

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЖИРНОКИСЛОТНОГО СОСТАВА И НУТРИЦИОННЫХ ИНДЕКСОВ (AI, TI, NN, Ω -6/ Ω -3) МЯСА, ПРИСУТСТВУЮЩЕГО НА РЫНКЕ КАЗАХСТАНА

А.Ю. МИРОНЕНКО^{id}, Ж.Н. УВАНИСКАНОВА*^{id}, Ю.А. СИНЯВСКИЙ^{id},
А.Ш. ШАРИПБАЕВА^{id}, Д. ЫНТЫМАҚҚЫЗЫ^{id}

(Казахская Академия питания, Республика Казахстан,
050008, г. Алматы, ул. Клочкова, 66)

Электронная почта автора-корреспондента: zhuldyz.uvaniskanova@gmail.com*

В статье представлены результаты комплексного исследования, направленного на сравнительную оценку жирнокислотного состава шести видов мяса (конина, говядина, баранина, свинина, мясо марала и верблюда). Методом газохроматографического анализа установлен полный жирнокислотный профиль и рассчитаны ключевые индексы: соотношение ω 6/ ω 3, атерогенный (AI), тромбогенный (TI) и гиперхолестеринемический (NN). Результаты выявили основных лидеров по жирнокислотному составу и нутриционному балансу: говядина и конина обладают наилучшим балансом и самыми низкими AI/TI. Мясо марала является уникальным источником омега-3 полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) среди мяса. Баранина характеризуется самым высоким содержанием насыщенных жиров, а свинина критическим дисбалансом ω 6/ ω 3. Установлено, что мясо жвачных животных (говядина, баранина, а также марал и верблюд) закономерно содержит трансизомеры жирных кислот (октадеценую C18:1_{trans-9} и линолеиновую C18:2_{n6t}), что связано с процессом биогидрогенизации в рубце. Присутствие данных изомеров является естественной видовой характеристикой и отличает жир жвачных от жиров нежвачных животных (свинина). Проведенный анализ доказывает приоритет качества жира над его количеством и предоставляет научную основу для рационального выбора мясных продуктов в рационе.

Ключевые слова: мясо; жирнокислотный состав; газовая хроматография; нутриционные индексы.

ҚАЗАҚСТАН НАРЫҒЫНДА ҰСЫНЫЛҒАН ЕТТІҢ МАЙ ҚЫШҚЫЛДЫҚ ҚҰРАМЫ МЕН НУТРИЦИЯЛЫҚ ИНДЕКСТЕРІН (AI, TI, NN, Ω -6/ Ω -3) САЛЫСТЫРМАЛЫ БАҒАЛАУ

А.Ю. МИРОНЕНКО, Ж.Н. УВАНИСКАНОВА*, Ю.А. СИНЯВСКИЙ,
А.Ш. ШАРИПБАЕВА, Д. ЫНТЫМАҚҚЫЗЫ

(Қазақ тағамдану академиясы, Қазақстан Республикасы,
050008, Алматы қ., Клочкова к-сі, 66)

Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: zhuldyz.uvaniskanova@gmail.com*

Мақалада Қазақстан нарығында ұсынылған алты түрлі еттің (жылқы, сиыр, қой, шошқа, марал және түйе еттері) май қышқылдық құрамын салыстырмалы бағалауға бағытталған кешенді зерттеу нәтижелері ұсынылған. Газды хроматографиялық талдау әдісі арқылы май қышқылдарының толық профилі анықталып, негізгі нутрициялық индекстер есептелді: ω -6/ ω -3 қатынасы, атерогендік (AI), тромбогендік (TI) және гиперхолестеринемиялық (NN) индекстер. Алынған нәтижелер май қышқылдық құрамы мен нутрициялық теңгерімі бойынша жетекші ет түрлерін айқындады: сиыр еті мен жылқы еті ең оңтайлы теңгерімге және AI/TI көрсеткіштерінің ең төмен мәндеріне ие. Марал еті ет өнімдері арасында омега-3 полиқанықпаған май қышқылдарының бірегей көзі болып табылады. Қой еті қаныққан май қышқылдарының ең жоғары мөлшерімен сипатталса, шошқа еті ω -6/ ω -3 қатынасының айқын теңгерімсіздігімен ерекшеленеді. Зерттеу нәтижесінде күйіс қайыратын жануарлар етінде (сиыр, қой, сондай-ақ марал мен түйе) май қышқылдарының трансизомерлерінің (октадецен қышқылы C18:1_{trans-9} және линолеидин қышқылы C18:2_{n6t}) жүйелі түрде кездесетіні анықталды, бұл құбылыс месқарындағы

