

УДК 636.2:591.11:546.23

ЖИРНОКИСЛОТНИЙ СКЛАД ЛІПІДІВ СКЕЛЕТНОГО М'ЯЗА БУГАЙЦІВ НА ВІДГОДІВЛІ ЗА РІЗНОГО ВМІСТУ ВІТАМІНУ Е ТА СЕЛЕНУ В РАЦІОНІ

Ю. П. Білаш^{1,2}, А. П. Дідович², І. В. Вудмаска^{1,2}, О. В. Голубець³
ivvudmaska@ukr.net

¹ Інститут біології тварин НААН, Україна, м. Львів, 79034, вул. В. Стуса, 38

² Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, Україна, м. Львів, 79010, вул. Пекарська, 50

³ Всеукраїнський державний науково-виробничий центр стандартизації, метрології, сертифікації і захисту прав споживачів, Україна, м. Київ, 03143, вул. Метрологічна, 4

Селен і вітамін Е не лише виявляють антиоксидантну дію в організмі тварин, а й впливають на життєдіяльність мікроорганізмів, у тому числі й мікрофлори рубця жуйних. Зміна видового співвідношення та ферментаційної активності мікроорганізмів вмісту рубця коригує процеси синтезу специфічних для бактерій жирних кислот і біогідрогенізації поліненасичених жирних кислот корму.

Проведено дослід на 3 групах бугайців української чорно-рябої молочної породи, по 5 голів у групі. Контрольна група отримувала збалансований раціон. Бугайці 1-ї дослідної групи отримували такий же раціон з добавкою 0,3 мг/кг Селену (у складі селеніту натрію) і 100 мг вітаміну Е, а 2-ї дослідної групи — 0,5 мг/кг Селену (у складі селеніту натрію) і 300 мг вітаміну Е на 1 кг сухої речовини корму. Дослід тривав 2 місяці з наступним забоєм тварин у 18-місячному віці. Жирнокислотний склад досліджували на газовому хроматографі HP-6890 з капілярною колонкою SP-2560 довжиною 100 м.

У складі жирних кислот ліпідів найдовшого м'яза спини тварин контрольної та 1-ї і 2-ї дослідних груп виявлено (%): розгалужених кислот — 0,82; 0,87; 1,12

($p < 0,001$); непарних кислот — 3,67; 3,86; 4,29 ($p < 0,01$); лінолевої кислоти — 3,79; 4,21 ($p < 0,05$); 6,47 ($p < 0,001$); ліноленової кислоти — 1,47; 1,45; 2,44 ($p < 0,001$); транс10-18:1 — 1,09; 0,92; 0,77 ($p < 0,05$); транс11-18:1 — 2,09; 2,39; 3,05 ($p < 0,05$); транс10,цис12-18:2 — 0,11; 0,06 ($p < 0,05$); 0,05 ($p < 0,001$); цис9,транс11-18:2 — 0,30; 0,32; 0,47 ($p < 0,01$). У м'язі бугайців 2-ї дослідної групи збільшилася кількість кислот 20:4, 20:5, 22:5 і 22:6. Вміст пальмітинової, стеаринової та олеїнової кислот не змінювався.

Таким чином, за додавання до раціону бугайців високих доз Селену та вітаміну Е (2-а дослідна група) у скелетних м'язах змінюється вміст жирних кислот, які утворюються у рубці, у тому числі й кон'югованої лінолевої кислоти. Крім того, зростає кількість поліненасичених жирних кислот, що може бути пов'язано з меншим ступенем їх пероксидного окиснення у тканинах. Менша доза Селену й вітаміну Е (1-а дослідна група) на жирнокислотний склад м'язової тканини вплинула незначно.

