көрсетеді [38].

Май қышқылдарының микробқа қарсы әсер ету механизмі ингибиторлық немесе цидтік болуы мүмкін және бұл көптеген факторларға, соның ішінде зерттелетін май қышқылына және оның концентрациясына, мақсатты микроорганизмге және оның физиологиялық күйіне және өзара әрекеттесуге байланысты әсер етеді [39].

Май қышқылдары антибиофильдік қасиеттерден басқа вирусқа қарсы биологиялық белсенділікті де көрсетеді. Солардың ішінде май қышқылдарының қабынуға қарсы қасиеттерін тері инфекциялары емдеу үшін қолданады. Бірнеше зерттеушілер май қышқылдарын жыныстық жолмен берілетін ауруларды емдеу және алдын алу үшін агенттер ретінде [40], сондай-ақ қызыл иектің ауруларының, тіс кариесінің және асқазан-ішек инфекцияларының алдын алу үшін қолданылған.

Қорытынды

Қорытындылай келе, сүт майының құрамында 500-ге жуық май қышқылдары бар деп есептелді және бүгінгі күнге дейін 150-ге жуығы анықталған. Сүт майының триацилглицериндері 400-ден астам түрлі май қышқылдарынан синтезделеді, бұл сүт майын барлық табиғи майлардың ішіндегі ең күрделісі етеді. Сүт май қышқылдары тек қоректік заттар ретінде ғана емес, сонымен қатар шырышты қабаттарда пайда болатын микробтық инфекциялардан қорғау жүйесін құрайтын микробқа қарсы агенттер ретінде де қызмет етеді. Сүттің липидті фракциясы сүт триглицеридтерін микробқа қарсы май қышқылдары мен моноглицеридтерге айналдыратын липолитикалық белсенділік нәтижесінде жаңа туған нәрестелердің асқазан-ішек жолында микробқа қарсы белсенділікті көрсетеді.

Соңғы жылдары құрамында биологиялық белсенді компоненттері жоғары қаныққан аз және жоғары қанықпаған сүт өнімдерін дамытуға көп көңіл бөлінуде. Сонымен қатар, сүт майында кездесетін компоненттердің кең ауқымын анықтауда айтарлықтай прогреске қол жеткізілді. Осылайша, түйе сүтінің майы және оның адам денсаулығына әсері туралы көптеген зерттеулер жүргізілді. Түйе сүті мен адам денсаулығының арасында оң байланыс табылды, бұл түйе сүтінің майлы компоненттерін танудың және оған пайдалы тағам ретінде көзқарастың күрт өзгеруіне әкелді. Түйе сүтінің майы басқа сүтқоректілер сүтінің майларынан ерекшелігі, оның адам ағзасында оңай қорытылуында болып табылады.

Әдебиеттер:

- 1 Khaledi M., Salami M., Moslehi M., Winterburn J., Moosavi-Movahedi A.A. *Biomolecular content of camel milk: A traditional superfood towards future healthcare industry. Trends Food Sci. Technol.* 2017; 62:49–58. (doi: 10.1016/j.tifs.2017.02.004)
- 2 Smiddy M.A., Huppertz T., van Ruth S.M. Triacylglycerol and melting profiles of milk fat from several species. *Int. Dairy J.* 2012; 24:64–69. (doi: 10.1016/j.idairyj.2011.07.001)
- 3 Haddad I., Mozzon M., Strabbioli R., Frega N.G. Stereospecific analysis of triacylglycerols in camel (*Camelus dromedarius*) milk fat. *Int. Dairy J.* 2010; 20:863–867. (doi: 10.1016/j.idairyj.2010.06.006)
- 4 Maqsood S., Al-Dowaila A., Mudgil P., Kamal H., Jobe B., Hassan H.M. Comparative characterization of protein and lipid fractions from camel and cow milk, their functionality, antioxidant and antihypertensive properties upon simulated gastro-intestinal digestion. *Food Chem.* 2018; 279:328–338. (doi: 10.1016/j.foodchem.2018.12.011)
- 5 Zou X., Huang J., Jin Q., Guo Z., Liu Y., Cheong L.-Z., Xu X., Wang X. Lipid Composition