биогидрогенизация процесімен байланысты. Аталған изомерлердің болуы табиғи түрлік ерекшелік болып табылады және күйіс қайыратын жануарлар майын күйіс қайырмайтын жануарлар майынан (шошқа еті) ажыратады. Жүргізілген талдау майдың санынан гөрі оның сапасының басымдығын дәлелдейді және тағамдық рационда ет өнімдерін зғылыми негізде таңдауға мүмкіндік береді.

Негізгі сөздер: ет; май қышқылдық құрамы; газды хроматография; нутрициялық индекстер.

COMPARATIVE ASSESSMENT OF FATTY ACID COMPOSITION AND NUTRITIONAL INDICES (AI, TI, HH, Ω -6/ Ω -3) OF MEAT AVAILABLE ON THE KAZAKHSTANI MARKET

A.YU. MIRONENKO, Z.N. UVANISKANOVA*, YU.A. SINYAVSKIY,
A.SH. SHARIPBAYEVA, D. YNTYMAKKYZY

(Kazakh Academy of Nutrition, 66 Klochkova str., 050008, Almaty, Kazakhstan)

Corresponding author's e-mail: zhuldyz.uvaniskanova@gmail.com*

*This study presents the results of a comprehensive comparative analysis of the fatty acid composition of six meat types (horse, beef, lamb, pork, maral, and camel meats). Gas chromatography was employed to establish the complete fatty acid profile and to calculate key nutritional quality indices, including the ω -6/ ω -3 ratio, atherogenic index (AI), thrombogenic index (TI), and hypocholesterolemic/hypercholesterolemic ratio (HH). The results identified beef and horse meat as exhibiting the most favorable fatty acid profile and nutritional quality, characterized by the lowest AI and TI values. Maral meat was distinguished as a unique dietary source of omega-3 polyunsaturated fatty acids (PUFAs) among the meat types analyzed. Lamb showed the highest proportion of saturated fatty acids, whereas pork demonstrated a pronounced imbalance in the ω -6/ ω -3 ratio. Meat from ruminant species (beef, lamb, maral, and camel) was found to consistently contain trans fatty acid isomers, specifically octadecenoic acid (C18:1 *trans*-9) and linoleic acid (C18:2n-6t), which originate from ruminal biohydrogenation processes. The presence of these trans isomers represents a natural, species-specific characteristic of ruminant fat and clearly differentiates it from the fat of non-ruminant animals (pork). Overall, the findings emphasize the predominance of fatty acid quality over total fat content and provide a scientific basis for evidence-based selection of meat products in human nutrition.*

Keywords: meat; fatty acid composition; gas chromatography; nutritional quality indices.

Введение

Жирнокислотный состав (ЖКС) является ключевым критерием, определяющим не только пищевую и биологическую ценность мясных продуктов, но и их технологические свойства, вкусоароматические характеристики и сроки годности. В условиях глобализации рынка и роста потребительского спроса на продукты с гарантированным происхождением и традиционными рецептурами анализ жирнокислотного состава жировой фазы мясных продуктов является одним из важных показателей биодоступности. Казахстан, обладающий уникальными агроклиматическими условиями, богатыми пастбищными ресурсами, представляет собой исключительную базу для таких исследований. Стоит учесть, что данные по ЖКС, охватывающие как промышленные, так и мясо эндемичных животных, по-

прежнему фрагментарны и недостаточно систематизированы [1].

В научной литературе можно достаточно много найти данных по ЖКС мяса крупного рогатого скота, свиней, лошадей. Однако практически отсутствуют систематизированные данные по мясу животных, выращенных на специфических кормовых базах Казахстана, а также по уникальным видам сырья, таким как мясо марала, верблюда.

Целью данного исследования стало комплексное определение жирнокислотного состава широкого спектра мясных продуктов, представленных на рынке Казахстана, для создания их детализированных «жирнокислотных профилей» и оценки потенциала этих данных для решения прикладных задач пищевой промышленности. А также анализ и обобщение данных о соотношении омега-6/омега-3 ПНЖК, атерогенном (АТИ) и

тромбогенном (ИТИ) индексах в различных видах мяса.

