

СҮТТІҢ МАЙ ҚЫШҚЫЛДЫ ҚҰРАМЫНА CSN3 ГЕНОТИПІНІҢ ӘСЕРІ

А.Ж. Хастаева

Қ.Құлажанов атындағы қазақ технология және бизнес университеті, Астана қ., Қазақстан

✉ Корреспондент-автор: gera_or@mail.ru

Сүтті сиырларда май қышқылдарының типтік құрамы әртүрлі құрамдағы қышқылдармен ұсынылған, олардың шамамен 70% - ы қаныққан май қышқылдары (SFA), 25% - ы моноқанықпаған май қышқылдары (MUFA) және 5% - ы полиқанықпаған май қышқылдары (PUFA), бұл адам денсаулығы үшін май қышқылдарының идеалды профилінен айтарлықтай ерекшеленеді. Май қышқылдарының метил эфирлерін талдау Shimadzu GC 2010 Plus газ хроматографын жалын-иондау детекторымен (ПИД), сондай-ақ «CPSil 88 for FAME» (Agilent Technologies) ұзындығы 100 м, ішкі диаметрі 0.25 мм, жылжымалы емес фазалық пленка қалыңдығы 0,20 мкм капиллярлық бағанымен пайдалана отырып жүргізілді. Каппа-казеин генінің полиморфизмін анықтау және каппа-казеин генотиптері әртүрлі жануарлардың экономикалық пайдалы қасиеттерін бағалау үшін барлығы 60 сиыр таңдалды, оның ішінде 20 голштин сиыры, 20 алатау сиыры және 20 қара-ала сиыр. Каппа-казеин гендерінің полиморфизмі ПТР талдауы арқылы бағаланды. Әрі қарай зерттеу үшін аналогтар принципі бойынша каппа-казеин генін генотиптеу нәтижелері бойынша әр топта сиырлардың 3 кіші тобы құрылды. Бірінші топқа АА каппа-казеин генотипі бар сиырлар, екіншісі-АВ генотипі, үшіншісі-ВВ генотипі кірді.

Түйін сөздер: каппа-казеин, полимеразды тізбекті реакция, сүт, май қышқылдары, сиыр тұқымы.

ВЛИЯНИЕ ГЕНОТИПА CSN3 НА СОДЕРЖАНИЕ ЖИРНЫХ КИСЛОТ В МОЛОКЕ

Хастаева А.Ж.

Казахский университет технологии и бизнеса имени К.Кулажанова, г.Астана, Казахстан,
e-mail: gera_or@mail.ru

У молочных коров типичный состав жирных кислот представлен кислотами разного состава, около 70% из них составляют насыщенные жирные кислоты (SFA), 25% мононенасыщенные жирные кислоты (MUFA) и 5% полиненасыщенные жирные кислоты (PUFA), что значительно отличается от идеального профиля жирных кислот для здоровья человека. Анализ метиловых эфиров жирных кислот проводили с использованием газового хроматографа Shimadzu GC 2010 Plus с пламенно-ионизационным детектором (ПИД), также с капиллярной колонкой «CPSil 88 for FAME» (Agilent Technologies) длиной 100 м, внутренним диаметром 0.25 мм, толщиной пленки не подвижной фазы 0.20 мкм. Для определения полиморфизма генов каппа-казеина и оценки хозяйственно-полезных признаков у животных с разными генотипами каппа-казеина, было отобрано всего 60 коров, из них 20 коров голштинской, 20 коров алатауской и 20 коров черно-пестрой породы. Оценку полиморфизма генов каппа-казеина проводили методом ПЦР анализа. Для дальнейшего исследования согласно принципу аналогов по результатам генотипирования по гену каппа-казеина были сформированы в каждой группе по 3 подгруппы коров. В первую группу были включены коровы с генотипом каппа-казеина АА, во вторую – генотипом АВ, в третью – генотипом ВВ.

Ключевые слова: каппа-казеин, полимеразная цепная реакция, молоко, жирные кислоты, порода.

THE EFFECT OF THE CSN3 GENOTYPE ON THE CONTENT OF FATTY ACIDS IN MILK

Khastayeva A.Zh.

K.Kulazhanov Kazakh University of Technology and Business, Astana, Kazakhstan,

e-mail: gera_or@mail.ru

In dairy cows, acids of different compositions represent the typical composition of fatty acids, about 70% of them are saturated fatty acids (SFA), 25% monounsaturated fatty acids (MUFA) and 5% polyunsaturated fatty acids (PUFA), which significantly differs from the ideal profile of fatty acids for human health. The analysis of methyl esters of fatty acids was carried out using a Shimadzu GC 2010 Plus gas chromatograph with a flame ionization detector (PID), also with a capillary column "CPSil 88 for FAME" (Agilent Technologies) with a length of 100 m, an inner diameter of 0.25 mm, and a film thickness of 0.20 microns of non-mobile phase. To determine the polymorphism of kappa-casein genes and evaluate economically useful traits in animals with different genotypes of kappa-casein, only 60 cows were selected, including 20 Holstein cows, 20 Alatau cows and 20 black-and-white cows. The polymorphism of kappa-casein genes was evaluated by PCR analysis. For further research, 3 subgroups of cows were formed in each group according to the principle of analogues, the results of genotyping and kappa-casein gene. The first group included cows with the AA kappa-casein genotype, the second – the AB genotype, and the third – the BB genotype.

Keywords: kappa-casein, polymerase chain reaction, milk, fatty acids, breed.

