ТВАРИННИЦТВО

DOI: [https://www.doi.org/10.32636/01308521.2020-\(67\)-1-12](https://www.doi.org/10.32636/01308521.2020-(67)-1-12)

УДК 636.2:577.125

О. Б. ДЯЧЕНКО, кандидат сільськогосподарських наук

Й. Ф. РІВІС, доктор сільськогосподарських наук

Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН

вул. Грушевського, 5, с. Оброшине Пустомитівського р-ну Львівської обл.,

81115, e-mail: o.b.dyachenko@gmail.com

ОСОБЛИВОСТІ НАКОПИЧЕННЯ ПОЛІЕНАСИЧЕНИХ ЖИРНИХ КИСЛОТ РОДИНИ ω -3 У ТКАНИНАХ ВІДГОДІВЕЛЬНОГО МОЛОДНЯКУ ВЕЛИКОЇ РОГАТОЇ ХУДОБИ ЗА ВИКОРИСТАННЯ У РАЦІОНАХ ЛЯНОЇ ОЛІЇ

Проведено порівняльну оцінку вмісту есенціальних поліенасичених жирних кислот родини ω -3 у кормах раціону з їх вмістом у печінці і скелетних м'язах та середньодобовими приростами молодняку великої рогатої худоби.

Встановлено, що введення ляної олії (як джерела ліноленової кислоти, яка є попередником поліенасичених жирних кислот родини ω -3) та синтетичної речовини доксан (як інгібітора процесів біогідрогенізації ненасичених жирних кислот) до раціону відгодівельного молодняку великої рогатої худоби за рахунок інтенсивної трансформації викликає вірогідне зростання вмісту біологічно активних поліенасичених жирних кислот родини ω -3 в їх печінці та скелетних м'язах. При цьому збільшення трансформації ліноленової кислоти із травного каналу та зростання вмісту біологічно активних поліенасичених жирних кислот родини ω -3 у печінці та скелетних м'язах супроводжується підвищенням трансформації із травного каналу іншої поліенасиченої жирної кислоти – лінолевої. Наведені зміни свідчать про те, що збільшення у травному каналі трансформації жирних кислот родини ω -3 супроводжується зростанням трансформації жирних кислот родини ω -6.

Водночас зростання вмісту біологічно активних поліенасичених жирних кислот родин ω -3 і ω -6 у вказаних вище тканинах за рахунок стимулювання обмінних процесів в організмі сприяє вірогідному збільшенню середньодобових приростів маси тіла відгодівельного молодняку великої рогатої худоби. Тобто спостерігається прямий зв'язок між вмістом ліноленової кислоти у раціоні та поліенасичених жирних кислот родини ω -3 у тканинах піддослідних тварин з їх продуктивними ознаками та біологічною цінністю яловичини.

Відомо, що більш довголанцюгові ненасичені жирні кислоти родин ω -3 і ω -6 в організмі тварин виконують різні функції в складі таких похідних, як простагландини, тромбосани і лейкотриєни. Слід відзначити, що жирні кислоти родини ω -3 порівняно з жирними кислотами родини ω -6 більш

виражено підвищують функціональну активність клітинних мембран і тим самим стимулюють на вищому рівні обмінні процеси в організмі тварин. У кінцевому підсумку це приводить до поліпшення продуктивних ознак тварин.

Ключові слова: відгодівельні бугайці, ляйна олія, доксан, поліненасичені жирні кислоти родини ω -3, інтенсивність росту, біологічна цінність яловичини.

Dyachenko O., Ravis Y. Peculiarities of the accumulation of polyunsaturated fatty acids of the ω -3 family in the tissues of fattening young cattle when using flaxseed oil in diets

Comparative evaluation of the content of biologically active polyunsaturated fatty acids families ω -3 in the feed ration with their content in liver and skeletal muscle and an average daily gains of young cattle are conducted.

It is established that the introduction of flaxseed oil (as a source of linolenic acid which is precursor of polyunsaturated fatty acids of the family ω -3) and synthetic substance doksan (as inhibitor of processes biohydrogenization of unsaturated fatty acids) in the diet of fattening young cattle due to the intensive transformation, causing a significant increase in the content of biologically active polyunsaturated fatty acids of the family ω -3 in the liver and skeletal muscle. The increase in the transformation of linolenic acid from the digestive canal and increase content of essential polyunsaturated fatty acids of the family ω -3 in liver and skeletal muscle accompanied by an increase in the transformation of the alimentary canal the other polyunsaturated fatty acids – linoleic. Given the changes suggests that the increase in the digestive canal of transformation of fatty acids family ω -3 is accompanied by the transformation of fatty acids family ω -6.