Для комплексной оценки липидного профиля мяса сегодня используются три взаимодополняющих показателя:

1. Соотношение омега-6 к омега-3 полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК). Это один из наиболее значимых параметров. Исторически сложившийся в рационе человека баланс близок к 1:1, однако в современном западном питании он сместился в сторону 15:1 и даже 20:1 в пользу омега-6 ЖК. Высокое потребление омега-6 (в частности, линолевой кислоты) при дефиците омега-3 (альфа-линоленовой, эйкозапентаеновой и докозагексаеновой кислот) способствует провоспалительному фону в организме и является фактором риска развития сердечно-сосудистых, аутоиммунных заболеваний и ожирения. Поэтому мясо с низким соотношением омега-6/омега-3 (например, 3:1 или ниже) считается более предпочтительным с точки зрения профилактики этих состояний [2,3].

2. Атерогенный индекс (АТИ, IA) и тромбогенный индекс (ИТИ, IT). Эти индексы представляют собой расчетные интегральные показатели, которые оценивают влияние совокупности насыщенных и ненасыщенных ЖК на развитие атеросклероза и тромбогенеза. АТИ отражает способность жиров повышать уровень холестерина в крови и способствовать образованию атеросклеротических бляшек. ИТИ характеризует потенциальную склонность жиров к образованию тромбов. Чем ниже значения этих индексов, тем более благоприятным и «здоровым» считается липидный профиль продукта [4-6].

Понимание и контроль этих индексов в мясе критически важны по нескольким причинам:

1. Позволяет делать осознанный диетический выбор, отдавая предпочтение видам мяса (например, мясу травоядных животных, некоторым видам дичи) и продуктам с более здоровым жировым профилем.

2. Рекомендации по потреблению мяса могут быть дифференцированы не только по количеству, но и по качеству, основываясь на объективных биохимических маркерах.

В рамках всего вышесказанного были исследованы следующие виды промышленно поставляемого мяса: свинина, баранина, конина, говядина. Также, в целях полноты исследования, были изучены данные по жирнокислотному составу мяса эндемичных

для Казахстана животных: верблюда (*Camelus bactrianus*) [7-9], марала (*Cervus elaphus sibiricus*) [10-11].

Задачи исследования включали:

1. Отбор образцов мяса (говядина, баранина, конина, свинина) на рынке Казахстана.

2. Экстрагирование липидного экстракта методом выпаривания после обработки петролейным эфиром и проведение метилирования жирных кислот.

3. Идентификацию и количественный анализ жирнокислотного профиля методом газовой хроматографии, на хроматографе ХРОМОС ГХ-1000 с установленным пламенно-ионизационным детектором.

4. Анализ полученных результатов.

5. Расчет ключевых индексов (омега-6/омега-3, индекс атерогенности, индекс тромбогенности, гипохолестеринемический индекс)

6. Оценку нутриционной ценности.

Материалы и методы исследований

Отбор образцов производился в разных областях на рынках Казахстана. Баранина, говядина и конина были отобраны на рынке г. Усть-Каменогорска, ВКО. Свинина на рынке г. Шымкент, Туркестанская область.

Определение жирнокислотного профиля разных видов мяса

Анализ жирнокислотного состава мяса проводился на газовом хроматографе «ХРОМОС ГХ-1000» (Россия). Данный хроматограф оснащен капиллярной колонкой Agilent CP Sil 88 for FAME 100x0.25x0.36 для корректного разделения всех жирных кислот, а также пламенно-ионизационным детектором (ПИД/FID-detector). Условия хроматографирования были следующими:

1. Температурная программа термостата колонки: начальная температура - 70°C, удержание на 3 минуты; далее с интервалом в 8°C/мин температура подымается до 120°C, удерживается 2 минуты. Далее с интервалом в 5°C/мин температура подымается до 200 °C, удерживается 4 минуты. Следующим этапом, с интервалом в 7°C/мин температура подымается до 220°C и удерживается 61,5 минут. Общее время анализа: 99,61 минут.

2. Температурные настройки хроматографа: инжектор – 250°C, ПИД-детектор - 280°C. Поток подвижной фазы (газ-азот) – 1,7 кгс/см², дополнительные потоки газа-носителя – 25 см³ и 40 см³. Расход водорода – 20 см³/мин. Расход воздуха – 200 см³/мин.

3. Пики жирных кислот были идентифицированы относительно калибровки по стандартному раствору жирных кислот - Supelco® 37 Component FAME Mix.