Кіріспе. Сүт майының май қышқылдық құрамы сүттің тағамдық және биологиялық құндылығына және технологиялық қасиеттеріне айтарлықтай әсер етеді [1]. Сүтте май қышқылдары бірдей дерлік екі көзден түзіледі – азықтық және сиыр қарынындағы микробтық белсенділік [2 - 7]. Май фазасына сонымен қатар фосфолипидтер (фосфатидхолин, сфингомиелин және т.б.), гликолипидтер (цериброзидтер), стеролдар және олардың күрделі эфирлері жатады [8]. Сүт майының құрамы қандағы холестерин деңгейінің жоғарылау қаупімен, жүрек ауруының дамуымен, салмақтың жоғарылауымен және семіздікпен байланысты SFA-ның жоғары болуына байланысты жиі сынға ұшырайды [9 - 14]. Керісінше, MUFA-лар холестеринді төмендететін қасиеттеріне байланысты адам денсаулығына пайдалы әсер етеді деп саналады [15]. Профилактикалық және емдік қасиеттері бойынша, әсіресе жүрек-қан тамырлары ауруларының алдын алу үшін ω-3 және ω-6 май қышқылдары құнды болып саналады [16 – 19]. Қаныққан майдың мөлшері өте маңызды көрсеткіш болып табылады, өйткені теңгерімсіз тұтыну жүрек-қан тамырлары ауруларының қаупінің жоғарылауымен байланысты

[20]. Липидті компоненттің қаныққан төмен молекулалы ұшпа май қышқылдары C4:0-ден C8:0-ге дейін тек сүт майында болады. Олар сүт пен сүт өнімінің дәмі мен иісін қамтамасыз етеді. Колонокарцинома ингибиторы болып табылатын май қышқылы үлкен маңызға ие [21]. Май қышқылдарының құрамының өзгергіштігінің көп бөлігі генетикалық жолмен анықталады [22]. Мал шаруашылығына ДНҚ технологиясын енгізу жануарлардағы экономикалық пайдалы белгілерді бақылауға және болжауға мүмкіндік береді, бұл әрбір жануардың қосымша пайдаланылуын анықтауда өте маңызды [23].

Каппа казеин гені (CSN3) сүт ақуыздарымен және оның ұю қасиеттерімен байланысты. В аллелі ақуыздар мен майлардың жоғары пайызымен, сондай-ақ ірімшік өндірудің оңтайлы сипаттамаларымен байланысты ең құнды аллельдер ретінде

аталған. А аллелі негізінен сүт, май және ақуыз өндірісіне оң әсер етеді [24, 25]. Авторлар әр түрлі сиыр тұқымдарын зерттеуде А аллелінің В аллеліне үстемдігін сипаттаған [26, 27].

Материалдар мен әдістер. Полиморфизмді

Каппа-казеин генімен анықтау Қазақстан–Жапон инновациялық Орталығының «Жасыл биотехнология және жасушалық инженерия» зертханасының қызметкерлерімен бірлесіп, CSN3 генімен генотиптеу үшін ПТР әдісін қолдана отырып жүргізілді. Каппа казеин генін зерттеу және бағалау үшін сыналған жануарлардан қан үлгілері мен ДНҚ үлгілері алынды. ДНҚ экстракциясы өндірушінің нұсқауларына сәйкес Pure Link Genomic DNA Mini Kit (Invitrogen by Thermo Fisher Scientific, АҚШ) арқылы жүзеге асырыл-

ды. Күшейту Master Cyler Nexus анықтау циклінің көмегімен жүзеге асырылды (Eppendorf AG, Германия). ПТР қоспасы келесі құрамда пайдаланылды: зерттелетін геннің аймағын күшейту үшін праймер жұбы, нуклеозидтрифосфаттардың қоспасы (2/5 мМ), магний хлориді (25 мМ), ПТР үшін 10 еселік буфер, Так полимераза [28, 29]. CSN3 генінің фрагменттерін күшейту үшін [30] олигонуклеотидтердің келесі жұптары пайдаланылды:

- алға праймер 5'-АТАGCCAAАТАТАТСССААТTCAGT-3';
- кері праймер 5'-ТТТАТТААТААГТССАТГААТСТТG-3.

Осы праймерлермен амплификаттау келесі бағдарлама бойынша жүргізілді: CSN3 генінің фрагменті үшін бірінші цикл 95 °С, 5 мин; кейінгі 35 цикл: денатурация – 95 °С температурада 30 с, күйдіру – 63 °С температурада 50 с, синтез – 72 °С температурада 30 с; ұзарту – 72 °С температурада 5 мин. Алынған ампликондар өндірушінің ұсыныстарына сәйкес рестриктаза ферменттеріне – Hinf I (CSN3 гені) шектеу ферменттеріне ұшырады. Рестрикциядан кейін ампликон фрагменттері 2,5% агарозды геледе көлденең электрофорезге ұшырады. Фрагменттерді бояу және визуализациялау үшін электрофорезден кейін агарозды гелдер 0,005% этидий бромиді ерітіндісінде 15 минут бойы ұсталды және GelDoc жүйесі (Bio-Rad, АҚШ) арқылы түсірілді. Фрагменттердің молекулалық салмақтары ампликон фрагменттерімен параллель орындалатын молекулалық салмақ стандарттарының «баспалдақтары» арқылы анықталды.

Харди-Вайнберг заңы [31] бойынша зерттелетін популяциядағы генотип жиіліктерінің күтілетін нәтижелері есептелді.

Май қышқылдарының метил эфирлерін талдау Қазақстан–Жапон инновациялық орталығында Shimadzu GC 2010 plus газ хроматографын жалын-иондау детекторымен (ПВД), сондай-ақ «CPSil 88 for FAME» (Agilent Technologies) ұзындығы 100 м, ішкі диаметрі 0.25 мм, жылжымалы емес фазалық пленка қалыңдығы 0,20 мкм капиллярлық бағанымен пайдалана отырып жүр-

гізілді. Сүт майының май қышқылының құрамын анықтау ішкі қалыпқа келтіру әдісін қолдануға негізделген – қоспаның құрамдас бөліктерінің құрамын анықтау әдісі, онда кез-келген параметрлердің қосындысы, барлық шындардың аудандарының қосындысы 100% деп қабылданады, содан кейін жеке шың ауданының көбейту аудандарының қосындысына қатынасы және 100-ге қоспаның құрамдас бөліктерінің массалық үлесін (%) сипаттайды. Бұл әдіс талданатын компоненттердің аудандарының олардың концентрациясына әдеттегі градуирлеу тәуелділігін құруды қажет етпейді. Алайда, хроматографиялық жүйені бітіру шындарды одан әрі дұрыс анықтау үшін май қышқылдарының метил эфирлерінің уақытын бағалау үшін қажет. Хроматография буландырғыштың температурасы 250°С, детектордың температурасы 260°С болған кезде жүргізілді. Тасымалдаушы газ (жылжымалы фаза)-азот, тұтыну 95.5 мл/мин. Хроматографқа ағынның бөлінуі 1:40 болатын 1 мкл сынама енгізілді. Май қышқылдарының метил эфирлерін толығымен бөлу үшін температураны бағдарламалаумен арнайы бөлу режимі таңдалды (талдаудың жалпы уақыты – 68.5 мин):

- бағанның бастапқы температурасы 100°С - 5 минут ішінде;
- 27,5 мин ішінде 4°С/мин жылдамдықпен температураның 210°С дейін градиенттік өсуі;
- 8 минут ішінде 210°С температурада изотермиялық бөлігі.