At the same time, the increase content of biologically active polyunsaturated fatty acids families ω -3 and ω -6 in the above mentioned tissues by stimulating metabolic processes in the body, helps likely to increase an average daily gains of body mass of fattening young cattle. There is a direct relationship between the content of linoleic acid in the diet and polyunsaturated fatty acids family ω -3 in the tissues of experimental animals with their productive characteristics and biological value of beef.

It is known that the more long-chain unsaturated fatty acids families ω -3 and ω -6 in the body of animals perform different functions in the composition of these derivatives, such as prostaglandins, thromboxane and leukotrienes. It should be noted that fatty acids of the family ω -3, compared to the fatty acids family ω -6, more markedly increased the functional activity of cell membranes and thereby stimulate at the highest level of metabolic processes in the animal organism. This ultimately leads to the improvement of productive traits of animals.

Key words: fattening bulls, linseed oil, doksan, polyunsaturated fatty acids of the ω -3 family, intensity of growth, biological value of beef.

Вступ. Результати досліджень, проведених в Україні та світі, свідчать про те, що основні корми, які використовують для годівлі великої рогатої худоби, містять невелику кількість незамінних

поліненасичених жирних кислот родин ω -3 і ω -6. Крім того, у передшлунках великої рогатої худоби значна кількість есенціальних жирних кислот родин ω -3 і ω -6 піддається біогідрогеізації мікрофлорою, внаслідок чого вони трансформуються у менш цінні мононенасичені та насичені жирні кислоти [9, 11, 13–16, 18, 20, 22–24, 28, 30, 31, 33–36]. Саме тому в жирнокислотному складі яловичини міститься незначна кількість незамінних поліненасичених жирних кислот родин ω -3 і ω -6 [11, 13–16, 23–25, 31, 34, 36], що зумовлює зниження її біологічної цінності для людини.

Доведено, що незамінні поліненасичені жирні кислоти родин ω -3 і ω -6 входять у клітинні мембрани усіх тканин організму, а також виконують свої специфічні функції. Зокрема із поліненасичених жирних кислот родин ω -3 і ω -6 у тканинах тварин синтезуються специфічні похідні: простагландини, тромбосани та лейкотриєни [1–5, 12]. Так, простагландин $F_{2\alpha}$, утворений із ейкозатетраєнової (арахідонової) жирної кислоти, є регулятором відтворної функції самок тварин [17, 35]. Також встановлено, що простагландини, попередниками яких є поліненасичені жирні кислоти родини ω -6, стимулюють синтез прозапальних цитокінів (ІЛ-1, ІЛ-6, ІЛ-8, ФНП- α) у тканинах тварин [10, 21, 26, 32], а простагландини, утворені із поліненасичених жирних кислот родини ω -3, в свою чергу стимулюють синтез у тканинах тварин протизапальних цитокінів (ІЛ-4, ІЛ-10) [19, 26, 27, 32]. Крім того, незамінні жирні кислоти родин ω -3 і ω -6 здатні трансформувати атерогенний холестерол ліпопротеїнів низької щільності в його більш цінні похідні: жовчні кислоти, 25-ОН вітамін D3, статеві гормони та гормони кори наднирників [2, 3, 29, 36], що є свідченням їх високої біологічної цінності для організму тварин і людини.

Досягти підвищення рівня незамінних жирних кислот у яловичині можна шляхом додаткового введення до раціону відгодівельних бугайців джерел есенціальних поліненасичених жирних кислот [13–16, 18, 23–25, 28, 31, 34, 36]. Таким чином можна поліпшити біологічну цінність яловичини.

У зв'язку з цим метою досліджень є встановлення особливостей накопичення кормових есенціальних поліненасичених жирних кислот родини ω -3 у печінці та скелетних м'язах відгодівельного молодняка великої рогатої худоби для поліпшення біологічної цінності яловичини.

Матеріали і методи. Дослід проведено у 2017 р. на 30 відгодівельних бугайцях поліської м'ясної породи у ФГ “Білак” Самбірського району Львівської області.

Відгодівельних бугайців методом аналогів за походженням, віком та живою масою було поділено на три групи, по 10 голів у кожній. Контрольна група бугайців отримувала стандартний господарський раціон. Перша (I) дослідна група бугайців за 1 місяць до планового забою отримувала в складі розсипного комбікорму лляну олію в кількості 100 мл/гол./добу (як джерело есенціальних жирних кислот родини ω -3). Друга (II) дослідна група бугайців за 1 місяць до планового забою отримувала лляну олію в кількості 100 мл/гол./добу та синтетичну речовину доксан у кількості 2 мг/кг маси тіла, яка протидіє біогідрогензації ненасичених жирних кислот у рубці.