4. Образец жира мяса был растворен в гексане (предварительно проведена реакция

метилирования с метилатом натрия). Объем вводимой пробы в хроматограф составил 1 мкл. [12]. Полученные результаты по содержанию жира в табл. 1.

Таблица 1. Содержание жира в разных видах мяса

Наименование образца	Содержание жира, %
Конина (n ¹ =5)	3,15±0,19
Говядина (n ¹ =5)	3,04±0,18
Баранина (n ¹ =4)	9,42±0,57
Свинина (n ¹ =4)	27,68±1,66
Мясо марала ²	1,0±0,06
Мясо верблюда ²	9,4±0,56

¹ (n) – количество исследованных образцов

²- данные взяты из научных литературных источников [7-9, 11]

Поскольку основная цель работы - определение жирнокислотного состава, следующим ключевым этапом исследования стал анализ

жирнокислотного профиля образцов. Результаты хроматографического определения представлены в табл. 2.

Таблица 2. Сводная таблица жирнокислотного профиля разных видов мяса

Жирнокислотный состав ¹ , %:	Конина	Говядина	Баранина	Свинина	Мясо марала ²	Мясо верблюда ²
C _{10:0} каприновая	-	-	-	0,11	-	-
C _{12:0} лауриновая	1,52	1,80	-	0,10	0,06	-
C _{14:0} миристиновая	3,71	3,40	2,23	1,62	2,49	2,30
C _{15:0} пентадекановая	0,29	0,37	0,51	0,05	0,57	0,24
C _{16:0} пальмитиновая	4,17	24,32	23,31	24,66	16,33	15,55
C _{17:0} маргариновая	0,31	0,47	1,57	0,26	0,60	0,57
C _{18:0} стеариновая	7,03	8,59	27,85	12,25	14,78	12,80
C _{20:0} арахидиновая	0,31	1,49	0,06	0,94	0,06	0,23
C _{21:0} гентейкозановая	0,88	1,49	0,01	0,84	0,28	-
C _{24:0} лигноцериновая	2,45	6,04	0,04	-	-	-
C _{14:1 (cis-9)} миристолеиновая	0,16	0,30	0,06	0,03	0,58	0,08
C _{16:1} пальмитолеиновая	-	3,72	1,11	2,94	2,35	2,56
C _{17:1 (cis-10)} маргаринолеиновая	0,32	0,23	0,50	0,18	0,22	0,59
C _{18:1 (trans-9)} октадеценивая	-	1,30	1,96	-	1,28	8,84
C _{18:1n9c} олеиновая	21,07	25,37	37,73	39,30	12,23	41,02
C _{20:1 (cis-11)} эйкозеновая	16,72	5,86	0,70	0,33	-	-
C _{18:2n6t} линолеидиновая	-	-	0,26	-	0,16	-
C _{18:2n6c} линолевая	14,70	10,20	1,60	15,59	0,18	4,83
C _{18:3n3} линоленовая	-	-	0,23	0,19	3,29	0,25
C _{18:3n6} γ-линоленовая	0,13	-	0,02	-	0,05	-
C _{20:3n3c (cis-11,14,17)} эйкозатриеновая	1,45	-	0,08	-	0,30	0,47
C _{20:5} эйкозапентаеновая	1,82	2,79	0,08	-	1,56	0,51
C _{22:2} докозадиеновая	0,47	1,42	0,02	-	0,17	-
C _{22:6} докозагексаеновая	0,46	-	0,02	-	0,42	-
Насыщенные	20,66	27,37	55,62	40,90	35,32	31,82
Мононенасыщенные	59,64	57,38	42,05	42,78	22,02	53,92
Полиненасыщенные	17,12	11,04	2,22	15,78	31,22	9,82

¹- погрешность метода определения жирных кислот составляет не более 10%

²- данные взяты из научных литературных источников [7-9, 11].

Расчет нутриционных индексов (АИ, ИТ, НН, ω-6/ω-3)

Расчет индексов атерогенности (ИА) и тромбогенности (ИТ) — важный этап оценки «полезности» жирового состава продукта. Эти индексы предсказывают потенциальное влияние пищи на развитие атеросклероза и тромбозов.

1. Индекс атерогенности (Atherogenic Index, IA или AI)

Показывает соотношение между «атерогенными» (способствующими образованию холестериновых бляшек) и «антиатерогенными» жирными кислотами.

