

ЖИРНОКИСЛОТНИЙ СКЛАД ЛІПІДІВ МОЛОКА ОВЕЦЬ УКРАЇНСЬКОЇ ГІРСЬКОКАРПАТСЬКОЇ ПОРОДИ ЗА УМОВ ПІДВИЩЕНОГО РІВНЯ СІРКИ І ЙОДУ В ЇХ РАЦІОНАХ

Н. П. Сидір, П. В. Станай

Інститут біології тварин НААН

У статті наведені дані про жирнокислотний склад молока овець української гірськокарпатської породи за умов підвищеного рівня сірки і йоду у їх раціонах. Показано, що у жирі молока овець є 48 жирних кислот з довжиною ланцюга від C4 до C24, з парною і непарною кількістю карбонів, а також розгалужені ізо- та антеізо- кислот і кислоти цис- конфігурації та транс- форми. Згодовування вівцематкам у складі основного раціону йоду (перша група), а також йоду і сірки (друга група) призводить до збільшення у ліпідах молока вмісту ненасичених жирних кислот на 5,40 % (перша група) і 4,43 % (друга група). Збільшення вмісту ненасичених жирних кислот відбувається за рахунок як мононенасичених (олеїнової цис-9C18:1, вакценової транс-11 C18:1), так і поліненасичених (рубцевої кон'югованої цис-9, транс-11 C18:2, лінолевої цис-9, цис-12 C18:2) жирних кислот, з одночасним зменшенням вмісту середньоланцюгових жирних кислот — лауринової, міристинової, та пальмітинової.

Ключові слова: МОЛОКО, ВІВЦЕМАТКИ, ЖИРНІ КИСЛОТИ, ЙОД, СІРКА, БІОГІДРОГЕНІЗАЦІЯ.

За хімічним складом овече молоко суттєво відрізняється від коров'ячого та козячого. У ньому міститься у півтора раза більше сухої речовини та у два рази більше жиру, білка, кальцію. У результаті цього калорійність овечого молока є майже удвічі вищою в порівнянні з молоком корів і кіз [1–4].

У зв'язку з різностороннім характером продуктивності овець велике значення для них має не лише загальний рівень годівлі, але й збалансованість раціонів за мінеральними елементами. Чим краще збалансований раціон, тим краще використовуються органічні речовини. Відсутність їх, або нестача, чи неправильне співвідношення, часто призводять до зниження ефективності раціону в цілому. При нестачі макро- і мікроелементів в кормах погіршується апетит тварин, затримується їх ріст порушується обмін речовин і в результаті знижується продуктивність.

Особливо важливий мінеральний статус для організму маток, який повинен забезпечити не лише їх продуктивність, але й продуктивність майбутнього приплоду. Потреба лактуючих маток у мінеральних елементах набагато більша, оскільки з молоком матері виділяється значна кількість цих речовин, які обов'язково повинні бути відповідно відновлені [5].

Для нормального функціонування організму овець необхідні усі мінеральні елементи, але найбільш потрібні, причому у великій кількості, — кальцій, фосфор, магній, натрій, хлор, сірка, калій, кобальт, йод, мідь, селен, кремній [6, 7].

Дослідники, які вивчали вплив добавок йоду і сірки при їх дефіциті у раціонах овець, вказують на позитивний вплив цих елементів на молочність вівцематок, середньодобову секрецію молочного білку і жиру [8, 9].

Вівці порівняно з іншими видами сільськогосподарських тварин відрізняються інтенсивним обміном сірки, а значить і більшою потребою в ній, яка є необхідним елементом для синтезу мікробного білка [10]. Сірка справляє великий вплив на засвоєння азоту в організмі, засвоєння і обмін багатьох мікроелементів. Оптимальний рівень сірки в раціоні овець — одна з важливих умов забезпечення мікробіологічних процесів у рубці. При дефіциті її в раціоні погіршується перетравність поживних речовин, особливо клітковини, використання азотовмісних речовин, що призводить до зменшення середньодобових приростів, зниження рівня молочної продуктивності у маток, при цьому сповільнюється ріст і розвиток ягнят, відростання вовни і погіршення її фізико-хімічних та технологічних властивостей [10, 11].