Діючими речовинами доксану є додецилсульфат натрію та синтетичний катіонний кополімер вінілпіролідон, які при взаємодії у водному середовищі утворюють поліелектролітний комплекс [7]. Завдяки специфіці своєї будови, цей полікомплекс при введенні в організм тварин з кормом або питною водою проявляє власну поверхневу біологічну активність.

1. Господарський раціон піддослідних бугайців

Корми	Кількість, кг	Кормові одиниці	Суша речовина, кг	Перетравний протеїн, г	Сирий жир, г	Сира клітковина, г	Цукор, г	Са, г	Р, г
Сіно злаково-бобове	4,0	1,8	3,32	160	88	948	72	28,0	4,8
Сінаж злаково-бобових трав	10,0	3,2	4,5	380	130	1480	220	28,0	14,0
Комбікорм господарський	4,0	4,2	3,39	356	136	233	144	5,4	23,6
Брага пшенична	20,0	1,4	1,0	340	100	180	–	6,0	4,0
Меляса	0,50	0,37	0,38	31	–	–	270	1,8	0,1
Сіль кухонна	0,065	–	–	–	–	–	–	–	–
Всього		10,97	12,59	1267	454	2841	706	69,2	46,5

На початку та в кінці досліду визначали масу тіла відгодівельного молодняка великої рогатої худоби. У кінці досліду було проведено плановий забій по 5 бугайців із кожної групи та для лабораторних досліджень відібрано зразки печінки й скелетних м'язів (найдовшого м'яза спини), у яких методом газо-рідинної хроматографії визначали вміст біологічно активних поліненасичених

жирних кислот родин ω -3 (ліноленої, ейкозапентаєнової, докозатриєнової, докозапентаєнової та докозагексаєнової) і ω -6 (лінолевої, ейкозадиєнової, ейкозатриєнової, ейкозатетраєнової (арахідонової), докозадиєнової та докозатетраєнової) [6]. Таким чином було визначено біологічну цінність яловичини за вмістом у ній незамінних поліненасичених жирних кислот родин ω -3 і ω -6. Крім того, за наведеним вище методом досліджено жирнокислотний склад використаної в досліді лляної олії.

Отриманий цифровий матеріал опрацьовано методом варіаційної статистики з використанням критерію Стюдента. Обчислювали середні арифметичні величини (M) та похибки середніх арифметичних величин ($\pm m$). Зміни вважали вірогідними при $P < 0,05$, $P < 0,01$ і $P < 0,001$. Для розрахунків було використано комп'ютерну програму MS Excel [8].

Результати та обговорення. Жирнокислотний склад лляної олії, використаної в досліді на відгодівельному молодняку великої рогатої худоби, показано у табл. 2.

2. Жирнокислотний склад застосованої в досліді лляної олії, %

Жирні кислоти та їх код	Вміст
Лауринова, 12:0	0,1
Міристинова, 14:0	0,3
Пентадеканова, 15:0	0,7
Пальмітинова, 16:0	4,8
Пальмітоолеїнова, 16:1	0,8
Стеаринова, 18:0	3,7
Олеїнова, 18:1	15,3
Лінолева, 18:2	8,1
Ліноленова, 18:3	65,1
Арахінова, 20:0	0,7
Ейкозаєнова, 20:1	0,4
ω -3/ ω -6	8,04

З отриманих даних видно, що домінуючою жирною кислотою в жирнокислотному складі лляної олії є ліноленова (65,1 %), яка в організмі тварин є попередником більш довголанцюгових і більш ненасичених жирних кислот родини ω -3 (ейкозапентаєнової, докозатриєнової, докозапентаєнової та докозагексаєнової). Останні порівняно з самою ліноленою кислотою в організмі тварин володіють вищою біологічною активністю та є попередниками

насамперед простагландинів з більш широким спектром біологічної дії.

У табл. 3 показано вміст попередників поліненасичених жирних кислот родин ω -6 і ω -3, зокрема лінолевої та ліноленової кислот, у раціоні бугайців контрольної та дослідних груп. З наведених даних видно, що за рахунок введення у раціон бугайців дослідних груп лляної олії вміст лінолевої кислоти збільшився на 7,3 г (4,5 %), ліноленової – на 58,6 г (158,0 %).

3. Вміст лінолевої та ліноленової кислот у раціоні піддослідних бугайців, г

Жирні кислоти	Групи бугайців		
	контрольна	I дослідна	II дослідна
Лінолева	162,2	169,5	169,5
Ліноленова	37,1	95,7	95,7

Аналіз результатів досліджень свідчить, що вміст біологічно активних поліненасичених жирних кислот родини ω -3 в печінці та скелетних м'язах бугайців контрольної групи становить відповідно $0,23 \pm 0,009$ (lim 0,20–0,25) та $0,12 \pm 0,006$ (lim 0,11–0,14) г/кг сирової маси (табл. 4).