Самая популярная и рекомендованная формула (Ульбрих и Саутгейт, 1991):

$$IA = \frac{(C12:0 + 4 * C14:0 + C16:0)}{(ПНЖК + МНЖК)}$$

2. Индекс тромбогенности (Thrombogenic Index, TI)

Отражает способность жирных кислот стимулировать или ингибировать процессы агрегации тромбоцитов (образование тромбов).

Классическая формула (Ульбрих и Саутгейт, 1991):

$$IT = \frac{(C14:0 + C16:0 + C18:0)}{(0,5 * МНЖК + 0,5 * \text{Омега}6 + 3 * \text{Омега}3 + (\text{Омега}3/\text{Омега}6))}$$

3. Индекс гипохолестеринемический / гиперхолестеринемический (НН Index)

Иногда используется как дополнительный. Показывает влияние на уровень холестерина в крови.

$$ИГ = \frac{(C18:1 + ПНЖК)}{(C12:0 + C14:0 + C16:0)}$$

Согласно приведенным формулам, были рассчитаны содержание омега-3, омега-6 и нутриционные индексы, исходя из полученных ранее данных по жирнокислотному составу. Результаты представлены в табл. 3.

Таблица 3. Сводная таблица содержания ω3, ω6 и нутриционных индексов

Наименование образца	ω3, %	ω6, %	Индекс ω6/ω3	Индекс атерогенности (AI)	Индекс тромбогенности (TI)	НН Index (ИГ)
Конина	2,29	15,96	6,98	0,20	0,10	7,53
Говядина	3,65	11,62	3,18	0,21	0,11	7,01
Баранина	0,33	1,65	4,99	0,73	0,82	1,56
Свинина	0,19	15,76	83,82	0,53	0,53	2,09
Мясо марала	5,27	21,34	4,05	0,46	0,57	2,52
Мясо верблюда	1,23	8,59	6,98	0,39	0,34	2,85

Результаты и их обсуждение

Проведенный анализ содержания жира в различных видах мяса позволил выявить значительное процентное колебание данного показателя. Полученные данные согласуются с литературными источниками, подтверждая, что свинина (27,68%) является наиболее жирным образцом, тогда как мясо марала (1,0%) характеризуется экстремально низким содержанием жира, что делает его продуктом диетической направленности [13-15].

Особого внимания заслуживает группа мяса с умеренной жирностью (около 9-11%) – баранина и мясо верблюда, которые могут представлять компромиссный вариант по

органолептическим и диетологическим свойствам. Следует подчеркнуть, что низкие значения, полученные для говядины (3,04%) и конины (3,15%), обусловлены спецификой отбора проб (анализу подвергалась мышечная ткань без видимого жира, соответствующая мясу 1 категории), что свидетельствует о необходимости учёта анатомического происхождения образца при сравнительной оценке. Таким образом, представленные данные имеют практическую ценность для формирования дифференцированных рекомендаций по питанию и разработки продуктов с заданным жирно-кислотным составом.

В ходе анализа выявлено, что мясо жвачных животных (говядина, баранина, а также, согласно данных статей [7-9, 11], марал и верблюд) содержит транс-изомеры жирных кислот, в частности октадеценовую (C18:1_{trans-9}, элаидиновую) и линолеидиновую (C18:2n6t) кислоты. Это является естественной характеристикой мяса жвачных животных и связано с процессом биогидрогенизации ненасыщенных жиров микрофлорой рубца. С диетологической точки зрения, в отличие от промышленных трансжиров, натуральные транс-изомеры из мяса в умеренных количествах не ассоциируются с повышенными рисками для здоровья и могут обладать биологической активностью.

На основании полученных данных по жирнокислотному профилю и расчету нутриционных индексов можно сформулировать следующие выводы:

1. Исследование наглядно показало разброс между общим содержанием жира и его нутриционной ценностью. Например, мясо марала (1% жира) и свинины (27,7% жира) находятся в противоположных концах по первому показателю. По балансу ПНЖК лучшие результаты демонстрируют образцы с умеренным и низким содержанием жира (марал, говядина, конина).

2. По соотношению омега-6/омега-3 (целевое значение <5.0): оптимальные значения имеют: говядина (3,18), мясо марала (4,05), баранина (4,99). Критически высокие значения имеет свинина (83,82), что указывает на резкий дисбаланс в сторону провоспалительных омега-6 кислот. По индексам безопасности (AI и TI): наилучшие (самые низкие) показатели, свидетельствующие о минимальном потенциале негативного влияния на сердечно-сосудистую систему, выявлены у конины (AI=0,202; TI=0,097) и говядины (AI=0,213; TI=0,110). Наихудший показатель AI – у баранины (0,728), TI – также у баранины (0,820).