В організмі овець хоча й міститься мізерна кількість йоду, все ж він, входячи до складу гормонів щитоподібної залози, відіграє надзвичайно важливу роль. До 70–80 % йоду всмоктується в рубці у вигляді йодиду, проте значна його кількість виділяється з крові у сичуг і знову всмоктується в тонкому і товстому кишечнику. 30 % засвоєного тваринами йодиду засвоюється щитоподібною залозою і використовується у синтезі тироїдних гормонів; решта — виділяється з сечею. Значний вміст йоду виявлений також у нирках, молочній залозі, плаценті, яєчниках. У лактуючих корів біля 8 % йоду секретується з молоком [12].

За даними багатьох дослідників щитоподібна залоза відіграє важливу роль у регуляції лактації. При введенні лактуючим коровам гормону щитоподібної залози стимулюється підвищення надоїв

молока і вмісту у ньому жиру. Встановлено позитивний зв'язок між кількістю йодтироксину в крові та надоями молока і вмістом жиру [13].

Жуйні споживають корми, що містять, в основному, поліненасичені жирні кислоти: лінолеву та ліноленову. Однак, під впливом ферментів мікрофлори ці кислоти майже повністю гідрогенізуються до стеринової кислоти та різної кількості просторових і позиційних ізомерів олеїнової і лінолевої кислот, тобто проміжних метаболітів біогідрогенізації. Проміжні метаболіти біогідрогенізації лінолевої та ліноленової кислот — дієнові кон'югати є біологічно активними сполуками, які позитивно впливають на обмін речовин у людей, попереджаючи ряд онкологічних та серцево-судинних захворювань [14, 15].

Внаслідок гідрогенізації C18-поліненасичених жирних кислот мікроорганізмами у рубці лише незначна кількість їх поступає з рубця у тонкий кишечник. За даними деяких авторів, з рубця у тонкий кишечник жуйних поступає від 5 до 8 % наявних у кормах поліненасичених жирних кислот. Цим пояснюється значно менший вміст лінолевої кислоти в жирі молока і триацилгліцерилах жирової тканини жуйних, порівняно до нежуйних тварин, що негативно впливає на їх біологічну цінність [16]. Склад жирних кислот молочного жиру є непостійним, і залежить від різних факторів: годівлі і утримання, стадії лактації, сезону року, а також породних особливостей тварин [17, 18].

Метою наших досліджень було вивчити вплив сірки і йоду на жирнокислотний склад молока овець української гірськокарпатської породи.

Матеріали і методи

Для досліджень було підібрано три групи повновікових вівцематок української гірськокарпатської породи, які знаходилися в умовах ГКДС Закарпатського інституту АПВ (с. Нижні Ворота, Воловецького р-ну, Закарпатської обл.).

Тваринам контрольної групи згодовували основний раціон, до складу якого входило сіно, дерть вівса — 0,3 кг/гол/добу, сіль кухонна — 10,0 г/гол/добу. Вівцематкам першої дослідної групи додатково у складі основного раціону згодовували йод, у кількості 0,001 г/гол/добу, а тваринам другої дослідної групи — йод, у вище вказаній дозі, та сульфат натрію з розрахунку 5,0 г/гол/добу. Дослід розпочато в останньому періоді кітності вівцематок. Об'єктом біохімічних досліджень служило молоко, зразки якого брали в кінці досліду. Відбір зразків молока здійснювався згідно з ДСТУ 4834:2007. Жирнокислотний склад досліджували методом газорідинної хроматографії на газовому хроматографі Hewlett Packard HP-6890 з полум'яно-іонізаційним детектором, обладнаному капілярною колонкою SP-2560 (95 % biscyanopropyl 1/5 % cyanopropylphenyl polysiloxane, Supelco), довжиною 100 м. Програмування температури термостату колонок від 40 °C до 260 °C. Температура дозатора 280 °C. Температура детектора 290 °C. Газ-носії — гелій. Для ідентифікації хроматографічних піків та їх обрахунку використовували стандарти метилових ефірів окремих жирних кислот. Статистичну обробку отриманих результатів здійснювали за критерієм Стюдента.