- 3 минут ішінде 10°C/мин жылдамдықпен температураның 240 °C дейін градиентті жоғарылауы;

- 25 минут ішінде 240°C температурада изотермиялық учаске.

Калибрлеу май қышқылдарының 37 метил эфирлері қоспасының стандартты үлгісін қолдана отырып жүргізілді [32]. Май қышқылының құрамын сынама дайындау және анықтау МЕМСТ 32915-2014 «Сүт және сүт өнімдері. Газ хроматографиясы арқылы май фазасының май қышқылының құрамын анықтау» сәйкес жүзеге асырылды.

Сүт липидтерінің биологиялық тиімділік коэффициенті полиқанықпаған май қышқылдарының жалпы санының қаныққан май қышқылдарының жалпы санына қатынасы ретінде анықталды [33]:

$$БЭ = \frac{\sum PUFA}{\sum NFA} \quad (1)$$

мұндағы: БЭ – биологиялық тиімділік коэф-

Атерогендік индексі Уилбрихт пен Саутгейт формуласы бойынша есептелді [37].

$$ИА = \frac{12 : 0 + 4 \times 14 : 0 + 16 : 0}{\sum МНЖК + \sum ПНЖК} \quad (2)$$

Тромбогендік индексі Уилбрихт пен Саутгейт формуласымен есептелді:

$$ИТ = \frac{C14 : 0 + C16 : 0 + C18 : 0}{0.5 \times МНЖК + 0.5 \times ПНЖК - \omega 6 + 0.5 \times ПНЖК - \omega 3 + ПНЖК - \frac{\omega 3}{ПНЖК} - \omega 6} \quad (3)$$

Денсаулық индексі келесі формула бойынша есептелді:

$$ИЗ = \frac{\sum МНЖК + \sum ПНЖК}{C12 : 0 + 4 \times C14 : 0 + C16 : 0} \quad (4)$$

Денсаулық индексі (ИЗ) - полиқанықпаған және моноқанықпаған май қышқылдарының қосындысының қаныққан май қышқылдарына қатынасын көрсетеді [38]. Әдетте, соя және зәйтүн сияқты өсімдік майлары денсаулықтың ең үлкен индексіне ие-7-ден жоғары, ал PUFA және MUFA төмен құрамымен сипатталатын жануарлар майларының индексі 2-ден аз. CSN3 генотипіне бай-

фициенті, Σ PUFA – липидтердегі полиқанықпаған май қышқылдарының жалпы мөлшері,%, Σ NFA – қаныққан май қышқылдарының жалпы мөлшері, %.

Тұтынылатын тағамның май қышқылдық құрамын сипаттайтын көрсеткіштерге атерогендік, тромбогендік және денсаулық индекстері жатқызылуы мүмкін. Атерогендік индексі (ИА) – қаныққан және қанықпаған май қышқылдарының қосындысы арасындағы қатынасты көрсететін көрсеткіш [34]. Бұл индекс қаныққан және қанықпаған май қышқылдарының арақатынасынан есептеледі. Тромбогендік индексі (ИТ) – протромбогендік (қаныққан май қышқылдары) және антитромбо-гендік (моно және полиқанықпаған май қышқылдары) арақатынасымен анықталатын қан тамырларындағы тромбоз тенденциясын сипаттайтын көрсеткіш. Сонымен, атерогендік және тромбогендік индексі жоғары қаныққан майлар мен өнімдерді шамадан тыс тұтыну атеросклероздың даму қаупін едәуір арттырады, нәтижесінде инфаркт пен инсульт, сондай-ақ жүректің ишемиялық ауруы туындайды [35, 36].

ланысты сүттің сапалық көрсеткіштері мен биологиялық құндылығын зерттеу бойынша ғылыми зерттеу жүргізу үшін сиырлардың әр тобында үш кіші топ құрылды.

Нәтижелер және талқылау. 1-кестеге сәйкес зерттелген үлгілерде каппа казеинінің АА, АВ және ВВ үш генотипінің болуын көрсетті. Голш-

тин тұқымдас сиырларда А аллелінің пайда болу жиілігі 0,65, ал В аллелі 0,35 болды. АА генотипі үшін пайда болу жиілігі 45%, АВ үшін – 40% және ВВ – 15% құрады. Ал қара-ала тұқымды жануарларда А аллелінің пайда болу жиілігі 0,78, ал В аллелі 0,22 болды. АА генотипі үшін пайда болу жиілігі 60%, АВ үшін – 35% және ВВ – 5% құрады. Ал Алатау тұқымды сиырларда А

аллелінің кездесу жиілігі 0,75, ал В аллелі 0,25 болды. АА генотипі үшін пайда болу жиілігі 55%, АВ үшін – 40% және ВВ – 5% құрады. Барлық үш тұқымның сиырларында каппа-казеин генінің АА, АВ және ВВ генотиптері мен аллельдерінің кездесу жиілігі 1-кестеде барынша анық көрсетілген [39].