- Analysis of Milk Fats from Different Mammalian Species: Potential for Use as Human Milk Fat Substitutes. *J. Agric. Food Chem.* 2013; 61:7070–7080. (doi: 10.1021/jf401452)
- 6 Nikkhah A. Science of Camel and Yak Milks: Human Nutrition and Health Perspectives. *Food Nutr. Sci.* 2011;2:667–673. (doi: 10.4236/fns.2011.26092)
- 7 Nikkhah A. Science of Camel and Yak Milks: Human Nutrition and Health Perspectives. *Food Nutr. Sci.* 2011;2:667–673. (doi: 10.4236/fns.2011.26092)
- 8 Dreiucker J., Vetter W. Fatty acids patterns in camel, moose, cow and human milk as determined with GC/MS after silver ion solid phase extraction. *Food Chem.* 2011;126:762–771. (doi: 10.1016/j.foodchem.2010.11.061)
- 9 Teng F., Wang P., Yang L., Ma Y., Day L. Quantification of Fatty Acids in Human, Cow, Buffalo, Goat, Yak, and Camel Milk Using an Improved One-Step GC-FID Method. *Food Anal. Methods.* 2017;10:2881–2891. (doi: 10.1007/s12161-017-0852-z)
- 10 Singh R., Mal G., Kumar D., Patil N.V., Pathak K.M.L. Camel Milk: An Important Natural Adjuvant. *Agric. Res.* 2017;6:327–340. (doi: 10.1007/s40003-017-0284-4)
- 11 Walter L., Shrestha P., Fry R., Leury B., Logan A. Lipid metabolic differences in cows producing small or large milk fat globules: Fatty acid origin and degree of saturation. *J. Dairy Sci.* 2020; 103:1920–1930. (doi: 10.3168/jds.2019-16775)
- 12 Singh R., Mal G., Kumar D., Patil N.V., Pathak K.M.L. Camel Milk: An Important Natural Adjuvant. *Agric. Res.* 2017;6:327–340. (doi: 10.1007/s40003-017-0284-4)
- 13 Zou X., Huang J., Jin Q., Guo Z., Liu Y., Cheong L.-Z., Xu X., Wang X. Анализ липидного состава молочных жиров разных видов млекопитающих: потенциал для использования в качестве заменителей жира грудного молока. *Дж. Агрικ. Пищевая хим.* 2013; 61 :7070–7080. (doi: 10.1021/jf401452y.)
- 14 Ohlsson L. Dairy products and plasma cholesterol levels. *Food Nutr. Res.* 2010;54 (doi: 10.3402/fnr.v54i0.5124)
- 15 Saini R.K., Keum Y.-S. Omega-3 and omega-6 polyunsaturated fatty acids: Dietary sources, metabolism, and significance—A review. *Life Sci.* 2018;203:255–267. (doi: 10.1016/j.lfs.2018.04.049)
- 16 Virtanen J.K., Mursu J., Tuomainen T.-P., Voutilainen S. Dietary fatty acids and risk of coronary heart disease in men: The Kuopio Ischemic Heart Disease Risk Factor Study. *Arterioscler. Thromb. Vasc. Biol.* 2014;34:2679–2687. (doi: 10.1161/ATVBAHA.114.304082)
- 17 Konuspayeva G., Lemarie É., Faye B., Loiseau G., Montet D. Fatty acid and cholesterol composition of camel's (*Camelus bactrianus*, *Camelus dromedarius* and hybrids) milk in Kazakhstan. *Dairy Sci. Techn.* 2008;88:327–340. (doi: 10.1051/dst:2008005)
- 18 Zou X., Huang J., Jin Q., Guo Z., Liu Y., Cheong L.-Z., Xu X., Wang X. Lipid Composition Analysis of Milk Fats from Different Mammalian Species: Potential for Use as Human Milk Fat Substitutes. *J. Agric. Food Chem.* 2013;61:7070–7080. (doi: 10.1021/jf401452y)
- 19 Yang J., Zheng N., Wang J., Yang Y. Comparative milk fatty acid analysis of different dairy species. *Int. J. Dairy Technol.* 2017;71:544–550. (doi: 10.1111/1471-0307.12443)
- 20 Chamekh L., Calvo M., Khorchani T., Castro-Gómez P., Hammadi M., Fontecha J., Yahyaoui M.H., Latifa C., Marivi C., Touhami K., et al. Impact of management system and lactation stage on fatty acid composition of camel milk. *J. Food Compos. Anal.* 2020;87:103418. (doi: 10.1016/j.jfca.2020.103418)
- 21 Walter L., Shrestha P., Fry R., Leury B., Logan A. Lipid metabolic differences in cows producing small or large milk fat globules: Fatty acid origin and degree of saturation. *J. Dairy Sci.* 2020;103:1920–1930. (doi: 10.3168/jds.2019-16775)
- 22 Wei W., Jin Q., Wang X. Human milk fat substitutes: Past achievements and current trends. *Prog. Lipid Res.* 2019;74:69–86. (doi: 10.1016/j.plipres.2019.02.001)
- 23 Zou X., Huang J., Jin Q., Guo Z., Liu Y., Cheong L.-Z., Xu X., Wang X. Lipid Composition Analysis of Milk Fats from Different Mammalian Species: Potential for Use as Human Milk Fat Substitutes. *J. Agric. Food Chem.* 2013;61:7070–7080. (doi: 10.1021/jf401452y)
- 24 Teng F., Wang P., Yang L., Ma Y., Day L. Quantification of Fatty Acids in Human, Cow, Buffalo, Goat, Yak, and Camel Milk Using an Improved One-Step GC-FID Method. *Food Anal. Methods.* 2017;10:2881–2891. (doi: 10.1007/s12161-017-0852-z)
- 25 Saadaoui B., Henry C., Khorchani T., Mars M., Martin P., Cebo C. Proteomics of the milk fat globule membrane from *Camelus dromedarius*. *Proteomics.* 2013;13:1180–1184. (doi: 10.1002/pmic.201200113)