Результати й обговорення

Аналіз одержаних результатів показав, що у ліпідах молока овець української гірськокарпатської породи міститься 48 жирних кислот з довжиною ланцюга від C4 до C24 (табл.1). Серед цих кислот є кислоти з парною і непарною кількістю карбону, а також розгалужені ізо- та антеізо- кислоти і кислоти цис- конфігурації та транс- форми. З непарною кількістю карбону є 7 жирних кислот, серед яких найбільший процент займає маргарінова (C17:0) кислота. На частку цієї кислоти припадає від 0,65 (контрольна група) до 1,12 % (перша дослідна група). Збільшення маргарінової кислоти у молочному жирі тварин обох дослідних груп виявилось достовірним, як, до речі і інших кислот з непарним числом вуглецевих атомів за виключенням генейкозанової (C21:0) кислоти. Загалом у сумі ці кислоти складають від 2,30 % (контрольна група) до 3,63 % (перша дослідна група) і 3,98 % (друга дослідна група). На частку ізо- кислот припадає всього дві кислоти (ізо- C14:0 та ізо- C17:0). Вміст цих кислот у жирі молока тварин дослідних груп є майже у двічі вищий, 0,34 і 0,54 % у першій дослідній групі та 0,45 % і 0,57 % у другій дослідній групі в порівнянні з молочним жиром тварин контрольної групи 0,21 % та 0,28 % — відповідно. Стосовно ізо- кислот, то з даних літератури відомо, що ці кислоти володіють антипухлинною властивістю Проте, найвищою цією властивістю володіє ізо- пальмітинова кислота. Ця активність зменшується із збільшенням чи зменшенням кількості карбонів у ланцюгу [19, 20].

Наявні у молочному жирі розгалужені жирні кислоти — ізо- та антеізо-, мають двояке походження: вони синтезуються *de novo* та всмоктуються в кишечнику. У рубці розгалужені жирні кислоти синтезуються рубцевими бактеріями. Цитотоксичний ефект 13-метил-тетрадеканової кислоти (13-МТДК) є подібним до ефекту, який проявляє рубцева кислота (цис-9, транс-11 C18:2). Обидві ці кислоти інгібують жирнокислотну синтетазу [20, 21].

Серед низьколанцюгових жирних кислот найбільший інтерес представляє масляна кислота (C4:0). Це унікальна кислота молочного жиру, яка синтезується *de novo* у секреторних клітинах

молочної залози, і є домінуючою серед коротколанцюгових жирних кислот. Масляна кислота володіє антиканцерогенними властивостями завдяки індуванню диференціації і апоптозу та інгібуванню проліферації і ангиогенезу [20, 22]. Енергетична цінність цієї кислоти є найменшою серед усіх жирних кислот — 5,92 ккал/г, тоді як стеаринової кислоти — 9,48 ккал/г. З даних таблиці 1 видно, що згодовування вівцематкам у складі основного раціону сполук йоду і сірки призводить до істотного збільшення у складі молочного жиру вмісту масляної кислоти — 3,42 % (перша дослідна група) і 3,08 % (друга дослідна група) проти 2,91 % у контролі.

Високе відношення між вмістом насичених і ненасичених жирних кислот у молочному жирі негативно впливає на його біологічну цінність. Особливо шкідливими для здоров'я людей є споживання жирів з високим вмістом таких насичених жирних кислот, як лауринова (C12:0), міристинова (C14:0), пальмітинова (C16:0) та стеаринової (C18:0). Ці кислоти підвищують концентрацію холестеролу і ліпопротеїнів низької щільності в крові та володіють атерогенними (C12:0, C14:0, C16:0), та тромбогенними (C18:0) властивостями. У той же час високе споживання ненасичених жирних кислот має зворотній ефект [23, 24]. Зокрема, міристинова кислота є у чотири рази більш атерогенна, а олеїнова має вдвічі менший ефект, ніж поліненасичені жирні кислоти (ПНЖК).