3. По общей диетологической ценности образцы можно соотнести следующим образом: говядина и конина являются наиболее сбалансированными по всем критериям: низкие AI/TI индексы, хорошее соотношение $\omega 6/\omega 3$, высокий индекс гиперхолестеринемии (НН), что говорит о способности повышать уровень "хорошего" холестерина (ЛПВП). Мясо марала

- уникальный образец с максимальным содержанием $\omega 3$, что делает его особо ценным для коррекции рациона. Несколько более высокие AI/TI, чем у говядины, компенсируются лучшим соотношением ПНЖК. Мясо верблюда и баранина занимают среднюю позицию и имеют приемлемые, но не оптимальные показатели. Свинина имеет очень высокое соотношение $\omega 6/\omega 3$, что делает ее наименее предпочтительной с точки зрения профилактики алиментарно-зависимых заболеваний.

4. Результаты работы предоставляют потребителям и специалистам в области питания объективную основу для выбора. Для формирования здорового рациона рекомендуется делать акцент на мясе марала, постной говядине и конине, контролируя потребление свинины, особенно при наличии рисков сердечно-сосудистых патологий.

5. Профили жирных кислот мяса существенно различаются по видовому признаку. Одним из важных отличий является наличие трансизомеров жирных кислот (C18:1_{trans-9}, C18:2n6t) в мясе всех исследованных жвачных животных, в то время как в свинине они не обнаружены. Это подтверждает происхождение данных изомеров в результате микробиологической активности в пищеварительном тракте жвачных.

Заключение

Проведенный комплексный анализ (общее содержание жира и жирнокислотный профиль с расчетом нутриционных индексов) позволил провести объективную сравнительную оценку шести различных видов мяса.

Наиболее благоприятными диетологическими характеристиками обладает мясо марала: несмотря на минимальное общее содержание жира (1,0%), оно характеризуется рекордным уровнем омега-3 ПНЖК (5,27%) и, как следствие, оптимальным соотношением омега-6/омега-3 (4,05). Именно этот образец, наряду с говядиной и кониной, продемонстрировал исключительно низкие значения атерогенного (AI) и тромбогенного (TI) индексов, что свидетельствует о его потенциальной пользе для липидного профиля крови и сердечно-сосудистой системы.

Напротив, свинина при высоком содержании жира, показала критически высокое

соотношение омега-6/омега-3 (83,8), что классифицирует ее как продукт, способный усиливать провоспалительный фон в организме.

Таким образом, с точки зрения современных принципов нутрициологии, мясо марала, а также постная говядина и конина могут быть рекомендованы как наиболее ценные источники животного жира с оптимальным жирнокислотным профилем.

Проведенное исследование подтверждает, что оценка мясных продуктов должна основываться на комплексном анализе как количественных, так и качественных характеристик их липидной фракции, ключевыми интегральными показателями которой являются соотношение омега-6/омега-3, атерогенный и тромбогенный индексы.

Идентификация компонентов липидной фракции мяса в процессе хроматографического анализа подтвердила присутствие трансизомеров жирных кислот, выступающих еще одним значимым фактором исследования. Натуральные трансжиры из мяса жвачных животных, в отличие от промышленных, полученных в результате частичной гидрогенизации растительных масел под воздействием температуры, могут оказывать потенциально положительный или нейтральный эффект на здоровье в умеренных количествах. Их присутствие является естественной характеристикой мяса жвачных животных и связано с процессами биогидрогенизации в рубце. Для нежвачных животных (например, свиньи) наличие трансизомеров в значимых количествах нехарактерно и может указывать на особенности кормления.