- 26 Haddad I., Mozzon M., Strabbioli R., Frega N.G. Stereospecific analysis of triacylglycerols in camel (*Camelus dromedarius*) milk fat. *Int. Dairy J.* 2010;20:863–867. (doi: 10.1016/j.idairyj.2010.06.006)
- 27 Dreiucker J., Vetter W. Fatty acids patterns in camel, moose, cow and human milk as determined with GC/MS after silver ion solid phase extraction. *Food Chem.* 2011;126:762–771. (doi: 10.1016/j.foodchem.2010.11.061)
- 28 Teng F., Wang P., Yang L., Ma Y., Day L. Quantification of Fatty Acids in Human, Cow, Buffalo, Goat, Yak, and Camel Milk Using an Improved One-Step GC-FID Method. *Food Anal. Methods.* 2017;10:2881–2891. (doi: 10.1007/s12161-017-0852-z)
- 29 Thormar H. Antibacterial effects of lipids: historical review (1881 to 1960). In: Thormar H, Ed. *Lipids and essential oils as antimicrobial agents.* Philadelphia: John Wiley & Sons, Ltd 2011: 25-45.
- 30 Desbois AP, Smith VJ. Antibacterial free fatty acids: activities, mechanisms of action and biotechnological potential. *Appl Microbiol Biotechnol* 2010; 85: 1629-42. (doi:10.3390/ijms19041114)
- 31 Lee JT, Jansen M, Yilma AN, Nguyen A, Desharnais R, Porter E. Antimicrobial lipids: Novel innate defense molecules are elevated in sinus secretions of patients with chronic rhinosinusitis. *Am J Rhino Allergy* 2010; 24: 99-104. (doi: 10.20431/2349-0365.0404002)
- 32 Nakatsuji T, Kao MC, Zhang L, Zouboulis CC, Gallo RL, Huang C-M. Sebum free fatty acids enhance the innate immune defense of human sebocytes by upregulating -defensin-2 expression. *J Invest Dermatol* 2010; 130: 985-94. (doi:10.1016/j.jplipres.2019.02.001)
- 33 Chen C-H, Wang Y, Nakatsuji T, Liu Y-T, Zouboulis CC, Gallo RL, et al. An innate bactericidal oleic acid affective against skin infection of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*: A therapy concordant with evolutionary medicine. *J Microbiol Biotechnol* 2011; 21: 391-9. (doi:10.3168/jds.2019-16775)
- 34 Zasloff M. Observations on the remarkable (and mysterious) wound-healing process of the bottlenose dolphin. *J Invest Dermatol* 2011; 131: 2503-5. (doi: 10.1016/j.jfca.2020.103418)
- 35 Hamad B. The antibiotics market. *Nat Rev Drug Discov* 2010; 9: 675-6. (doi: 10.1111/1471-0307.12443)
- 36 Pohl CH, Kock JLF, Thibane VS. Antifungal free fatty acids: a review. In: Méndez-Vilas A, Ed. *Science against microbial pathogens: Communicating current research and technological advances,* Badajoz: Formatex 2011; 1: 61-71. (doi: 10.1016/j.lfs.2018.04.049)
- 37 El Fakharany E., El-Baky N.A., Linjawi M.H., AlJaddawi A.A., Saleem T.H., Nassar A.Y., Osman A., Redwan E.M. Influence of camel milk on the hepatitis C virus burden of infected patients. *Exp. Ther. Med.* 2017;13:1313–1320. (doi: 10.3892/etm.2017.4159)
- 38 Khatoon H., Ikram R., Anser H., Naeem S., Kha(n S.S., Fatima S., Sultana N., Sarfaraz S. Investigation of anti-inflammatory and analgesic activities of camel milk in animal models. *Pak. J. Pharm. Sci.* 2019;32:1879–1883. . (doi: 10.1108/nfs-07-2015-0085)
- 39 Pohl CH, Kock JLF, Thibane VS. Antifungal free fatty acids: a review. In: Méndez-Vilas A, Ed. *Science against microbial pathogens: Communicating current research and technological advances,* Badajoz: Formatex 2011; 1: 61-71.(doi: 10.1139/cjps-2020-0113)
- 40 Zouari A., Schuck P., Gaucheron F., Triki M., Delaplace G., Gauzelin-Gaiani C., Lopez C., Attia H., Ayadi M.A. Microstructure and chemical composition of camel and cow milk powders' surface. *LWT.* 2019;117:108693. (doi: 10.1016/j.lwt.2019.108693)
- 41 Said Zibae., Syed Musa al-reza Hosseini., Mahdi Yousefi., Ali Taghipour., Mohammad Ali Kiani., and Mohammad Reza Noras. Nutritional and Therapeutic Characteristics of Camel Milk in Children: A Systematic Review. *Electronic Physician.* 2015;7. doi:10.19082/1523
- 42 Jilo Kula, Dechasa Tegegne, Jimma university school of veterinary medicine: chemical composition and medicinal values of camel milk. *International Journal of Research Studies in Biosciences.* (doi.org/10.20431/2349-0365.0404002)
- 43 A.S. Shuvarikov., E.A. Yurova., O.N. Pastukh. Quality indicators of cow, goat and camel milk with account of allergenicity. (doi: 10.26897/0021-342X-2017-5-115-123)

Г.К. БЕЙСЕМБЕКОВА^{1*}, Ш. КАНАЯТ², М.Х. НАРМУРАТОВА²

¹Научно – производственный центр микробиологии и вирусологии, Алматы, Казахстан

²Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан

*e-mail: beisebekova.gaukhar@mail.ru

ЖИРНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ И СВОЙСТВА МАСЛА ВЕРБЛЮЖЬЕГО МОЛОКА

Аннотация

В статье верблюжье молоко описано как натуральный функциональный продукт, его химический состав и физические свойства отличаются от молока других животных. В молоке подтверждена биологическая ценность незаменимых полиненасыщенных жирных кислот, триацилглицеридов, диацилглицеридов, многих фосфолипидов и антиканцерогенные, противомикробные, противовоспалительные и иммунодепрессивные свойства, которые не могут быть синтезированы в организме человека. Сегодня в связи с развитием инфекционных заболеваний и повышением резистентности микроорганизмов к антибиотикам антимикробная активность жирных кислот рекомендуется как незаменимый продукт при лечении и профилактике заболеваний. Целью настоящего исследования является анализ литературных данных о возможностях использования верблюжьего молока в лечебных целях и особенностях его жирнокислотного состава.

Ключевые слова: молочный жир, молочные жирные кислоты, антимикробная активность, верблюжье молоко.