Таблиця 1

Жиринокислотний склад ліпідів молока вівцематок, % (M±m, n=3)

Жирні кислоти	Групи тварин					
	Контроль на група	P	Перша дослідна	P ₁	Друга дослідна	P ₂
C4:0 масляна	2,91±0,10	>0,1	3,42±0,27	>0,1	3,08±0,09	>0,1
C6:0 капронова	2,47±0,05	<0,01	1,66±0,13	<0,01	1,44±0,19	>0,1
C8:0 каприлова	2,48±0,18	<0,01	1,32±0,15	<0,01	1,11±0,21	>0,1
C10:0 капринова	7,24±0,52	<0,01	3,46±0,51	<0,01	3,14±0,67	>0,1
C12:0 лауринова	4,17±0,40	<0,02	2,42±0,30	<0,02	2,21±0,23	>0,1
C14:0 міристинова	10,78±0,31	>0,05	8,27±0,87	>0,05	8,95±0,46	>0,1
iso-C14:0	0,21±0,003	<0,001	0,34±0,009	<0,01	0,45±0,04	>0,05
anteiso-C14:0	0,43±0,04	>0,1	0,57±0,14	<0,01	0,80±0,06	>0,1
C14:1 міристолеїнова	0,18±0,04	>0,1	0,07±0,04	>0,1	0,10±0,003	>0,1
C15:0 пентадеканова	0,87±0,07	>0,1	1,20±0,26	<0,01	1,52±0,10	>0,1
C16:0 пальмітинова	23,49±1,34	>0,1	22,00±1,26	>0,1	23,83±0,45	>0,1
iso-C17:0	0,28±0,02	<0,02	0,54±0,06	<0,001	0,57±0,02	>0,1
anteiso-C17:0	0,31±0,003	>0,1	0,35±0,07	<0,001	0,41±0,01	>0,1
cis9-C16:1 пальмітолеїнова	1,22±0,07	>0,1	1,25±0,17	>0,05	1,41±0,04	>0,1
C17:0 маргарінова	0,65±0,02	<0,001	1,12±0,04	<0,001	1,00±0,01	<0,05
C18:0 стеаринова	12,13±0,10	>0,05	16,13±1,63	<0,001	14,21±0,06	>0,1
C18:1 олеїнова	25,60±0,80	>0,05	29,49±1,42	>0,1	29,36±1,93	>0,1
C18:2 лінолева	2,71±0,13	<0,05	3,23±0,12	>0,1	2,81±0,22	>0,1
C19:0 нонадеканова	0,08±0,007	>0,05	0,22±0,05	<0,001	0,22±0,01	>0,1
C20:0 арахідова	0,30±0,00	>0,1	0,42±0,07	<0,001	0,53±0,02	>0,1
cis6,cis9,cis12-C18:3	0,04±0,003	>0,1	0,03±0,005	>0,1	0,02±0,003	>0,1
cis11-C20:1	0,05±0,003	>0,1	0,05±0,00	>0,1	0,05±0,00	>0,1
cis9,cis12,cis15-C18:3 α-ліноленова	0,59±0,05	<0,002	1,22±0,06	<0,01	1,03±0,08	>0,1
C21:0 генейкозанова	0,6±0,00	>0,1	0,10±0,02	<0,01	0,12±0,01	>0,1
C22:0 бегенова	0,10±0,003	>0,1	0,20±0,05	<0,001	0,26±0,008	>0,1
cis8,cis11,cis14- C20:3	0,03±0,003	>0,1	0,04±0,008	<0,01	0,06±0,003	>0,1
cis5,cis8,cis11,cis14- C20: 4 арахідонова	0,15±0,01	>0,05	0,21±0,02	>0,1	0,15±0,01	>0,05
C23:0 трекозенова	0,05±0,00	>0,1	0,10±0,03	<0,001	0,14±0,005	>0,1
C22:2 докозатрієнова	—	—	0,07±0,01	—	0,08±0,006	>0,1
C24:0 лігноцерінова	0,05±0,007	>0,05	0,10±0,02	<0,001	0,13±0,003	>0,1
cis5,cis8,cis11,cis14,cis17- C20:5 ейказапентаєнова	0,09±0,01	>0,1	0,11±0,01	>0,1	0,08±0,005	>0,1
cis15-C24:1 нервонова	0,01±0,003	<0,01	0,04±0,003	<0,01	0,05±0,005	>0,1