1-кесте – Зерттелген сиырлардағы каппа-казеин генінің генотиптері мен аллельдерінің кездесу жиілігі

Сиыр тұқымы		n	Генотип жиілігі						Аллель жиілігі	
			АА		АВ		ВВ		А	В
			n	%	n	%	n	%		
Голштин	Н	20	9	45	8	40	3	15	0.65	0.35
	О		9	45	9	45	2	10		
Қара-ала	Н	20	12	60	7	35	1	5	0.78	0.22
	О		12	60	7	35	1	5		
Алатау	Н	20	11	55	8	40	1	5	0.75	0.25
	О		11	55	8	40	1	5		

Кесте 2 - Каппа-казеин генотипіне байланысты зерттелетін тұқымды сиырлар сүтінің май қышқылдық құрамы

Май қышқылының коды	Май қышқылының атауы	Голштин			Қара-ала			Алатау		
		АА	АВ	ВВ	АА	АВ	ВВ	АА	АВ	ВВ
C4:0	май	3.06	3.62	3.70	3.50	3.49	3.80	3.50	2.14	2.18
C6:0	капрон	1.59	2.24	1.52	1.68	3.00	2.13	1.81	1.55	1.58
C8:0	каприл	1.32	1.57	1.40	1.11	1.66	1.20	1.56	0.97	0.99
C10:0	каприн	2.11	3.50	2.41	2.15	3.53	2.12	2.14	2.24	2.37
C12:0	лаурин	2.78	3.25	2.97	3.01	3.67	3.12	2.33	2.62	2.81
C14:0	миристин	10.01	12.96	9.63	11.36	11.57	11.50	10.60	10.16	10.05
C16:0	пальмитин	27.59	28.44	27.69	28.10	26.04	28.40	27.63	28.17	27.71
C18:0	стеарин	9.18	9.50	13.14	10.25	10.71	10.36	11.30	12.26	12.31
C20:0	арахин	0.14	0.10	0.20	0.25	0.09	0.18	0.20	0.15	0.17
C22:0	беген	0.07	0.08	0.11	0.08	0.04	0.07	0.08	0.06	0.06
қаныққан май қышқылдары		57.85	65.28	62.77	61.49	63.80	62.88	61.14	60.32	60.24
C10:1	децен	0.26	0.40	0.28	0.26	0.21	0.30	0.33	0.21	0.20
C14:1*	миристинолеин	1.44	1.48	0.87	1.15	1.21	1.33	1.15	1.12	1.02
C16:1*	пальмитолеин	2.33	2.37	1.60	2.03	2.37	2.14	2.05	2.13	1.96
C18:1*	олеин (омега 9)	29.46	21.64	25.58	25.80	23.49	23.89	26.90	26.80	27.12
моноқанықпаған май қышқылдары		33.49	25.89	28.34	29.24	27.29	27.66	30.43	30.26	30.30
C18:2*	линол (омега 6)	3.52	3.79	3.89	3.01	3.82	4.01	2.63	3.94	4.10
C18:3*	а_линолен (омега 3)	0.99	0.86	0.94	1.40	1.06	1.20	1.14	1.06	1.13
полиқанықпаған май қышқылдары		4.51	4.65	4.83	4.41	4.88	5.21	3.77	5.00	5.23
қанықпаған май қышқылдары		38.0	30.54	33.17	33.65	32.17	32.87	34.20	35.26	35.53
басқа май қышқылдары		4.15	4.19	4.06	4.86	4.03	4.25	4.65	4.42	4.22

3-кесте – Каппа-казеин генотипіне байланысты зерттелетін тұқымды сиырлардағы негізгі өмірлік маңызды май қышқылдарының құрамы мен қатынасы

Май қышқылының мөлшері, %	Голштин			Қара-ала			Алатау		
	AA	AB	BB	AA	AB	BB	AA	AB	BB
ΣННЖК	38.0	30.54	33.17	33.65	32.17	32.87	34.20	35.26	35.53
ΣНЖК	57.85	65.28	62.77	61.49	63.80	62.88	61.14	60.32	60.24
ΣC12:0-C16:0	40.38	44.65	40.29	42.47	41.28	43.02	40.56	40.95	40.57
ΣПНЖК (C18:2-C18:3)	4.51	4.65	4.83	4.41	4.88	5.21	3.77	5.00	5.23
Олеин қышқылы (C18:1)	29.46	21.64	25.58	25.8	23.49	23.89	26.90	26.80	27.12
Май қышқылы (C4:0)	3.06	3.62	3.70	3.5	3.49	3.8	3.50	2.14	2.18
ΣC8:0-C12:0	6.21	8.32	6.78	6.27	8.86	6.44	6.03	5.83	6.17
ΣC4:0-C12:0+ ΣПНЖК	15.37	18.83	16.83	15.86	20.23	17.58	15.11	14.52	15.16
C18:2 : C18:3	3.56	4.41	4.14	2.15	3.60	3.34	2.31	3.72	3.63
ΣНЖК/ ΣННЖК	1.52	2.14	1.89	1.83	1.98	1.91	1.79	1.71	1.70
ИА	1.85	2.74	2.09	2.27	2.36	2.36	2.12	2.03	1.99
ИТ	2.67	3.74	3.38	3.17	3.34	3.40	3.09	3.17	3.12
ИЗ	0.54	0.37	0.48	0.44	0.42	0.42	0.47	0.49	0.50

Жалпы алғанда, голштин сиырларында генотиптердің күтілетін жиілігі ВВ аллельдерінің генотипі бақыланатын шамаларға қарағанда 5% -ға төмен, АВ генотипі бақыланатын шамаларға қарағанда жоғары және АА генотиптері бірдей. Қара-ала және Алатау тұқымдарының сиырларында күтілетін және байқалатын АА, АВ және ВВ генотиптерінің кездесу жиілігі бірдей болды.

Каппа-казеин генінің локустары бойынша зерттелетін тұқымды сиырлар сүтінің май қышқылдық құрамы зерттелді. 2-кестеге сәйкес талдау нәтижелері бойынша - АА генотиптері бар зерттеліп отырған сиырлардың сүт майындағы май қышқылының құрамы бойынша PUFA көрсеткіші төмен екенін және Алатау тұқымды сиырларда ең төменгі көрсеткіштер болғанын көрсетті, яғни – 3,77%-ды құрады, біз білетіміздей, шикізат құрамында маңызды май қышқылдарының болуы адам ағзасына жағымды әсер етеді. Май қышқылының құрамы бойынша ВВ генотипі бар қара-ала тұқымды сиырлар көш бастап тұр, яғни ол 3,80%-ды құрады, содан кейін АВ және ВВ аллельдері бар голштин сиырларында 3,62% және 3,70%-ды құрады, біз білетіндей, бұл қышқыл адам ағзасына негізінен тек сүтпен енеді (2-кесте).