4. Вміст есенціальних поліненасичених жирних кислот родини ω -3 у печінці та скелетних м'язах відгодівельних бугайців (n=5), г/кг сирової маси

Досліджувані тканини	Одиниці виміру	Групи бугайців		
		контрольна	I дослідна	II дослідна
Печінка	M $\pm$ m	$0,23 \pm 0,009$	$0,30 \pm 0,005^{***}$	$0,33 \pm 0,006^{***}$
	lim	0,20-0,25	0,27-0,31	0,32-0,35
Скелетні м'язи	M $\pm$ m	$0,12 \pm 0,006$	$0,17 \pm 0,007^{***}$	$0,20 \pm 0,007^{***}$
	lim	0,11-0,14	0,15-0,19	0,18-0,21

Примітка: тут і далі * P<0,05, ** P<0,01, *** P<0,001.

Введення до раціону тварин I дослідної групи лляної олії (як джерела ліноленової кислоти) викликає вірогідне зростання вмісту поліненасичених жирних кислот родини ω -3 в печінці та скелетних м'язах відповідно на 0,07 та 0,05 г/кг сирової маси або на 30,4 і 41,7 %.

Введення до раціону бугайців II дослідної групи лляної олії та синтетичної речовини доксан (як інгібітора процесів біогідрогеізації ненасичених жирних кислот) підвищує в печінці вміст

поліненасичених жирних кислот родини ω -3 на 0,10 г/кг сирової маси (43,5 %), в скелетних м'язах – на 0,08 г/кг сирової маси (66,7 %).

Отримані дані вказують на інтенсивнішу трансформацію ліноленової кислоти із шлунково-кишкового тракту у печінку та скелетні м'язи відгодівельних бугайців I та особливо II дослідних груп. Зростання вмісту поліненасичених жирних кислот родини ω -3 у печінці та скелетних м'язах відгодівельних бугайців сприяє підвищенню біологічної цінності яловичини.

Підвищення трансформації ліноленової кислоти із шлунково-кишкового тракту та зростання вмісту біологічно активних поліненасичених жирних кислот родини ω -3 у печінці та скелетних м'язах відгодівельних бугайців за наведеного вище їх вмісту у раціоні супроводжується підвищенням трансформації іншої поліненасиченої жирної кислоти – лінолевої та збільшенням концентрації поліненасичених жирних кислот родини ω -6 у згадуваному біологічному матеріалі (табл. 5).

5. Вміст біологічно активних поліненасичених жирних кислот родини ω -6 у печінці та скелетних м'язах відгодівельних бугайців (n=5), г/кг сирової маси

Досліджувані тканини	Одиниці виміру	Групи бугайців		
		контрольна	I дослідна	II дослідна
Печінка	M $\pm$ m	0,48 $\pm$ 0,015	0,51 $\pm$ 0,013	0,53 $\pm$ 0,010*
	lim	0,44-0,51	0,47-0,54	0,50-0,55
Скелетні м'язи	M $\pm$ m	0,24 $\pm$ 0,009	0,27 $\pm$ 0,007*	0,28 $\pm$ 0,008*
	lim	0,22-0,27	0,25-0,28	0,26-0,30

Зокрема у тварин I і II дослідних груп порівняно з контрольною встановлено зростання вмісту поліненасичених жирних кислот родини ω -6 у печінці відповідно на 0,03 і 0,05 г/кг сирової маси (6,3 і 10,4 %), у скелетних м'язах – на 0,03 і 0,04 г/кг сирової маси (12,5 і 16,7 %). Це викликано тим, що підвищення у травному каналі трансформації однієї незамінної поліненасиченої жирної кислоти супроводжується зростанням трансформації іншої поліненасиченої жирної кислоти.

Отримані дані свідчать (табл. 6), що відгодівельні бугайці I та особливо II дослідних груп порівняно з ровесниками контрольної групи у кінці досліду мають вищі загальний і середньодобовий прирости маси тіла (відповідно на 4,1 та 7,6 %). Тобто вищий рівень біологічно активних поліненасичених жирних кислот родин ω -3 і ω -6 у тканинах підвищує обмінні процеси у цілому організмі, які

супроводжуються вищими приростами маси тіла відгодівельних бугайців.