C22:5 докозапентаєнова	0,04±0,003	>0,05	0,09±0,02	<0,001	0,13±0,005	>0,1
cis7,cis10,cis13,cis16,cis19-C22:5	0,14±0,02	<0,01	0,27±0,01	>0,05	0,21±0,02	>0,05
cis4,cis7,cis10,cis13,cis16,cis19-C22:6 докозагексаєнова	0,06±0,009	<0,05	0,13±0,02	>0,05	0,09±0,01	>0,1
Насичені	69,01		63,96		64,68	
Ненасичені	30,90		36,30		35,33	
в т.ч.Мононенасичені	27,01		30,90		30,67	
Поліненасичені	3,90		5,40		4,66	

Примітка: Р — статистична різниця між контрольною і першою дослідною групою; Р₁ — статистична різниця між контрольною і другою дослідною групою; Р₂ — статистична різниця між першою і другою дослідними групами.

Аналіз отриманих даних вказує, що згодовування вівцематкам у складі основного раціону сірки і йоду призводить не лише до збільшення середньодобових надоїв молока, про що було сказано раніше [25], але і до модифікації жирнокислотного складу молочного жиру в сторону покращення його біологічної цінності. Це виражається у зменшенні насичених жирних кислот, за рахунок достовірного зменшення капронової, каприлової, капринової, лауринової, міристинової жирних кислот на фоні однакового вмісту пальмітинової кислоти. Щоправда, поряд із зменшенням коротко- і середньоланцюгових жирних кислот у молочному жирі тварин дослідних груп спостерігається істотне збільшення довголанцюгових кислот — стеаринової (C18:0), арахінової (C20:0) та бегенової (C22:0).

На сьогодні вважають, що модифікація жирнокислотного складу молочного жиру повинна здійснюватися в напрямі зменшення частки насичених жирних кислот, особливо середньоланцюгових, та збільшенні ненасичених жирних кислот, особливо вакценової (транс-11 C18:1) і рубцевої кон'югованої кислоти (цис-9, транс-11 C18:2). При цьому слід наголосити, що основним попередником транс-ізомерів у складі молочного жиру є транс- 11 C18:2 (вакценова кислота ВК) та її похідна цис-9, транс-11 C18:2 (кон'югована лінолева кислота — КЛК). КЛК є групою кон'югованих октадієнів з подвійними зв'язками у положеннях 9 і 11 або 10 і 12, рідше інші позиційні ізомери (7-9, 8-10, 11-13). Кожен зв'язок може бути у конфігурації цис- або транс-, однак біологічно активним є лише один ізомер цис-9, транс-11 C18:2 [26].

Таблиця 2

**Вміст ізомерів жирних кислот C18:1 і C18:2 у ліпідах молока вівцематок,
% від загальної кількості жирних кислот, (M±m, n=3)**