IRSTI: 65.63.03

G.K. BEISEMBEKOVA^{1*}, Sh. KANAYAT², M.Kh. NARMURATOVA²

¹Research and Production Center for Microbiology and Virology, Almaty, Kazakhstan

²Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

*e-mail: beisebekova.gaukhar@mail.ru

FATTY ACID COMPOSITION AND PROPERTIES OF CAMEL MILK OIL

doi:10.53729/MV-AS.2023.02.02

Abstract

The article describes camel milk as a natural functional product, its chemical composition and physical properties differ from the milk of other animals. Milk has confirmed the biological value of essential polyunsaturated fatty acids, triacylglycerides, diacylglycerides, many phospholipids and anti-carcinogenic, antimicrobial, anti-inflammatory and immunosuppressive properties that cannot be synthesized in the human body. Today, due to the development of infectious diseases and increased resistance of microorganisms to antibiotics, antimicrobial activity of fatty acids is recommended as an indispensable product in the treatment and prevention of diseases. The purpose of this study is to analyze the literature data on the possibilities of using camel milk for medicinal purposes and the features of its fatty acid composition.

Keywords: milk fat, milk fatty acids, antimicrobial activity, camel milk.

Today it is known that understanding the relationship between the components of milk fat, proper nutrition and health, lifestyle improvement is one of the main concepts of disease prevention and well-being. Milk consumption by all mammals except cows has increased by 17% in all countries over the past 50 years [1]. Milk is considered one of the most important foods for humans and animals and acts as a complete food thanks to important components such as carbohydrates, proteins, fats, vitamins and minerals. The composition of the milk depends on many

factors, for example, the health of the animal, especially the condition of the mammary gland, the influence of the photoperiod on the seasons, the nutrition of the animal, genetic factors and the storage temperature of the milk.

Milk fat contains essential polyunsaturated fatty acids, short chain fatty acids, many phospholipids, and fat-soluble vitamins that cannot be synthesized by the human body. All this determines the unique biological value of milk fat.

Nonspecific secretory defense factors found in milk are part of an innate defense system that phylogenetically predates the adaptive immune system, such as antibodies found only in vertebrates. Such nonspecific protective factors include lipids, lactoferrin, lactoperoxidase, lysozyme, and receptor oligosaccharides. Such non-specific factors have been shown to inactivate or reduce the infectivity of viruses, bacteria, protozoa and other microorganisms.

Fat content of camel milk and its difference from fat content of cow's milk

Recently, camel milk has taken a special place in health promotion due to its medicinal and nutritional properties. The adhesive and antibacterial properties of camel milk oil have been determined. Camel milk oil is well absorbed because of its tiny granules. Low in cholesterol and saturated fatty acids, the level of essential fatty acids is higher than in cow's milk.

Fat is an important component of camel milk, including a complex mixture of natural fats, that is, it contains triglycerides, phospholipids, cholesterol and other elements [2, 3]. Another characteristic lipid property of camel milk are polyunsaturated fatty acids, that is, alpha-linolenic acid, eicosapentaenoic acid and arachidonic acid [4, 5], which in comparison with the milk of other mammalian species are considered the best sources of fat for people at risk of cardiovascular diseases associated with lipids [6].

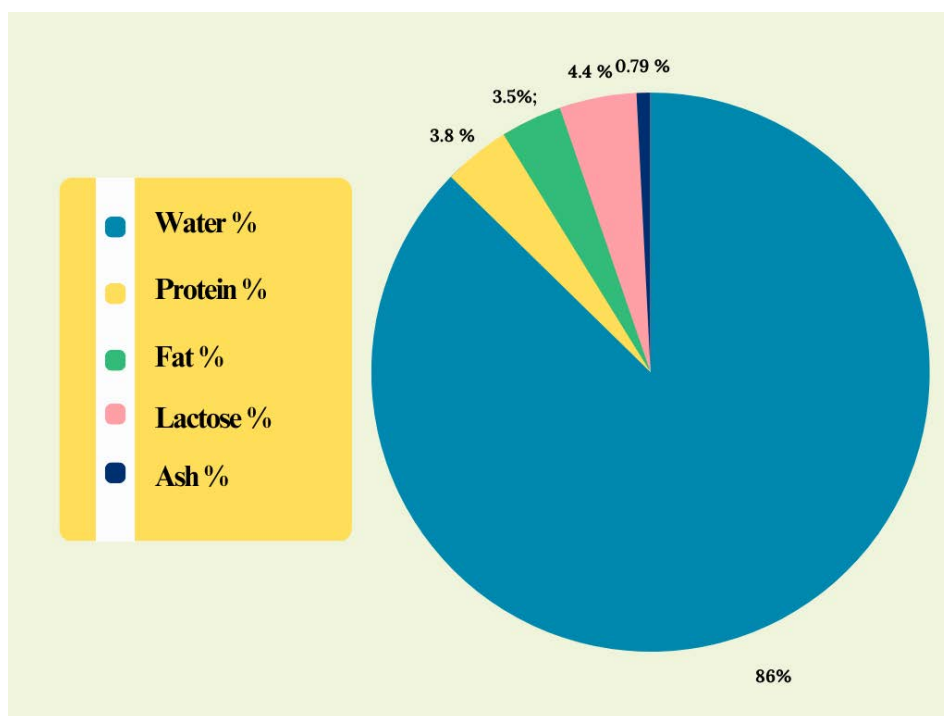


Figure 1 – Chemical composition of camel milk [41]

In recent years, much attention has been paid to the development of low-saturated and high-saturated dairy products with a high content of biologically active components. In addition, significant progress has been made in identifying a wide range of components contained in dairy oil. Thus, many studies have been conducted on camel milk oil and its effect on human health. A positive relationship was found between camel milk and human health, which led to a dramatic change in the recognition of the fatty components of camel milk and the attitude towards it as a healthy food. Camel milk oil differs from the fats of other dairy mammals in that it is easily

digested in the human body.