6. Інтенсивність росту піддослідних бугайців ($M \pm m$, $n = 10$)

Досліджувані показники	Групи бугайців		
	контрольна	I дослідна	II дослідна
Маса тіла бугайців, кг:			
на початку досліду	484,2 $\pm$ 2,12	484,5 $\pm$ 2,30	483,8 $\pm$ 2,24
у кінці досліду	515,9 $\pm$ 2,58	517,5 $\pm$ 2,66	517,9 $\pm$ 2,60
Приріст маси тіла бугайців:			
загальний, кг	31,7 $\pm$ 0,52	33,0 $\pm$ 0,39	34,1 $\pm$ 0,38**
середньодобовий, г	1056,7 $\pm$ 17,22	1100,0 $\pm$ 13,13	1136,7 $\pm$ 12,63**

Отже, встановлено тісний зв'язок між вмістом ліноленої кислоти в раціоні та поліненасичених жирних кислот родини ω -3 у тканинах відгодівельного молодняка великої рогатої худоби з інтенсивністю їх росту. Слід відзначити, що жирні кислоти родини ω -3 порівняно з жирними кислотами родини ω -6 більшою мірою активують функціональну активність клітинних мембран та метаболічні процеси в організмі тварин у цілому, що істотно стимулює їх ріст і розвиток.

Висновки. Введення лляної олії сприяє збільшенню вмісту в раціоні відгодівельного молодняка великої рогатої худоби ліноленої кислоти, яка в їх організмі є попередником біологічно активних поліненасичених жирних кислот родини ω -3.

Застосування лляної олії та синтетичної речовини доксан у раціонах бугайців сприяє інтенсивнішій трансформації ліноленої кислоти із шлунково-кишкового тракту та зростанню вмісту біологічно активних поліненасичених жирних кислот родини ω -3 у печінці та скелетних м'язах. При цьому в згадуваних тканинах відгодівельних бугайців збільшується концентрація біологічно активних поліненасичених жирних кислот родини ω -6. Тим самим підвищується біологічна цінність яловичини за наведеними вище показниками.

Згодовувані лляна олія та синтетична речовина доксан за рахунок стимулювання обмінних процесів в організмі інтенсифікують підвищення загального та середньодобового приростів маси тіла відгодівельного молодняка великої рогатої худоби.

Список використаної літератури

1. Афонина Г. В., Кучак Н. А. Липиды, свободные радикалы и иммунный ответ. Киев, 2000. 258 с.
2. Гопаненко О. О., Рівіс Й. Ф. 25-OH-вітамін D3-синтезувальна здатність і склад жирних кислот естерифікованого холестеролу печінки кроликів за гострого аргінінового панкреатиту та його корекції лляною олією. *Біологічні студії*. 2013. Т. 7, № 1. С. 81–88.
3. Дябога Ю. З., Рівіс Й. Ф. Концентрація альдостерону і кортизолу в плазмі крові щурів за різного вмісту та жирнокислотного складу естерифікованого холестеролу в їх організмі. *Біологія тварин*. 2012. Т. 14, № 1/2. С. 101–107.
4. Извекова В. А. Липиды мембран и функции иммунокомпетентных клеток в норме и патологии. *Успехи современной биологии*. 1991. Т. 111, вып. 4. С. 577–590.
5. Квачов В. Г., Сокирко Т. О. Липідний гомеостаз мембран і імунологічна компетентність мононуклеарних фагоцитів, механізми взаємозв'язку і нові підходи до розробки імуноактивних препаратів. *Біологія тварин*. 2003. Т. 5, № 1/2. С. 83–88.
6. Кількісні хроматографічні методи визначення окремих ліпідів і жирних кислот у біологічному матеріалі : метод. посіб. / Й. Ф. Рівіс та ін. Вид. 2-ге, уточн. та доп. Львів, 2017. 160 с.
7. Комплексы полиэлектролитов с электростатически комплементарными поверхностно-активными веществами / И. А. Новаков и др. *Известия Волгоградского государственного технического университета*. 2005. Вып. 2, № 1. С. 1–16.
8. Лопач С. Н., Чубенко А. В., Бабич П. Н. Статистические методы в медико-биологических исследованиях с использованием Excel. Киев, 2001. 408 с.
9. Обмін жирних кислот у рубці корів за різного вуглеводного складу раціону / І. В. Вудмаска та ін. *Біологія тварин*. 2007. Вип. 9, № 1/2. С. 156–161.
10. Переяслов А. А., Чуклін С. М., Федорів В. І. Прозапальні цитокіни та їх значення в патогенезі поліорганої недостатності при гострому панкреатиті.