Жирні кислоти	Групи тварин					
	Контроль на група	Р	Перша дослідна	Р ₁	Друга дослідна	Р ₂
t6-C18:1 петроселаїдова	0,22±0,02	>0,1	0,18±0,03	>0,1	0,18±0,008	>0,1
t9-C18:1 елаїдинова	0,22±0,02	<0,05	0,16±0,008	>0,1	0,20±0,01	<0,05
t10-C18:1	0,35±0,04		—		—	
t11-C18:1 транс-вакценова	0,58±0,09	<0,05	1,36±0,25	<0,01	1,13±0,06	>0,1
cis6-C18:1 петроселаїнова	0,29±0,05		—		—	
cis9-C18:1 олеїнова	22,75±0,51	>0,05	26,09±1,42	>0,1	26,66±1,93	>0,1
cis10-C18:1	0,96±0,05	<0,01	1,32±0,01	>0,1	1,07±0,13	>0,1
cis11-C18:1 цис-вакценова	0,20±0,02	>0,1	0,29±0,17	<0,01	0,10±0,008	>0,1
cis12-C18:1	0,03±0,003	>0,1	0,05±0,02	<0,05	0,02±0,00	>0,1
t9,t12-C18:2	—		0,09±0,008		0,12±0,01	>0,05
t9,cis12-C18:2	—		0,13±0,02		0,06±0,009	<0,05
cis9,cis12-C18:2 лінолева	2,35±0,09	>0,1	2,47±0,12	>0,1	2,06±0,22	>0,1
cis9,t11-C18:2 (CLA)кон'югована	0,36±0,04	<0,05	0,54±0,04	>0,05	0,57±0,08	>0,1

Із цифрових даних таблиці 2 видно, що серед чотирьох ізомерів лінолевої кислоти, домінуючими є ізомер цис-9, цис-12 C18:2 (2,06–2,47 %). Інші два ізомери (транс-9, транс-12 C18:2 і транс-9, цис-12 C18:2) виявлені лише в молочному жирі вівцематок дослідних груп, і то в мізерних кількостях (0,09–0,13 %). Але найбільш лабільною виявилася КЛК. Зокрема, кількість цієї кислоти у молочному жирі тварин

дослідних груп є на 50 % (перша дослідна група) і 58,3 % (друга дослідна група) більша у порівнянні з контрольною групою. Загалом сума цих кислот у жирі молока гірськокарпатських овець становить від 2,71 % до 3,23 %.

Найвищий відсоток серед усіх ненасичених жирних кислот у молочному жирі овець припадає на мононенасичену олеїнову кислоту C18:1 (25,60–29,49 %). А серед 9 її ізомерів кількісно переважає цис–9 C18:1 жирна кислота (22,75–26,66 %), вміст якої у жирі молока тварин дослідних груп є суттєво більший, ніж у контрольних тварин. Подібна закономірність спостерігається із боку вакценової кислоти.

Отже, аналізуючи отримані дані в цілому, слід сказати, що включення до основного раціону вівцематок додаткових джерел йоду і сірки призводить до модифікації жирнокислотного складу молочного жиру в сторону поліпшення його біологічної цінності, за рахунок збільшення в ньому вмісту моно– і поліненасичених жирних кислот, та зменшення вмісту низько– і середньоланцюгових насичених жирних кислот.

Висновки

Введення до основного раціону сірки і йоду позитивно впливає на жирнокислотний склад ліпідів молока вівцематок української гірськокарпатської породи. Так, молоко отримане від вівцематок, яким згодовували у складі основного раціону йод, а також йод і сірку характеризується кращим співвідношенням жирних кислот за рахунок більшого вмісту ненасичених жирних кислот, зокрема олеїнової (цис–9 C18:1), вакценової (транс–11 C18:1), рубцевої кон'югованої (цис–9, транс–11 C18:2) та лінолевої (цис–9, цис–12 C18:2) і меншого вмісту середньоланцюгових жирних кислот — лауринової, міристинової та пальмітинової.

Перспективи подальших досліджень. Доцільно продовжити дослідження з вивчення впливу інших мінеральних елементів на жирнокислотний склад ліпідів молока овець.

N. P. Sydir, P. V. Stapay

FATTY ACID COMPOSITION OF MILK FAT OF UKRAINIAN MOUNTAIN SHEEP UNDER THE HIGHER LEVEL OF SULFUR AND JODINE IN THEIR DIET

S u m m a r y

The data about the fatty acid composition of milk fat of Ukrainian mountain ewes under the higher level of sulfur and iodine in their diet were presented.