ω-6 /ω-3 қатынасы маңызды көрсеткіш болып табылады, АВ және ВВ генотиптері бар голштин сиырларында оңтайлы шамаларға жақын болды, яғни ол 3-кестеге сәйкес 4,41% және 4,14%-ды құрайды. Полиқаньқаған май қышқылдары жоғары биологиялық белсенділікпен сипатталады - олар жасуша алмасуына қатысады және антисклеротикалық әсерге ие [40, 41]. Май қышқылы құрамының жалпы санынан PUFA ең жоғары көрсеткіштері ВВ және АВ генотиптері бар жануарларда (5.23%; 5%) болды. Барлық сүт топтарында сәйкесінше және С18: 2 басым болды (3-кесте).

Қорытынды. ҒЗЖ шеңберінде каппа-казеин генотипінің зерттелетін тұқымды сиырлардағы негізгі өмірлік маңызды май қышқылдарының құрамы мен арақатынасына әсері туралы зерттеулер жүргізілді. АВ және ВВ аллельдерін тасымалдайтын қара-ала тұқымды сиырлардың сүтінің құрамында ω-6 және ω-3 саны – 4,88% және 5,21% құрады, ал Алатау тұқымды сиырларда АВ және ВВ генотиптері бар бұл көрсеткіш ең жоғары болды – 5,00% және 5,23%, бұл адам ағзасына анағұрлым қолайлы. Алынған нәтижелер арқылы сүттің құрылымын егжей-тегжейлі зерттеуге көмектесетін қосымша зерттеулер жүргізуге болады.

Литература

1. Юдахина М. А., Табаков Н. А. Влияние скармливания плющеного ячменя дойным коровам на молочную продуктивность и качество продуктов переработки молока // Вестник красноярского государственного аграрного университета. – Красноярск, 2011.- № 8(59). - С. 172 - 175.
2. Fenelon M. A., and Guinee T. P. The effect of milk fat on Cheddar cheese yield and its prediction, using modifications of the van Slyke cheese yield formula // J. Dairy Sci. – 1999. – № 82(11).- P. 2287 - 2299. DOI.10.3168/jds.S0022-0302(99)75477-9
3. Esposito G., Masucci F., Napolitano F., Braghieri A., Romano R., Manzo N., and Di Francia A. Fatty acid and sensory profiles of Caciocavallo cheese as affected by management system // J. Dairy Sci. - 2014.-№ 97(4). -P. 1918-1928. DOI 10.3168/jds.2013-7292
4. Martini M., Salari F., and Altomonte I. The macrostructure of milk lipids: The fat globules // Crit. Rev. Food Sci. Nutr.- 2016. -№ 56(7).-P.1209-1221. DOI 10.1080/10408398.2012.758626
- 5.Иванов В. А., Таджиев К. П. Состав и технологические свойства молока симментальских и симментал-голландских помесных коров//Аграрное образование и наука.- Екатеринбург.- 2014.- № 4.- С. 1 -7.
6. Lucey J. A. Raw milk consumption. Risks and benefits // Nutr. Today. 2015.-Vol. 50(4).- P. 189—193. DOI 10.1097/NT.000000000000108
7. Буянова И. В., Дьяченко С. А. Требования к сырью и готовой продукции в сыроделии алтайского края // Техника и технология пищевых производств. –Кемерово.- 2013.- № 4. - С. 3 - 8.
8. Bilal G., Cue R. I., Mustafa A. F., and Hayes J. F. Short communication: Genetic parameters of individual fatty acids in milk of Canadian Holsteins // J. DairySci.- 2014.-Vol.97(2).- P.1150-1156. DOI 10.3168/jds.2012-6508
9. Loginova T. P. and Vorobyeva N. V. Fat phase of milk – raw material of cows of different breeding in LLC «Plmzavod named after Lenin» // Vestnik of Ulanovsk state agricultural academy.-2016.-№ 2.- P. 145-150.
9. Логинова Т.П., Воробьева Н.П.Фаза молока-сырья у коров различной селекции в ООО «Племзавод им.Ленина»// Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии.- 2016.-№ 2.- С.145-150. DOI 10.18286/1816-4501-2016-2-145-150
10. Parodi P. Milk fat in human nutrition // Australian J. Dairy. Technol. -2004.-Vol. 59.- P.3-59.
11. Топникова Е. В., Горшкова Е. И., Меркулова М. И. Исследование состава жирных кислот молочного масла // Сыроделие и маслоделие.- 2013.-№ 3.- С. 47 - 49.
12. Shingfield K. J., Bonnet M., and Scollan N. D. Recent developments in altering the fatty acid composition of ruminant-derived foods // Animal (Suppl)-2013.- Vol. 7(1).-P. 132-162. DOI 10.1017/S1751731112001681
13. Nullo E., Frigo E., Rossoni A., Finocchiaro R., Serra M., Rizzi N., Samore A. B., Canavesi F., Strillacci M. G., Prinsen R. T. M. M., Bagnato A. Genetic parameters of fatty acids in Italian Brown Swiss and Holstein cows // Ital. J. Anim. Sci.-2014.- Vol.13(3).- P. 397-403. DOI 10.4081/ijas.2014.3208
14. Pulina G., Francesconi A. H. D., Stefanon B., Sevi A., Calamari L., Lacetera N., Dell’Orto V., Pilla F., Marsan P. A., Mele M., Rossi F., Bertoni G., Crovetto G. M., and Ronchi B. Sustainable ruminant production to help feed the planet // Ital. J. Anim. Sci.- 2017.- Vol.16(1).-P. 140-171. DOI 10.1080/1828051X.2016.1260500
15. Schwingshackl L., and Hoffmann G. Monounsaturated fatty acids and risk of cardiovascular disease: Synopsis of the evidence available from systematic reviews and meta-analyses // Nutrients -2012.- Vol. 4(12)- P. 1989–2007. DOI 10.3390/nu4121989
16. Food and Agriculture Organization. (2010). Fats and fatty acids in human nutrition. Report of an expert