References

1. Afonina G. V., Kuchak N. A. Lipids, free radicals and immune response. Kyiv, 2000. 258 p.
2. Hopanenko O. O., Rivis Y. F. 25-OH-vitamin D3-synthesizing ability and fatty acid composition of esterified cholesterol in rabbit liver with acute arginine pancreatitis and its correction with linseed oil. *Biologichni studii*. 2013. Vol. 7, No 1. P. 81–88.
3. Dliaboha Yu. Z., Rivis Y. F. The concentration of aldosterone and cortisol in the blood plasma of rats with different content and fatty acid composition of esterified cholesterol in their body. *Biologhiia tvaryn*. 2012. Vol. 14, No 1/2. P. 101–107.
4. Izvekova V. A. Membrane lipids and functions of immunocompetent cells in normal and pathological conditions. *Uspehi sovremennoj biologii*. 1991. Vol. 111, Issue 4. P. 577–590.
5. Kvachov V. H., Sokyрко T. O. Lipid membrane homeostasis and immunological competence of mononuclear phagocytes, mechanisms of interaction and new approaches to the development of immunoactive drugs. *Biologhiia tvaryn*. 2003. Vol. 5, No 1/2. P. 83–88.
6. Quantitative chromatographic methods for the determination of individual lipids and fatty acids in biological material : metod. posib. / Y. F. Rivis et al. Vyd. 2-he, utochn. ta dop. Lviv, 2017. 160 p.
7. Complexes of polyelectrolytes with electrostatically complementary surfactants / I. A. Novakov et al. *Izvestiya Volgogradskogo gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta*. 2005. Issue 2, No 1. P. 1–16.
8. Lopach S. N., Chubenko A. V., Babich P. N. Statistical methods in biomedical research using Excel. Kyiv, 2001. 408 p.
9. Metabolic acid metabolism in the rumen of cows with different carbohydrate composition of the diet / I. V. Vudmaska et al. *Biologhiia tvaryn*. 2007. Issue 9, No 1/2. P. 156–161.
10. Pereiaslov A. A., Chuklin S. M., Fedoriv V. I. Proinflammatory cytokines and their importance in the pathogenesis of multiorgan failure in acute pancreatitis. *Nauk. visnyk Uzhhorod. un-tu. Seriia „Medytsyna”*.

Наук. вісник Ужгород. ун-ту. Серія „Медицина”. 2000. Вип. 12. С. 94–97.

11. Рівіс Й. Ф. Рівень та форма лінолевої кислоти в організмі жуйних тварин. *Фізіологічний журнал*. 1998. Т. 44, № 3. С. 236–237.

12. Ройт А., Бростофф Дж., Мейл Д. Иммунология / пер. с англ. Москва, 2000. 581 с.

13. Ховард А. Д. Жиры в питании сельскохозяйственных животных / пер. с англ. А. А. Алиева. Москва, 1987. 390 с.

14. Энсер М. Химическое, биохимическое и питательное значение жиров животного происхождения. *Жиры в питании сельскохозяйственных животных* / пер. с англ., под ред. А. А. Алиева. Москва, 1987. С. 25–49.

15. Differential partitioning of rumen-protected n-3 and n-6 fatty acids into muscles with different metabolism / C. Wolf et al. *Meat Science*. 2018. Vol. 137. P. 106–113.

16. Doreau M., Bauchart D., Chilliard Y. Enhancing fatty acid composition of milk and meat through animal feeding. *Animal Production Science*. 2011. V. 51. P. 19–29.

17. Effect of fatty acids on reproductive performance of ruminants, artificial insemination in farm animals / J. Herrera-Camacho et al. *IntechOpen*. 2011. DOI: 10.5772/16938. URL: <https://www.intechopen.com/books/artificial-insemination-in-farm-animals/effect-of-fatty-acids-on-reproductive-performance-of-ruminants#B92> (last accessed: 27.05.2020).

18. Effect of feeding linseed oil in diets differing in forage to concentrate ratio: 1. Production performance and milk fat content of biohydrogenation intermediates of α -linolenic acid / L. Saliba et al. *Journal of Dairy Research*. 2014. Vol. 81, № 2. P. 82–90.

19. Effect of omega-three polyunsaturated fatty acids on inflammation, oxidative stress, and recurrence of atrial fibrillation / L. Darghoshian et al. *The American Journal of Cardiology*. 2015. V. 115, № 2. P. 196–201.

20. Effect of supplementing essential fatty acids to pregnant nonlactating Holstein cows and their preweaned calves on calf

2000. Issue 12. P. 94–97.

11. Rivis Y. F. The level and form of linoleic acid in ruminants. *Fiziologichnyi zhurnal*. 1998. Vol. 44, No 3. P. 236–237.