It was shown ewe's milk fat contains 48 fatty acids with length of chain C4 up C24 with pair and nonpair carbons and ramified fatty acids — iso- and anteiso- and fatty acids of cys- and trans- configuration. Feeding up ewes by iodine (I group), iodine and sulfur (II group) in their diet accompanied by increasing of unsaturated fatty acids content on 5,40 % (I group) and 4,43 % (II group) in the milk fat. The increase of unsaturated fatty acids content is due to both monounsaturated and polyunsaturated fatty acids (oleic cys- 9 C18:1, vaccenic trans- 11 C18:1) and decrease of middle length chain fatty acids content — lauric, myristic and palmitic.

Н. П. Сыдир, П. В. Стапай

ЖИРНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ ЛИПИДОВ МОЛОКА ОВЕЦ УКРАИНСКОЙ ГОРНОКАРПАТСКОЙ ПОРОДЫ ПРИ ПОВЫШЕННОМ УРОВНЕ СЕРЫ И ЙОДА В ИХ РАЦИОНАХ

А н н о т а ц и я

В статье приведены данные о жирнокислотном составе молока овец украинской горнокарпатской породы под влиянием скормливания им добавок серы и йода в основном рационе. С помощью газожидкостной хроматографии в жире молока овцематок обнаружено 48 жирных кислот с длиной цепи от C4 до C24, с парным и непарным количеством карбонов, а также изо- и антеизо- кислот, кислот цис-конфигурации и транс-формы. Скармливание овцематкам добавок йода (I опытная группа), а также йода и серы (II опытная группа) приводит к увеличению в молочном жире содержания ненасыщенных жирных кислот на 5,40 % (I опытная группа) и 4,43 % (II опытная группа). Увеличение ненасыщенных жирных кислот происходит за счет как мононенасыщенных (олеиновой цис-9 C18:1, вакценовой транс-11 C18:1), так и полиненасыщенных (рубцовой конъюгированной цис-9, транс-11 C18:2, линолевой цис-9, цис-12 C18:2) жирных кислот, с одновременным уменьшением содержания среднецепочных жирных кислот — лауриновой, миристиновой и пальмитиновой.

1. *Барабанищikov Н. В.* Молочное дело / Н. В. Барабанищikov. — Москва, 1990. — 351 с.

2. *Бурда Л. Р.* Фізико-хімічні показники молока овець української гірськокарпатської породи за різних умов утримання / Л. Р. Бурда, П. В. Стапай // Науково-технічний бюлетень. — 2008. — Вип. 9, № 4. — С. 13–17.