Saturated fatty acids, camel milk has a higher level of monounsaturated fatty acids and polyunsaturated fatty acids compared to cow's milk. Long-chain fatty acids and saturated fatty acids are often found in camel milk, which gives them a unique opportunity to reduce the incidence of lipid-related cardiovascular diseases by 35-50% [7]. The fatty acids in camel milk are rich in conjugated linoleic acid compared to breast milk. Linoleic acid is recognized for its benefits in lowering blood glucose levels and preventing osteoporosis, improving fat metabolism and activating the immune system [8, 9]. In addition, it prevents the occurrence and progression of cancer of the stomach, colon, breast and skin. In addition, linoleic acid isomers are known to play an important role in the prevention of obesity. Camel milk oil usually has many medicinal properties, as it has been found to have antidiabetic, antibacterial, antiviral, anti-inflammatory, hypotensive and hypoallergenic properties.

Table 1- Chemical composition of milk of different species [42]

Proximate	Water %	Protein %	Fat %	Ash %	Lactose %
Camel	86-88	3.0-3.9	2.9-5.4	0.6-0.9	3.3
Cow	85-87	3.2-3.8	3.7-4.4	0.7-0.8	4.8-4.9
Bufallo	82-84	3.3-3.6	7.0-11.5	0.8-0.9	4.5-5.0
Sheep	79-82	5.6-6.7	6.9-8.6	0.9-0.1	4.3-4.2
Goat	87-88	2.9-3.7	4.0-4.5	0.8-0.9	3.6-4.2
Human	88-89	1.1-1.3	3.3-4.7	0.2-0.3	6.8-7.0

Fatty acid composition of camel milk oil

Camel milk oil is 1.2-5.4%, and the total amount of camel milk is 3.29% [10] and consists mainly of triacylglycerols, as well as cholesterol and phospholipids.

The fatty acid composition of milk fat is complex and, depending on the saturation level, is divided into three groups.

Saturated fatty acids are the most common fatty acids and account for 78.33% of the total amount of fatty acids in camel milk with a lower percentage compared to cow's milk (46-66%) [11]. The most dominant saturated fatty acids are C16:0, followed by C18:0 and C14:0. From a dietary point of view, it has been found that saturated fatty acids C18 have a neutral effect on health, while saturated fatty acids C14 and C16 are considered harmful because they are associated with higher concentrations of low-density lipoprotein cholesterol in human serum [12]. High consumption of saturated fatty acids has a negative effect on health, since it suppresses the metabolism of n-6 fatty acids and causes a deficiency of polyunsaturated fats [13]. In addition, high intake of saturated fatty acids is associated with an increased risk of coronary heart disease [14]. Among the detected (C10-C14) saturated fatty acids, there is a significant concentration of fatty acids with an average chain length. This is a useful aspect, since fatty acids with an average chain length are easier to digest and metabolize than fatty acids with a long chain [15]. Camel is a ruminant animal that can produce fatty acids by fermentation of cellulose (C4-C8). However, the concentration of saturated fatty acids in camel milk (C4-C8) is lower compared to other types of ruminants, such as sheep and goats. A possible explanation for this low concentration may be due either to rapid metabolism in camel tissues before they are excreted into milk [16], or to other feeding habits of camels. This gives camel milk some special nutritional properties, since (C4-C8) the content of saturated fatty acids is largely similar to mother's milk.

Monounsaturated fatty acids are the second type of fatty acids contained in camel milk fat, mainly represented by oleic acid (18:1 n-9), which is 5.15-32.88% of the total fatty acid content, followed by palmitic acid (16:1). The content of monounsaturated fatty acids in camel milk fats is slightly higher than in milk fats of other mammals [17]. The high level of monounsaturated fatty acids in camel milk is explained either by the slowing down of fermentation in the posterior intestine, or by the increased activity of desaturase of fatty acids responsible for the biosynthesis of monounsaturated fatty acids and polyunsaturated fatty acids in camel milk [18].

Polyunsaturated fatty acids constitute 2.7–8.46% of total fatty acids in camel milk, which is higher than cow's milk (1.89%) [19] but still less than human milk (10–20%). Ruminants are generally low in polyunsaturated fatty acids due to bacterial biohydrogenation. It should be noted that polyunsaturated fatty acids play an important role in the growth of the brain of newborns, as well as in the retina and cognitive functions. Among polyunsaturated fatty acids, linoleic acid (C18:2 n-6) and α -linolenic acid are the major n-6 polyunsaturated fatty acids and n-3 polyunsaturated fatty acids, respectively. Linolenic acid ranges from 0.17 to 3.31%, and α -linolenic acid ranges from 0.05 to 2.16% of total fatty acids. The percentage of fatty acids in camel milk is 4-16 [20] times lower than that of human milk, although the percentage of linoleic acid in camel milk is 1.12% higher than that of cow's milk [21].