12. Rojt A., Brostoff Dzh., Mejl D. Immunology / per. s angl. Moscow, 2000. 581 p.

13. Hovard A. D. Fats in the diet of farm animals / per. s angl. A. A. Alieva. Moscow, 1987. 390 p.

14. Jenser M. Chemical, biochemical and nutritional value of animal fats. *Fats in feeding of farm animals* / per. s angl., pod red. A. A. Alieva. Moscow, 1987. P. 25–49.

15. Differential partitioning of rumen-protected n-3 and n-6 fatty acids into muscles with different metabolism / C. Wolf et al. *Meat Science*. 2018. Vol. 137. P. 106–113.

16. Doreau M., Bauchart D., Chilliard Y. Enhancing fatty acid composition of milk and meat through animal feeding. *Animal Production Science*. 2011. Vol. 51. P. 19–29.

17. Effect of fatty acids on reproductive performance of ruminants, artificial insemination in farm animals / J. Herrera-Camacho et al. *IntechOpen*. 2011. DOI: 10.5772/16938. URL: <https://www.intechopen.com/books/artificial-insemination-in-farm-animals/effect-of-fatty-acids-on-reproductive-performance-of-ruminants#B92> (last accessed: 27.05.2020).

18. Effect of feeding linseed oil in diets differing in forage to concentrate ratio: 1. Production performance and milk fat content of biohydrogenation intermediates of α -linolenic acid / L. Saliba et al. *Journal of Dairy Research*. 2014. Vol. 81, No 2. P. 82–90.

19. Effect of omega-three polyunsaturated fatty acids on inflammation, oxidative stress, and recurrence of atrial fibrillation / L. Darghoshian et al. *The American Journal of Cardiology*. 2015. Vol. 115, No 2. P. 196–201.

20. Effect of supplementing essential fatty acids to pregnant nonlactating Holstein cows and their preweaned calves on calf performance, immune response, and health / M. Garcia et al. *J. Dairy Sci*. 2014. Vol. 97. P. 5045–5064.

21. Effects of a dairy product (pecorino cheese) naturally rich in cis-9, trans-11

performance, immune response, and health / M. Garcia et al. *J. Dairy Sci.* 2014. V. 97. P. 5045–5064.

21. Effects of a dairy product (pecorino cheese) naturally rich in cis-9, trans-11 conjugated linoleic acid on lipid, inflammatory and haemorheological variables: a dietary intervention study / F. Sofi et al. *Nutr. Metab. Cardiovasc. Dis.* 2010. Vol. 20, № 2. P. 117–124.

22. Effects of differential supplementation of fatty acids during the peripartum and breeding periods of Holstein cows: II. Neutrophil fatty acids and function, and acute phase proteins / F. T. Silvestre et al. *J. Dairy Sci.* 2011. V. 94. P. 2285–2301.

23. Effects of fatty acids on meat quality: a review / J. D. Wood et al. *Meat Science.* 2004. Vol. 66, № 1. P. 21–32.

24. Effects of feeding flaxseed or sunflower-seed in high-forage diets on beef production, quality and fatty acid composition / C. Mapiye et al. *Meat Science.* 2013. Vol. 95, № 7. P. 98–109.

25. Effects of feeding steers extruded flaxseed on its own before hay or mixed with hay on animal performance, carcass quality, and meat and hamburger fatty acid composition / P. Vahmani et al. *Meat Science.* 2017. Vol. 131, № 7. P. 9–17.

26. Fatty acids modulate cytokine and chemokine secretion of stimulated human whole blood cultures in diabetes / M. C. Simon et al. *Clin. Exp. Immunol.* 2013. Vol. 172, № 3. P. 383–393.

27. Kang J. X., Weylandt K. H. Modulation of inflammatory cytokines by omega-3 fatty acids. *Lipids in Health and Disease.* 2008. Vol. 49. P. 133–143.

28. Kirkland R. Fatty acids in feeding programmes for dairy cows. *Megalac.* 2018. Vol. 26.

URL: <http://www.megalac.com/about/news/154-fatty-acids-in-feeding-programmes-for-dairy-cows> (last accessed: 27.05.2020).

29. Lawrence G. D. Dietary fats and health: dietary recommendations in the context of scientific evidence. *Advances in Nutrition.* 2013. Vol. 4, № 3. P. 294–302.

30. Milk fatty acids profiles and milk production from dairy cows fed different forage quality diets / S. Liu et al. *Anim.*

conjugated linoleic acid on lipid, inflammatory and haemorheological variables: a dietary intervention study / F. Sofi et al. *Nutr. Metab. Cardiovasc. Dis.* 2010. Vol. 20, No 2. P. 117–124.