3. Миллз О. Молочное овцеводство / О. Миллз. — М. : Агропромиздат, 1985. — 244с.
4. Туринський В. М. Технологія виробництва овечих сирів в колективних і фермерських господарствах / В. М. Туринський, О. Д. Горлова, Е. Г. Тимофієв. — Київ : БМТ, 2000. — 135 с.
5. Гіржева О. Л. Продуктивність асканійського багатоплідного типу каракульських овець при згодовуванні ріпакової макухи, збагаченої підвищеними рівнями мікро- і макроелементів: Автореф. дис. канд. с.-г. наук: 06.02.02 / О. Л. Гіржева. — Асканія-Нова, 2004. — 19 с.
6. Засуха Т. В. Новодисперсні мінерали у тваринництві / Т. В. Засуха. — Вінниця : «Арбат», 1997. — 224с.
7. Ратич І. Б. Біологічна роль сірки і метаболізм сульфату у птиці / І. Б. Ратич. — Львів, 1992. — 170 с.
8. Оджакова Ц. Влияние добавки селена и йода во время беременности и лактации, секреции молочного жира и молочного протеина у овец каракачанской породы / Ц. Оджакова, Л. Ангелов, В. Кафеджиев // Животновъд. Науки. — 1998. — №2. — С.49–52.
9. Погосян Г. А. Эфетивность производства овечьего молока при использовании йодосодержащих препаратов / А. Г. Погосян, Т. А. Магомадов // Овцы, кози, шерстное дело. — 2000. — №1. — С.36–38.
10. Седіло Г. М. Роль мінеральних речовин в процесах вовно утворення / Г. М. Седіло. — Львів : Афіша, 2002. — 183 с.
11. Дюкарев В. В. Кормовые добавки в рационах животных / В. В. Дюкарев, А. Г. Ключковский, И. В. Дюкор // Теория и практика. — М. : Агропромиздат, 1985. — 280 с.
12. Янович В. Г. Біологічні основи трансформації поживних речовин у жуйних тварин / В. Г. Янович, Л. І. Сологуб. — Львів : «Тріада плюс». — 2000. — 384с.
13. Эйдригевич Е. В. Интерьер с.-х животных / Е. В. Эйдригевич, В. В. Раевская. — М.:Колос, 1978. — С. 221–222.
14. Голубець О. В. Вплив буферної добавки на жирнокислотний склад ліпідів вмісту рубця корів за різного рівня вуглеводів у раціоні / О. В. Голубець // Науково-технічний бюлетень. — 2009.— Вип. 10, № 1–2. — С. 144–149.
15. Вудмаска І. В. Ізмерний склад жирних кислот молока корів при заміні частини клітковини раціону цукром / І. В. Вудмаска, О. В. Голубець // Науково-технічний бюлетень. — 2008. — Вип. 9, № 1, 2. — С. 89–93.
16. Янович В. Г. Обмен липидов у животных в онтогенезе / В. Г. Янович, П. З. Лагодюк. — М. : Агропромиздат, 1991. — 316 с.
17. Collomb M. Fatty acids composition of ewe's milk at different altitudes / M. Collomb, J. Mauer et all. // Agrarforschung. — 2006. — № 13(08). — P. 303–335.
18. Ciuryk S. Changes in the level of fatty acids and cholesterol in the milk of polish longwool sheep during the milk utilization period / S. Ciuryk, E. Molik, H. Pustkowiak // Roczn. Nauk. Zoot., Supl. — 2001. — 12. — P. 147–151.
19. Wontgtangtinthart S. Effect of branched-chain fatty acids on fatty acid biosynthesis of human breast cancer cells / S. Wontgtangtinthart, H. Oku, H. Iwasaki, T. Toda // J. Nutr. Sci. Vitaminol. — 2004. — 50. — P. 137–143.
20. Цісарик О. Й. Жирнокислотний склад молочного жиру корів / О. Й. Цісарик, Г. В. Дроник // Біологія тварин. — 2008. — Т. 10, № 1–2. — С. 84–102.
21. Parodi P. W. Dairy product consumption and the risk of breast cancer / P.W. Parodi // J. Am. Col. Nutr. — 2005. — 25. — P. 556S–568S.
22. Parodi P. W. Nutritional significance of milk lipids / P. W. Parodi // J. Am. Col. Nutr. — 2006. — P. 601–639.
23. Mensink R. P. Effects of dietary fatty acids and carbohydrates on the ratio of serum total to HDL cholesterol and on serum lipids and apolipoproteins: A meta-analysis of 60 controlled trials / R. P. Mensink, P. L. Zock, D. M. Kester, M. B. Katan // Am. J. Clin. Nutr. — 2003.— 77.— P. 1146 – 1155.
24. Fernandez M. L. Mechanisms by which dietary fatty acids modulate plasma lipids / M. L. Fernandez, K. L. West // J. Nutr. 2005. — 135. — P. 2075–2078.
25. Сидір Н. П. Вміст тиреоїдних гормонів у крові овець української гірськокарпатської породи за умов підвищеного рівня сірки і йоду у їх раціонах / Н. П. Сидір, П. В. Стапай // Науково-технічний бюлетень. — 2011. — С 60–65.
26. Pariza M. W. The biological activities of conjugated linoleic acid / M. W. Pariza, // In Advances in Conjugated Linoleic Acid Research. Ed. by Yurawech M. P., Mossoba M. M., Kramer J. K. G., Pariza M. W., Nelson G. — Chmpaign, IL : AOCS Press, 1999. — Vol. 1. — P. 12–20.

Рецензент: головний науковий співробітник лабораторії екологічної фізіології та якості продукції, доктор сільськогосподарських наук, с. н. с. Рівіс Й. Ф.