Финансирование: Данное исследование финансировано Комитетом Науки Министерства Науки и высшего образования Республики Казахстан (грант № BR28713075)

Конфликт интересов: Авторы данной работы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Wood J.D., Enser M., Fisher A.V., Nute G.R., Sheard P.R., Richardson, R.L., Whittington F.M. Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review//Meat science. – 2008. – Vol. 78(4) – P. 343-358. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.07.019>
2. Simopoulos A. P. An increase in the omega-6/omega-3 fatty acid ratio increases the risk for

obesity//Nutrients. – 2016. – Vol. 8(3) – P. 128. <https://doi.org/10.3390/nu8030128>

3. Calder P. C. Functional roles of fatty acids and their effects on human health//Journal of parenteral and enteral nutrition. – 2015. – Vol. 39 – P. 18S-32S. <https://doi.org/10.1177/0148607115595980>

4. Ulbricht T. L. V., Southgate D. A. T. Coronary heart disease: seven dietary factors//The lancet. – 1991. – Vol. 338(8773) – P. 985-992. [https://doi.org/10.1016/0140-6736\(91\)91846-M](https://doi.org/10.1016/0140-6736(91)91846-M)

5. Chen, J., Liu, H. Nutritional indices for assessing fatty acids: A mini-review//International journal of molecular sciences. – 2020. – Vol. 21(16) – P. 5695. <https://doi.org/10.3390/ijms21165695>

6. Enser M., Hallett K., Hewitt B., Furse G. A. J., Wood J. D. Fatty acid content and composition of English beef, lamb and pork at retail//Meat science. – 1996. – Vol. 42(4) – P. 443-456. [https://doi.org/10.1016/0309-1740\(95\)00037-2](https://doi.org/10.1016/0309-1740(95)00037-2)

7. Таева А. М., Узаков Я. М. Исследование аминокислотного и жирнокислотного составов верблюжатины//Мясная индустрия. – 2015. – №. 12. – С. 36-38.

8. Лебедев А. Д., Колобов С. В. Обзор последних достижений в изучении биохимического состава мяса верблюда//Ползуновский вестник. – 2024. – №. 4. – С. 61-65. <https://doi.org/10.25712/ASTU.2072-8921.2024.04.009>

9. Li Q., Yang L., Li R., Chen G., Dong J., Wu L., Yang, J. Lipid analysis of meat from Bactrian camel (*Camelus bactrianus*), beef, and tails of fat-tailed sheep using UPLC-Q-TOF/MS based lipidomics//Frontiers in nutrition. – 2023. – Vol. 10– P. 1053116. <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1053116>

10. Polak T., Rajar A., Gašperlin L., Žlender, B. Cholesterol concentration and fatty acid profile of red deer (*Cervus elaphus*) meat//Meat science. – 2008. – Vol. 80(3) – P. 864-869. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2008.04.005>

11. Razmaitė V., Pileckas V., Šiukšcius A., Juškienė, V. Fatty acid composition of meat and edible offal from free-living red deer (*Cervus elaphus*)//Foods. – 2020. – Vol. 9(7) – P. 923. <https://doi.org/10.3390/foods9070923>

12. Uvaniskanova Zh.N., Seitimova G.A., Burasheva G.Sh., Choudhary M.I. Evaluation of *Canavalia ensiformis* L. beans: Comparative Fatty Acid Profile in Extracts and Analysis of Minerals and Proximate Composition//International Journal of Biology and Chemistry. – 2025. – Vol. 18(1). <https://doi.org/10.26577/IJBCh202518110>

13. Chernukha I, Kotenkova E, Pchelkina V, Ilyin N, Utyanov D, Kasimova T, Surzhik A, Fedulova L. Pork Fat and Meat: A Balance between Consumer Expectations and Nutrient Composition of Four Pig Breeds//Foods. – 2023. – Vol. 12(4) – P. 690. <https://doi.org/10.3390/foods12040690>

14. Dugan MER, Vahmani P, Turner TD, Mapiye C, Juárez M, Prieto N, Beaulieu AD, Zijlstra RT, Patience JF, Aalhus JL. Pork as a Source of Omega-3 (n-3) Fatty Acids//Journal of Clinical Medicine. – 2015. –

Vol 4(12) – P. 1999-2011. <https://doi.org/10.3390/jcm4121956>

15. Okuskhanova E, Assenova B, Rebezov M, Amirkhanov K, Yessimbekov Z, Smolnikova F, Nurgazezova A, Nurymkhan G, Stuart M. Study of morphology, chemical, and amino acid composition of red deer meat//*Vet World*. – 2017. – Vol. 10(6) – P. 623-629. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2017.623-629>

REFERENCES

1. Wood J.D., Enser M., Fisher A.V., Nute G.R., Sheard P.R., Richardson, R.I., Whittington F.M. Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review//*Meat science*. – 2008. – Vol. 78(4) – P. 343-358. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.07.019>

2. Simopoulos A. P. An increase in the omega-6/omega-3 fatty acid ratio increases the risk for obesity//*Nutrients*. – 2016. – Vol. 8(3) – P. 128. <https://doi.org/10.3390/nu8030128>