consultation. FAO Food Nutr. -166 p. ISBN 978-92-5-106733-8

17. Li C., Sun D., Zhang S., Wang S., Wu X., Zhang Q., Liu L., Li Y., and Qiao L. Genome wide association study identifies 20 novel promising genes associated with milk fatty acid traits in Chinese Holstein // PLoS One – 2014- Vol. 9 (5). - P. 96-186. DOI 10.1371/journal.pone.0096186
18. Zhang, W., Zhang, J., Cui, L., Ma, J., Chen, C., Ai, H., Xie, X., Li, L., Xiao, S., Huang, L., Ren, J., Yang, B. Genetic architecture of fatty acid compositions in the longissimus dorsi muscle revealed by genome-wide association studies on diverse pig populations // Genetics Selection Evolution.-2016.-№ 48 (5).- P. 1-10. DOI 10.1186/s12711-016-0184-2
19. Добрян Е. И., Юрова Е. А., Жижин Н. А. Функциональные молочные продукты, обогащенные полиненасыщенными жирными кислотами семейства омега-3 и омега-6 // Молочная промышленность.- 2013.-№ 11.- С. 45 - 46.
20. Перова Н. В., Метельская В. А., Соколов Е. И., Щукина Г. Н., Фомина В. М. Диетические жирные кислоты. Влияние на риск сердечно-сосудистых заболеваний // Рациональная аптекарь.-2011.-№ 7(5).- С. 620 - 627.
21. Хромова Л. Г., А. В. Востроилов, Н. В. Байлова. Молочное дело: Учебник – СПб.: Издательство «Лань», 2022. - 332 с. ISBN 978-5-507-44239-3
22. Stoop, W.M., van Arendonk, J.A.M., Heck, J.M.L., Valenberg, H.J.F., Bovenhuis, H. Genetic parameters for major milk fatty acids and milk production traits of Dutch Holstein Friesians // Journal of Dairy Science.-2008.- Vol. 91(1).-P. 385 - 394. DOI 10.3168/jds.2007-0181
23. Narukami, T., Sasazaki, S., Oyama, K., Nogi, T., Taniguchi, M., Mannen, H. Effect of DNA polymorphisms related to fatty acid composition in adipose tissue of Holstein cattle // Animal Science Journal. -2011.-Vol. 82(3).- P. 406- 411. DOI 10.1111/j.1740-0929.2010.00855.x
24. Калашникова Л. А., Труфанов В. Г. Влияние генотипа каппа-казеина на молочную продуктивность и технологические свойства молока коров холмогорской породы // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук.-2006.- № 4.- С. 43 - 44.
25. Тюлькин С. В., Ахметов Т. М., Загидуллин Л. Р., Рачкова Е. Н., Шайдуллин С. Ф., Гильманов Х. Х. Полиморфизм гена каппа-казеина в стадах крупно рогатого скота Республики Татарстан // Ученые записки КГАВМ им. Н. Э. Баумана. -2016. – Т. 255, № 1. – С. 148–151.
26. Павлова Н. И., Филиппова Н. П., Куртанов Х. А., Корякина Л. П. Оценка аллельного и генотипического разнообразия крупного рогатого скота Якутии по генам молочности // Наука и образование.- 2016.-№ 3.- С. 122-127.
27. Khaizaran, Z., Al-Razem, F. Analysis of selected milk traits in Palestinian Holstein-Friesian cattle in relation to genetic polymorphism // Journal of Cell and Animal Biology.-2014. -Vol. 8(5).- P. 74 - 85. DOI 10.5897/JCAB2014.0409
28. Овсяников А. И. Основы опытного дела в животноводстве. – М.: Колос, 1976.- 303 с.
29. Дунин И. М., Переверзев Д. Б., Козанков А. Г. Проведение научных исследований в скотоводстве: Методические рекомендации.- М., 2000.-80 с.ISBN 5-87958-126-8
30. Калашникова Л. А., Дунин И. М., Глазко В. И., Рыжова Н. В., Голубина Е. П. ДНК-технологии оценки сельскохозяйственных животных.-Лесные Поляны: ВНИИплем, 1999. - 148 с.
31. Петухов В. Л., Жигачев А. И., Назарова Г. А. Ветеринарная генетика с основами вариационной статистики.- М.: Агропромиздат, 1985.-369 с.
32. Нургалиева М. Т., Тойшиманов М. Р., Сериков М. С., Мырзабаева Н. Е., Хастаева А. Ж. Калибровка газохроматографического прибора для определения жирнокислотного состава пищевых

- продуктов // «Ізденістер, нәтижелер. Исследования, результаты».-2019.-№ 1(18) – С. 79–85.
33. Нечаев А. П. Пищевая химия / А. П. Нечаев и др.: под ред. А. П. Нечаева. – СПб.: ГИОРД, 2015. – 672 с. ISBN 978-5-98879-196-6.
34. Fehily, A.M.. Dietary indices of atherogenicity and thrombogenicity and ischemic heart disease risk: the Caerphilly Prospective Study // *British Journal of Nutrition*.-1994.-Vol.71(2)- P. 249–258. DOI 10.1079/bjn19940131
35. ВОЗ Здоровое питание Информационный бюллетень № 394 сентябрь 2015 г.
36. Перова Н. В., Метельская В. А., Соколов Е. И., Щукина Г. Н., Фомина В. М. Диетические жирные кислоты. Влияние на риск сердечно-сосудистых заболеваний // *Рациональная аптекарь*.- 2011.-№ 7(5). – С. 620–627.
37. Ulbricht, T.L.V., Southgate, D.A.T. Coronary heart disease: seven dietary factors // *Lancet*. – 1991.- Vol. 338(8773).- P. 985 - 992. DOI: 10.1016/0140-6736(91)91846-m
38. Tait, J.R., Reesy, Investigating opportunities available in genetic selection for healthy beef. 2007. <https://slideplayer.com/slide/4750876/>
39. Хастаева А.Ж., Альжаксина Н.Е., Сағымбаева Д.Е. Сүттің тағамдық құндылығына каппа-казеин генотипінің әсері // Шәкәрім университетінің хабаршысы. Техникалық ғылымдар сериясы. № 1(13). – 2024. - С. 273 – 280. DOI 10.53360/2788-7995-2024-1(13)-35
40. Емец З. В., Мирошникова О. С., Хруцкий С. С., Баско С. О. Воздействие факторов породы и отец на жирнокислотный состав молока коров // *Serenity – Group*. – 2017. – № 3-2(43). – С. 37–40.
41. Андрианов Ю. П., Вышемирский Ф. А., Качераускис Д. В. Производства сливочного масла: Справочник; под ред. д.т.н. Ф. А. Вышемирского. – М.: Агропромиздат, 1988. – 303 с.