Table 2 – Fatty acid composition of camel milk oil [43]

Types of fatty acids	Amount %
Linoleic	3,1558±0,4472
Linolenic	0,9187±0,2139
Arachidonic	0,0299±0,0127
Amount of unsaturated fatty acids	61,7018±2,5735
Amount of monounsaturated fatty acids	32,9150±2,6181
The amount of polyunsaturated fatty acids	5,1262±0,2700
Omega-3	0,6067±0,0072
Omega-6	4,5195±0,2637

α -linolenic acid is the main omega-3 fatty acid in milk. It was found that the proportion of α -linolenic acid in camel milk is 1 times higher than in breast milk and 10-13 times higher than in cow's milk [22, 23], which is due to its antiarrhythmic effect, positive effect on neurological activity (by reducing damage to the central nervous system) and protective the effect of coronary heart disease. Camel milk oil also contains conjugated linoleic acid with several different isomers formed during the biohydrogenation of ruminants [24]. Rumic acid and C12 are the two main isomers of rumic acid found in camel milk, which is 0.80 ± 0.15 and 0.06 ± 0.02 total fatty acids, respectively [25]. Compared with breast milk, the fats in camel milk contained a higher content of conjugated linoleic acid. Conjugated linoleic acid has been reported to have a cytotoxic effect on tumor cells [26], indicating that it is beneficial to human health.

Eicosapentaenoic acid, docosahexaenoic acid and arachidonic acid are among the polyunsaturated fatty acids observed in small amounts. It is reported that the percentage of eicosapentaenoic acid, docosahexaenoic acid and arachidonic acid in camel milk is lower than in breast milk (1%). On the contrary, one study showed that camel milk contains eicosapentaenoic acid and arachidonic acid (0.14 and 1.35 g/100 g, respectively) from breast milk (0.03 and 0.67 g/100 g, respectively) [27]. However, these results need to be further confirmed by conducting additional studies of camel and breast milk.

Antibacterial properties of fatty acids in milk

The antimicrobial properties of fatty acids in milk are well known, and these compounds prevent the growth of bacteria, fungi and other microbes by acting on several cellular targets, including the cell membrane and its components, or act directly on the destruction of life. Antimicrobial properties of fatty acids have been studied for decades, and these compounds serve to protect against microbial community in the innate immunity of humans and animals, especially mucous membranes and skin [28-34]. However, the constant need to search for and develop new compounds against microorganisms is now widely recognized due to the evolution of microbes into modern agents, especially for the treatment of drug-resistant human infections.

The presence of fatty acids in milk has many advantages due to its antimicrobial properties. It has an antagonistic effect against gram-positive and Gram-negative bacteria, mycobacteria, archaea, fungi and yeast, shell viruses, protozoa and eukaryotic algae [35, 36]. As a result, fatty acids are antifungal agents in various biotechnological industries. In particular, saturated fatty

acids capric acid (C10:0) and lauric acid (C12:0) exhibit the widest spectrum of antimicrobial activity [37]. In many cases, free fatty acids exhibit antimicrobial activity in micro- and millimolar concentrations [38].

The mechanism of antimicrobial action of fatty acids can be inhibitory or acidic, and it depends on many factors, including the fatty acid under study and its concentration, the target microorganism and its physiological state, as well as interactions [39].

In addition to antibacterial properties, fatty acids also exhibit biological antiviral activity. Among them, the anti-inflammatory properties of fatty acids are used to treat skin infections. Several researchers have used fatty acids as agents for the treatment and prevention of sexually transmitted diseases [40], as well as for the prevention of gum disease, caries and gastrointestinal infections.

Conclusion

Thus, it has been estimated that milk fat contains about 500 fatty acids, and about 150 have been identified to date. Milk fat triacylglycerols are synthesized from more than 400 different fatty acids, which makes milk fat the most complex of all natural oils. Lactic fatty acids serve not only as nutrients, but also as antimicrobial agents that form a system of protection against microbial infections that occur on the mucous membranes. The lipid fraction of milk exhibits antimicrobial activity in the gastrointestinal tract of newborns as a result of lipolytic activity, which converts milk triglycerides into antimicrobial fatty acids and monoglycerides.

In recent years, much attention has been paid to the development of low-saturated and high-saturated dairy products with a high content of biologically active components. In addition, significant progress has been made in identifying a wide range of components contained in dairy oil. Thus, many studies have been conducted on camel milk oil and its effect on human health. A positive relationship was found between camel milk and human health, which led to a dramatic change in the recognition of the fatty components of camel milk and the attitude towards it as a healthy food. Camel milk oil differs from the fats of other dairy mammals in that it is easily digested in the human body.

References:

- 1 Khalesi M., Salami M., Moslehishad M., Winterburn J., Moosavi-Movahedi A.A. *Biomolecular content of camel milk: A traditional superfood towards future healthcare industry. Trends Food Sci. Technol.* 2017; 62:49–58. (doi: 10.1016/j.tifs.2017.02.004)
- 2 Smiddy M.A., Huppertz T., van Ruth S.M. Triacylglycerol and melting profiles of milk fat from several species. *Int. Dairy J.* 2012; 24:64–69. (doi: 10.1016/j.idairyj.2011.07.001)
- 3 Haddad I., Mozzon M., Strabbioli R., Frega N.G. Stereospecific analysis of triacylglycerols in camel (*Camelus dromedarius*) milk fat. *Int. Dairy J.* 2010; 20:863–867. (doi: 10.1016/j.idairyj.2010.06.006)
- 4 Maqsood S., Al-Dowaila A., Mudgil P., Kamal H., Jobe B., Hassan H.M. Comparative characterization of protein and lipid fractions from camel and cow milk, their functionality, antioxidant and antihypertensive properties upon simulated gastro-intestinal digestion. *Food Chem.* 2018; 279:328–338. (doi: 10.1016/j.foodchem.2018.12.011)
- 5 Zou X., Huang J., Jin Q., Guo Z., Liu Y., Cheong L.-Z., Xu X., Wang X. Lipid Composition Analysis of Milk Fats from Different Mammalian Species: Potential for Use as Human Milk Fat Substitutes. *J. Agric. Food Chem.* 2013; 61:7070–7080. (doi: 10.1021/jf401452y)
- 6 Nikkhah A. Science of Camel and Yak Milks: Human Nutrition and Health Perspectives. *Food Nutr. Sci.* 2011;2:667–673. (doi: 10.4236/fns.2011.26092)
- 7 Nikkhah A. Science of Camel and Yak Milks: Human Nutrition and Health Perspectives. *Food Nutr. Sci.* 2011;2:667–673. (doi: 10.4236/fns.2011.26092)
- 8 Dreiuicker J., Vetter W. Fatty acids patterns in camel, moose, cow and human milk as determined with GC/MS after silver ion solid phase extraction. *Food Chem.* 2011;126:762–771. (doi: 10.1016/j.foodchem.2010.11.061)
- 9 Teng F., Wang P., Yang L., Ma Y., Day L. Quantification of Fatty Acids in Human, Cow, Buffalo, Goat, Yak, and Camel Milk Using an Improved One-Step GC-FID Method. *Food Anal.*