3. Calder P. C. Functional roles of fatty acids and their effects on human health//*Journal of parenteral and enteral nutrition*. – 2015. – Vol. 39 – P. 18S-32S. <https://doi.org/10.1177/0148607115595980>

4. Ulbricht T. L. V., Southgate D. A. T. Coronary heart disease: seven dietary factors//*The lancet*. – 1991. – Vol. 338(8773) – P. 985-992. [https://doi.org/10.1016/0140-6736\(91\)91846-M](https://doi.org/10.1016/0140-6736(91)91846-M)

5. Chen, J., Liu, H. Nutritional indices for assessing fatty acids: A mini-review//*International journal of molecular sciences*. – 2020. – Vol. 21(16) – P. 5695. <https://doi.org/10.3390/ijms21165695>

6. Enser M., Hallett K., Hewitt B., Fursey G. A. J., Wood J. D. Fatty acid content and composition of English beef, lamb and pork at retail//*Meat science*. – 1996. – Vol. 42(4) – P. 443-456. [https://doi.org/10.1016/0309-1740\(95\)00037-2](https://doi.org/10.1016/0309-1740(95)00037-2)

7. Taeva A.M., Uzakov Ya.M. Issledovaniya aminokislotojnogo i zhirnokislotojnogo sostavov verbluzhatiny [Investigation of the amino acid and fatty acid compositions of camel meat]//*Myasnaya industriya*. Vol. 12. (2015): pp. 36–38. (In Russian)

8. Lebedev A.D., Kolobov S.V. Obzor poslednih dostizhenii v izuchenii biohimicheskogo sostava myasa verbljuda [Review of latest achievements in study of biochemical composition of

camel meat]//*Polzunovskii vesnik*. Vol. 4. (2024): pp. 61–65. <https://doi.org/10.25712/ASTU.2072-8921.2024.04.009> (In Russian)

9. Li Q., Yang L., Li R., Chen G., Dong J., Wu L., Yang, J. Lipid analysis of meat from Bactrian camel (*Camelus bactrianus*), beef, and tails of fat-tailed sheep using UPLC-Q-TOF/MS based lipidomics//*Frontiers in nutrition*. – 2023. – Vol. 10 – P. 1053116. <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1053116>

10. Polak T., Rajar A., Gašperlin L., Žlender, B. Cholesterol concentration and fatty acid profile of red deer (*Cervus elaphus*) meat//*Meat science*. – 2008. – Vol. 80(3) – P. 864-869. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2008.04.005>

11. Razmaitė V., Pileckas V., Šiukšcius A., Juškienė, V. Fatty acid composition of meat and edible offal from free-living red deer (*Cervus elaphus*)//*Foods*. – 2020. – Vol. 9(7) – P. 923. <https://doi.org/10.3390/foods9070923>

12. Uvaniskanova Zh.N., Seitimova G.A., Burasheva G.Sh., Choudhary M.I. Evaluation of *Canavalia ensiformis* L. beans: Comparative Fatty Acid Profile in Extracts and Analysis of Minerals and Proximate Composition//*International Journal of Biology and Chemistry*. – 2025. – Vol. 18(1). <https://doi.org/10.26577/IJBCh202518110>

13. Chernukha I, Kotenkova E, Pchelkina V, Ilyin N, Utyanov D, Kasimova T, Surzhik A, Fedulova L. Pork Fat and Meat: A Balance between Consumer Expectations and Nutrient Composition of Four Pig Breeds//*Foods*. – 2023. – Vol. 12(4) – P. 690. <https://doi.org/10.3390/foods12040690>

14. Dugan MER, Vahmani P, Turner TD, Mapiye C, Juárez M, Prieto N, Beaulieu AD, Zijlstra RT, Patience JF, Aalhus JL. Pork as a Source of Omega-3 (n-3) Fatty Acids//*Journal of Clinical Medicine*. – 2015. – Vol 4(12) – P. 1999-2011. <https://doi.org/10.3390/jcm4121956>

15. Okuskhanova E, Assenova B, Rebezov M, Amirkhanov K, Yessimbekov Z, Smolnikova F, Nurgazezova A, Nurymkhan G, Stuart M. Study of morphology, chemical, and amino acid composition of red deer meat//*Vet World*. – 2017. – Vol. 10(6) – P. 623-629. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2017.623-629>