References

- Judahina M. A., Tabakov N. A. Vlijanie skarmlivanija pljushhenogo jachmenja dojnym korovam no molochnuju produktivnost' i kachestvo produktov pererabotki moloka // *Vestnik krasnojarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. – Krasnojarsk, 2011.- № 8(59). - S. 172 - 175.[in Russ.]
- Fenelon M. A., and Guinee T. P. The effect of milk fat on Cheddar cheese yield and its prediction, using modifications of the van Slyke cheese yield formula // *J. Dairy Sci*. – 1999. – № 82(11).- P. 2287 - 2299. DOI.10.3168/jds.S0022-0302(99)75477-9
- Esposito G., Masucci F., Napolitano F., Braghieri A., Romano R., Manzo N., and Di Francia A. Fatty acid and sensory profiles of Caciocavallo cheese as affected by management system // *J. Dairy Sci*. - 2014.-№ 97(4). -P. 1918-1928. DOI 10.3168/jds.2013-7292
- Martini M., Salari F., and Altomonte I. The macrostructure of milk lipids: The fat globules // *Crit. Rev. Food Sci. Nutr*.- 2016. -№ 56(7).-P.1209-1221. DOI 10.1080/10408398.2012.758626
- Ivanov V. A., Tadzhiiev K. P. Sostav i tehnologicheskie svojstva moloka simmental'skih i simmental-golshtinskih pomesnyh korov//*Agrarnoe obrazovanie i nauka*.- Ekaterinburg.- 2014.- № 4.- S. 1 -7.[in Russ.]
- Lucey J. A. Raw milk consumption. Risks and benefits // *Nutr. Today*. 2015.-Vol. 50(4).- P. 189 - 193. DOI 10.1097/NT.000000000000108
- Bujanova I. V., D'jachenko S. A. Trebovaniya k syr'ju i gotovoj produkcii v syrodellii altajskogo kraja // *Tehnika i tehnologija pishhevych proizvodstv*. –Kemerovo.- 2013.- № 4. - S. 3 - 8.[in Russ.]
- Bilal G., Cue R. I., Mustafa A. F., and Hayes J. F. Short communication: Genetic parameters of individual

-
- fatty acids in milk of Canadian Holsteins // *J. DairySci.*- 2014.-Vol.97(2).- P.1150-1156.
DOI 10.3168/jds.2012-6508
9. Loginova T.P., Vorob'eva N.P.Faza moloka-syr'ja u korov razlichnoj selekcii v OOO «Plemzavod im.Lenina»// *Vestnik Ul'janovskoj gosudarstvennoj sel'skohoz'jajstvennoj akademii.*-2016.-№ 2.- S.145-150. [in Russ.]DOI 10.18286/1816-4501-2016-2-145-150
10. Parodi P. Milk fat in human nutrition // *Australian J. Dairy. Technol.* -2004.-Vol. 59.- P.3-59.
11. Topnikova E. V., Gorshkova E. I., Merkulova M. I. Issledovanie sostava zhirnyh kislot molochnogo masla // *Syrodelie i maslodellie.*- 2013.-№ 3.- S. 47 - 49. [in Russ.]
12. Shingfield K. J., Bonnet M., and Scollan N. D. Recent developments in altering the fatty acid composition of ruminant-derived foods // *Animal (Suppl)*-2013.- Vol. 7(1).-P. 132-162.
DOI 10.1017/S1751731112001681
13. Nullo E., Frigo E., Rossoni A., Finocchiaro R., Serra M., Rizzi N., Samore A. B., Canavesi F., Strillacci M. G., Prinsen R. T. M. M., Bagnato A. Genetic parameters of fatty acids in Italian Brown Swiss and Holstein cows // *Ital. J. Anim. Sci.*-2014.- Vol.13(3).- P. 397-403.DOI 10.4081/ijas.2014.3208
14. Pulina G., Francesconi A. H. D., Stefanon B., Sevi A., Calamari L., Lacetera N., Dell'Orto V., Pilla F., Marsan P. A., Mele M., Rossi F., Bertoni G., Crovetto G. M., and Ronchi B. Sustainable ruminant production to help feed the planet // *Ital. J. Anim. Sci.*- 2017.- Vol.16(1).-P. 140-171.
DOI 10.1080/1828051X.2016.1260500
15. Schwingshackl L., and Hoffmann G. Monounsaturated fatty acids and risk of cardiovascular disease: Synopsis of the evidence available from systematic reviews and meta-analyses // *Nutrients* -2012.- Vol. 4(12)- P. 1989–2007. DOI 10.3390/nu4121989
16. Food and Agriculture Organization. (2010). *Fats and fatty acids in human nutrition. Report of an expert consultation.* FAO Food Nutr. -166 p. ISBN 978-92-5-106733-8
17. Li C., Sun D., Zhang S., Wang S., Wu X., Zhang Q., Liu L., Li Y., and Qiao L. Genome wide association study identifies 20 novel promising genes associated with milk fatty acid traits in Chinese Holstein // *PLoS One* – 2014- Vol. 9 (5). - P. 96-186. DOI 10.1371/journal.pone.0096186
18. Zhang, W., Zhang, J., Cui, L., Ma, J., Chen, C., Ai, H., Xie, X., Li, L., Xiao, S., Huang, L., Ren, J., Yang, B. Genetic architecture of fatty acid compositions in the longissimus dorsi muscle revealed by genome-wide association studies on diverse pig populations // *Genetics Selection Evolution.*-2016.-№ 48 (5).- P. 1-10. DOI 10.1186/s12711-016-0184-2
19. Dobrjan E. I., Jurova E. A., Zhizhin N. A. Funkcional'nye molochnye produkty, obogoshhennye polinenasys'hennymi zhirnymi kislotami semejstva omega-3 i omega-6 // *Molochnaja promyshlennost'.*- 2013.-№ 11.- S. 45 - 46. [in Russ.]
20. Perova N. V., Metel'skaja V. A., Sokolov E. I., Shhukina G. N., Fomina V. M. Dieticheskie zhirnye kisloty. Vlijanie na risk serdechno-sosudistyh zabol'evanij // *Racional'naja aptekar'.*-2011.-№ 7(5).- S. 620 - 627. [in Russ.]
21. Hromova L. G., A. V. Vostroilov, N. V. Bajlova. *Molochnoe delo: Uchebnik* – SPB.: Izdatel'stvo «Lan'», 2022. - 332 s. ISBN 978-5-507-44239-3[in Russ.]
22. Stoop, W.M., van Arendonk, J.A.M., Heck, J.M.L., Valenberg, H.J.F., Bovenhuis, H. Genetic parameters for major milk fatty acids and milk production traits of Dutch Holstein Friesians // *Journal of Dairy Science.*-2008.- Vol. 91(1).-P. 385 - 394. DOI 10.3168/jds.2007-0181
23. Narukami, T., Sasazaki, S., Oyama, K., Nogi, T., Taniguchi, M., Mannen, H. Effect of DNA polymorphisms related to fatty acid composition in adipose tissue of Holstein cattle // *Animal*
-