Methods. 2017;10:2881–2891. (doi: 10.1007/s12161-017-0852-z)

10 Singh R., Mal G., Kumar D., Patil N.V., Pathak K.M.L. Camel Milk: An Important Natural Adjuvant. *Agric. Res.* 2017;6:327–340. (doi: 10.1007/s40003-017-0284-4)

11 Walter L., Shrestha P., Fry R., Leury B., Logan A. Lipid metabolic differences in cows producing small or large milk fat globules: Fatty acid origin and degree of saturation. *J. Dairy Sci.* 2020; 103:1920–1930. (doi: 10.3168/jds.2019-16775)

12 Singh R., Mal G., Kumar D., Patil N.V., Pathak K.M.L. Camel Milk: An Important Natural Adjuvant. *Agric. Res.* 2017;6:327–340. (doi: 10.1007/s40003-017-0284-4)

13 Zou X., Huang J., Jin Q., Guo Z., Liu Y., Cheong L.-Z., Xu X., Wang X. Анализ липидного состава молочных жиров разных видов млекопитающих: потенциал для использования в качестве заменителей жира грудного молока. *Дж. Агр. Пищевая хим.* 2013; 61 :7070–7080. (doi: 10.1021/jf401452y)

14 Ohlsson L. Dairy products and plasma cholesterol levels. *Food Nutr. Res.* 2010;54. (doi: 10.3402/fnr.v54i0.5124)

15 Saini R.K., Keum Y.-S. Omega-3 and omega-6 polyunsaturated fatty acids: Dietary sources, metabolism, and significance—A review. *Life Sci.* 2018;203:255–267. (doi: 10.1016/j.lfs.2018.04.049)

16 Virtanen J.K., Mursu J., Tuomainen T.-P., Voutilainen S. Dietary fatty acids and risk of coronary heart disease in men: The Kuopio Ischemic Heart Disease Risk Factor Study. *Arterioscler. Thromb. Vasc. Biol.* 2014;34:2679–2687. (doi: 10.1161/ATVBAHA.114.304082)

17 Konuspayeva G., Lemarie É., Faye B., Loiseau G., Montet D. Fatty acid and cholesterol composition of camel's (*Camelus bactrianus*, *Camelus dromedarius* and hybrids) milk in Kazakhstan. *Dairy Sci. Techn.* 2008;88:327–340. (doi: 10.1051/dst:2008005)

18 Zou X., Huang J., Jin Q., Guo Z., Liu Y., Cheong L.-Z., Xu X., Wang X. Lipid Composition Analysis of Milk Fats from Different Mammalian Species: Potential for Use as Human Milk Fat Substitutes. *J. Agric. Food Chem.* 2013;61:7070–7080. (doi: 10.1021/jf401452y)

19 Yang J., Zheng N., Wang J., Yang Y. Comparative milk fatty acid analysis of different dairy species. *Int. J. Dairy Technol.* 2017;71:544–550. (doi: 10.1111/1471-0307.12443)

20 Chamekh L., Calvo M., Khorchani T., Castro-Gómez P., Hammadi M., Fontecha J., Yahyaoui M.H., Latifa C., Marivi C., Touhami K., et al. Impact of management system and lactation stage on fatty acid composition of camel milk. *J. Food Compos. Anal.* 2020;87:103418. (doi: 10.1016/j.jfca.2020.103418)

21 Walter L., Shrestha P., Fry R., Leury B., Logan A. Lipid metabolic differences in cows producing small or large milk fat globules: Fatty acid origin and degree of saturation. *J. Dairy Sci.* 2020;103:1920–1930. (doi: 10.3168/jds.2019-16775)

22 Wei W., Jin Q., Wang X. Human milk fat substitutes: Past achievements and current trends. *Prog. Lipid Res.* 2019;74:69–86. (doi: 10.1016/j.plipres.2019.02.001)

23 Zou X., Huang J., Jin Q., Guo Z., Liu Y., Cheong L.-Z., Xu X., Wang X. Lipid Composition Analysis of Milk Fats from Different Mammalian Species: Potential for Use as Human Milk Fat Substitutes. *J. Agric. Food Chem.* 2013;61:7070–7080. (doi: 10.1021/jf401452y)

24 Teng F., Wang P., Yang L., Ma Y., Day L. Quantification of Fatty Acids in Human, Cow, Buffalo, Goat, Yak, and Camel Milk Using an Improved One-Step GC-FID Method. *Food Anal. Methods.* 2017;10:2881–2891. (doi: 10.1007/s12161-017-0852-z)