22. Effects of differential supplementation of fatty acids during the peripartum and breeding periods of Holstein cows: II. Neutrophil fatty acids and function, and acute phase proteins / F. T. Silvestre et al. *J. Dairy Sci.* 2011. Vol. 94. P. 2285–2301.

23. Effects of fatty acids on meat quality: a review / J. D. Wood et al. *Meat Science.* 2004. Vol. 66, No 1. P. 21–32.

24. Effects of feeding flaxseed or sunflower-seed in high-forage diets on beef production, quality and fatty acid composition / C. Mapiye et al. *Meat Science.* 2013. Vol. 95, No 7. P. 98–109.

25. Effects of feeding steers extruded flaxseed on its own before hay or mixed with hay on animal performance, carcass quality, and meat and hamburger fatty acid composition / P. Vahmani et al. *Meat Science.* 2017. Vol. 131, No 7. P. 9–17.

26. Fatty acids modulate cytokine and chemokine secretion of stimulated human whole blood cultures in diabetes / M. C. Simon et al. *Clin. Exp. Immunol.* 2013. Vol. 172, No 3. P. 383–393.

27. Kang J. X., Weylandt K. H. Modulation of inflammatory cytokines by omega-3 fatty acids. *Lipids in Health and Disease.* 2008. Vol. 49. P. 133–143.

28. Kirkland R. Fatty acids in feeding programmes for dairy cows. *Megalac.* 2018. Vol. 26.

URL: <http://www.megalac.com/about/news/154-fatty-acids-in-feeding-programmes-for-dairy-cows> (last accessed: 27.05.2020).

29. Lawrence G. D. Dietary fats and health: dietary recommendations in the context of scientific evidence. *Advances in Nutrition.* 2013. Vol. 4, No 3. P. 294–302.

30. Milk fatty acids profiles and milk production from dairy cows fed different forage quality diets / S. Liu et al. *Anim. Nutr.* 2016. Vol. 2, No 4. P. 329–333.

31. Sequential feeding of lipid supplement enriches beef adipose tissues with 18:3 n-3 biohydrogenation intermediates

Nutr. 2016. Vol. 2, № 4. P. 329–333.

31. Sequential feeding of lipid supplement enriches beef adipose tissues with 18:3 n-3 biohydrogenation intermediates / P. Vahmani et al. *Lipids*. 2017. Vol. 52, № 7. P. 641–649.

32. Serum polyunsaturated fatty acids correlate with serum cytokines and clinical disease activity in Crohn's disease / E. A. Scoville et al. *Scientific Reports*. 2019. Vol. 9. P. 1–11.

33. The effect of level of forage and oil supplement on biohydrogenation intermediates and bacteria in continuous cultures / P. Gudla et al. *Animal Feed Science and Technology*. 2012. Vol. 171, № 2. P. 108–116.

34. The effects of feeding flaxseed to beef cows given forage based diets on fatty acids of longissimus thoracis muscle and backfat / R. T. Nassu et al. *Meat Science*. 2011. Vol. 89, № 1. P. 469–477.

35. The role of specific fatty acids on dairy cattle performance and fertility / J. E. P. Santos et al. *The 24th Annual Ruminant Nutrition Symposium*, Gainesville, FL, February 5–6, 2013. Florida, 2013. P. 73–89.

36. The scope for manipulating the polyunsaturated fatty acid content of beef: a review / P. Vahmani et al. *J. Anim. Sci. Biotechnol.* 2015. Vol. 6, № 1. P. 29–41.

Отримано 13.01.2020

/ P. Vahmani et al. *Lipids*. 2017. Vol. 52, No 7. P. 641–649.

32. Serum polyunsaturated fatty acids correlate with serum cytokines and clinical disease activity in Crohn's disease / E. A. Scoville et al. *Scientific Reports*. 2019. Vol. 9. P. 1–11.

33. The effect of level of forage and oil supplement on biohydrogenation intermediates and bacteria in continuous cultures / P. Gudla et al. *Animal Feed Science and Technology*. 2012. Vol. 171, No 2. P. 108–116.

34. The effects of feeding flaxseed to beef cows given forage based diets on fatty acids of longissimus thoracis muscle and backfat / R. T. Nassu et al. *Meat Science*. 2011. Vol. 89, No 1. P. 469–477.

35. The role of specific fatty acids on dairy cattle performance and fertility / J. E. P. Santos et al. *The 24th Annual Ruminant Nutrition Symposium*, Gainesville, FL, February 5–6, 2013. Florida, 2013. P. 73–89.

36. The scope for manipulating the polyunsaturated fatty acid content of beef: a review / P. Vahmani et al. *J. Anim. Sci. Biotechnol.* 2015. Vol. 6, No 1. P. 29–41.