- Science Journal. -2011.-Vol. 82(3).- P. 406- 411. DOI 10.1111/j.1740-0929.2010.00855.x
24. Kalashnikova L. A., Trufanov V. G. Vlijanie genotipa kappa-kazeina na molochnuju produktivnost' i tehnologicheskie svojstva moloka korov holmogroskoj porody // Doklady Rossijskoj akademii sel'skohozjajstvennyh nauk.-2006.- № 4.- S. 43 - 44. [in Russ.]
25. Tjul'kin S. V., Ahmetov T. M., Zagidullin L. R., Rachkova E. N., Shajdullin S. F., Gil'manov H. H. Polimorfizm gena kappa-kazeina v stadah krupno rogatogo skota Respubliki Tatarstan // Uchenye zapiski KGAVM im. N. Je. Baumana. -2016. – T. 255, № 1. – S. 148–151. [in Russ.]
26. Pavlova N. I., Filippova N. P., Kurtanov H. A., Korjakina L. P. Ocenka allel'nogo i genotipicheskogo raznoobrazija krupnogo rogatogo skota Jakutii po genam molochnosti // Nauka i obrazovanie.- 2016.-№ 3.- S. 122-127. [in Russ.]
27. Khaizaran, Z., Al-Razem, F. Analysis of selected milk traits in Palestinian Holstein-Friesian cattle in relation to genetic polymorphism // Journal of Cell and Animal Biology.-2014. -Vol. 8(5).- P. 74 - 85. DOI 10.5897/JCAB2014.0409
28. Ovsjanikov A. I. Osnovy opytnogo dela v zhivotnovodstve. – M.: Kolos, 1976.- 303 s. [in Russ.]
29. Dunin I. M., Pereverzev D. B., Kozankov A. G. Provedenie nauchnyh issledovanij v skotovodstve: Metodicheskie rekomendacii.- M., 2000.-80 s.ISBN 5-87958-126-8.[in Russ.]
30. Kalashnikova L. A., Dunin I. M., Glazko V. I., Ryzhova N. V., Golubina E. P. DNK-tehnologii ocenki sel'skohozjajstvennyh zhivotnyh.-Lesnye Poljany: VNIIPlem, 1999. - 148 s. [in Russ.]
31. Petuhov V. L., Zhigachev A. I., Nazarova G. A. Veterinarnaja genetika s osnovami variacionnoj statistiki.- M.: Agropromizdat, 1985.-369 s. [in Russ.]
32. Nurgalieva M. T., Tojshimanov M. R., Serikov M. S., Myrzabaeva N. E., Hastaeva A. Zh. Kalibrovka gazohromatograficheskogo pribora dlja opredelenija zhirnokislотного состава pishhevyyh produktov // «Izdenister, nәtizheler. Issledovaniya, rezul'taty».-2019.-№ 1(18) – S. 79–85. [in Russ.]
33. Nechaev A. P. Pishhevaja himija / A. P. Nechaev i dr.: pod red. A. P. Nechaeva. – SPb.: GIORД, 2015. – 672 s. ISBN 978-5-98879-196-6. [in Russ.]
34. Fehily, A.M.. Dietary indices of atherogenicity and thrombogenicity and ischemic heart disease risk: the Caerphilly Prospective Study // British Journal of Nutrition.-1994.-Vol.71(2)- P. 249–258. DOI 10.1079/bjn19940131
35. VOZ Zdorovoe pitanie Informacionnyj bjulleten' № 394 sentjabr' 2015 g. [in Russ.]
36. Perova N. V., Metel'skaja V. A., Sokolov E. I., Shhukina G. N., Fomina V. M. Dieticheskie zhirnye kisloty. Vlijanie na risk serdechno-sosudistyh zabolovanij // Racional'naja aptekar'.- 2011.-№ 7(5). - S. 620-627. [in Russ.]
38. Tait, J.R., Reecu, Investigating opportunities available in genetic selection for healthy beef. 2007. <https://slideplayer.com/slide/4750876/>
39. Hastaeva A.Zh., Al'zhaksina N.E., Sařymbaeva D.E. Syttiң tařamdyқ kыndylyřyna kappa-kazein genotipiniң әseri // Shәkәrim universitetiniң habarshysy. Tehnikalyқ ғыlymdar serijasy. № 1(13). – 2024. - S. 273 -280. DOI 10.53360/2788-7995-2024-1(13)-35 [in Kazakh.]
40. Emec Z. V., Miroshnikova O. S., Hruckij S. S., Basko S. O. Vozdejstvie faktorov porody i otec na zhironkislотnyj sostav moloka korov // Serenity -Group.- 2017.-№ 3-2(43).- S. 37-40. [in Russ.]
41. Andrianov Ju. P., Vyshemirskij F. A., Kacherauskis D. V. Proizvodstva slivochnogo masla: Spravochnik; pod red. d.t.n. F. A. Vyshemirskogo.-M.: Agropromizdat, 1988. -303 s. [in Russ.]

Автор туралы мәліметтер

Хастаева А.Ж.– Phd, Қ.Құлажанов атындағы қазақ технология және бизнес университеті, Астана, Қазақстан, e-mail: gera_or@mail.ru.

Information about authors

Khastayeva A. – Phd, K.Kulazhanov Kazakh University of Technology and Business, Astana, Kazakhstan, e-mail: gera_or@mail.ru.