25 Saadaoui B., Henry C., Khorchani T., Mars M., Martin P., Cebo C. Proteomics of the milk fat globule membrane from *Camelus dromedarius*. *Proteomics.* 2013;13:1180–1184. (doi: 10.1002/pmic.201200113)

26 Haddad I., Mozzon M., Strabbioli R., Frega N.G. Stereospecific analysis of triacylglycerols in camel (*Camelus dromedarius*) milk fat. *Int. Dairy J.* 2010;20:863–867. (doi: 10.1016/j.idairyj.2010.06.006)

27 Dreiucker J., Vetter W. Fatty acids patterns in camel, moose, cow and human milk as determined with GC/MS after silver ion solid phase extraction. *Food Chem.* 2011;126:762–771. (doi: 10.1016/j.foodchem.2010.11.061)

28 Teng F., Wang P., Yang L., Ma Y., Day L. Quantification of Fatty Acids in Human, Cow, Buffalo, Goat, Yak, and Camel Milk Using an Improved One-Step GC-FID Method. *Food Anal. Methods.* 2017;10:2881–2891. (doi: 10.1007/s12161-017-0852-z)

29 Thormar H. Antibacterial effects of lipids: historical review (1881 to 1960). In: Thormar H, Ed. Lipids and essential oils as antimicrobial agents. Philadelphia: John Wiley & Sons, Ltd 2011: 25-45.

- 30 Desbois AP, Smith VJ. Antibacterial free fatty acids: activities, mechanisms of action and biotechnological potential. *Appl Microbiol Biotechnol* 2010; 85: 1629-42. (doi: 10.3390/ijms19041114)
- 31 Lee JT, Jansen M, Yilma AN, Nguyen A, Desharnais R, Porter E. Antimicrobial lipids: Novel innate defense molecules are elevated in sinus secretions of patients with chronic rhinosinusitis. *Am J Rhino Allergy* 2010; 24: 99-104. (doi: 10.20431/2349-0365.0404002)
- 32 Nakatsuji T, Kao MC, Zhang L, Zouboulis CC, Gallo RL, Huang C-M. Sebum free fatty acids enhance the innate immune defense of human sebocytes by upregulating -defensin-2 expression. *J Invest Dermatol* 2010; 130: 985-94. (doi: 10.1016/j.plipres.2019.02.001)
- 33 Chen C-H, Wang Y, Nakatsuji T, Liu Y-T, Zouboulis CC, Gallo RL, et al. An innate bactericidal oleic acid affective against skin infection of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*: A therapy concordant with evolutionary medicine. *J Microbiol Biotechnol* 2011; 21: 391-9. (doi: 10.3168/jds.2019-16775)
- 34 Zasloff M. Observations on the remarkable (and mysterious) wound-healing process of the bottlenose dolphin. *J Invest Dermatol* 2011; 131: 2503-5. (doi: 10.1016/j.jfca.2020.103418)
- 35 Hamad B. The antibiotics market. *Nat Rev Drug Discov* 2010; 9: 675-6(doi: 10.1111/1471-0307.12443)
- 36 Pohl CH, Kock JLF, Thibane VS. Antifungal free fatty acids: a review. In: Méndez-Vilas A, Ed. *Science against microbial pathogens: Communicating current research and technological advances*, Badajoz: Formatex 2011; 1: 61-71. (doi: 10.1016/j.lfs.2018.04.049)
- 37 El Fakharany E., El-Baky N.A., Linjawi M.H., AlJaddawi A.A., Saleem T.H., Nassar A.Y., Osman A., Redwan E.M. Influence of camel milk on the hepatitis C virus burden of infected patients. *Exp. Ther. Med.* 2017;13:1313–1320. (doi: 10.3892/etm.2017.4159)
- 38 Khatoun H., Ikram R., Anser H., Naem S., Khan S.S., Fatima S., Sultana N., Sarfaraz S. Investigation of anti-inflammatory and analgesic activities of camel milk in animal models. *Pak. J. Pharm. Sci.* 2019;32:1879–1883. (doi: 10.1108/nfs-07-2015-0085)
- 39 Pohl CH, Kock JLF, Thibane VS. Antifungal free fatty acids: a review. In: Méndez-Vilas A, Ed. *Science against microbial pathogens: Communicating current research and technological advances*, Badajoz: Formatex 2011; 1: 61-71. (doi: 10.1139/cjps-2020-0113)
- 40 Zouari A., Schuck P., Gaucheron F., Triki M., Delaplace G., Gauzelin-Gaiani C., Lopez C., Attia H., Ayadi M.A. Microstructure and chemical composition of camel and cow milk powders' surface. *LWT.* 2019;117:108693. (doi: 10.1016/j.lwt.2019.108693)
- 41 Said Zibae., Syed Musa al-reza Hosseini., Mahdi Yousefi., Ali Taghipour., Mohammad Ali Kiani., and Mohammad Reza Noras. Nutritional and Therapeutic Characteristics of Camel Milk in Children: A Systematic Review. *Electronic Physician.* 2015;7. (doi:10.19082/1523)
- 42 Jilo Kula, Dechasa Tegegne, Jimma university school of veterinary medicine: chemical composition and medicinal values of camel milk. *International Journal of Research Studies in Biosciences.* (doi.org/10.20431/2349-0365.0404002)
- 43 A.S. Shuvarikov,. E.A. Yurova,. O.N. Pastukh. Quality indicators of cow, goat and camel milk with account of allergenicity. (doi 10.26897/0021-342x-2017-5-115-123)