Ключові слова: БУГАЙЦІ, СЕЛЕН, ВІТАМІН Е, СКЕЛЕТНИЙ М'ЯЗ, ЖИРНОКИСЛОТНИЙ СКЛАД

FATTY ACID COMPOSITION IN SKELETAL MUSCLE OF FATTENING BULLS FED DIETS WITH DIFFERENT LEVEL OF VITAMIN E AND SELENIUM

Y. P. Bilash^{1,2}, A. P. Didovych², I. V. Vudmaska^{1,2}, O. V. Holubets³
ivvudmaska@ukr.net

¹ Institute of Animal Biology NAAS; 38 V. Stus St, Lviv, 79034, Ukraine

²Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies named after S. Z. Gzhytsky; 50 Pekarska St, Lviv, 79010, Ukraine

³All-Ukrainian state research and production center for standardization, metrology, certification and consumers' rights protection; 4 Metrologichna St, Kyiv, 03143, Ukraine

Selenium and vitamin E have not only antioxidant effects in animal organism but also affect the activity of microorganisms including in rumen. Change the value of species and enzyme activity of rumen microorganisms impacts on synthesis of specific bacterial fatty acids and on dietary polyunsaturated fatty acids hydrogenation.

Experiment on the 3-groups of Ukrainian black and white dairy breed bulls with 5 animals in each group has been provided. The control group fed a balanced diet. Bull of the 1st experimental group received the same diet with the addition of 0.3 mg/kg of selenium (sodium selenite) and 100 mg of vitamin E, and 2nd experimental group — 0.5 mg/kg of selenium (sodium selenite) and 300 mg of vitamin E per 1 kg DM. The experiment lasted 2 months with subsequent slaughter at 18 months age. Fatty acids profile was studied by gas chromatograph HP-6890 with 100 m length capillary column SP-2560.

In the lipids of musculus longissimus dorsi of the control, 1st and 2nd research groups were found (%): branched-chain acids — 0.82, 0.87, 1.12 ($p<0.001$); odd-chain acids — 3.67, 3.86, 4.29 ($p<0.01$); linoleic acid — 3.79, 4.21

($p<0.05$), 6.47 ($p<0.001$); linolenic acid — 1.47, 1.45, 2.44 ($p<0.001$); trans10-18:1 — 1.09, 0.92, 0.77 ($p<0.05$); trans11-18:1 — 2.09, 2.39, 3.05 ($p<0.05$); trans10,cis12-18:2 — 0.11, 0.06 ($p<0.05$), 0.05 ($p<0.001$), cis9,trans11-18:2 — 0.30, 0.32, 0.47 ($p<0.01$). Quantities of acids 20:4, 20:5, 22:5 and 22:6 were increased in the muscle of 2nd experimental group bulls. The contents of palmitic, stearic and oleic acids did not change.

Thus, supplementation of bulls diet with high doses of selenium and vitamin E (2nd experimental group) changed the levels of formed in the rumen fatty acids, including conjugated linoleic acid. In addition, number of polyunsaturated fatty acids was increased, what may be associated with a lesser degree of peroxidation in the tissues. A lower dose of selenium and vitamin E (1st experimental group) affected on the fatty acid composition of muscle tissue much less.

Key words: BULLS, SELENIUM, VITAMIN E, SKELETAL MUSCLE, LONG-CHAIN FATTY ACIDS

ЖИРНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ ЛИПИДОВ СКЕЛЕТНЫХ МЫШЦ БЫЧКОВ НА ОТКОРМЕ ПРИ РАЗНОМ СОДЕРЖАНИИ ВИТАМИНА Е И СЕЛЕНА В РАЦИОНЕ

Ю. П. Биляш^{1, 2}, А. П. Дидович², И. В. Вудмаска^{1, 2}, О. В. Голубец³
ivvudmaska@ukr.net

¹Институт биологии животных НААН, Украина, г. Львов, 79034, ул. В. Стуса, 38

²Львовский национальный университет ветеринарной медицины и биотехнологий имени С. З. Гжицкого, Украина, г. Львов, 79010, ул. Пекарська, 50

³Всеукраинский государственный научно-производственный центр стандартизации, метрологии, сертификации и защиты прав потребителей, Украина, г. Киев, 03143, ул. Метрологична, 4

Селен и витамин Е не только проявляют антиоксидантное действие в организме животных, но и влияют на жизнедеятельность микроорганизмов, в том числе и микрофлоры рубца жвачных. Изменение видового соотношения и ферментационной активности микроорганизмов содержимого рубца

корректирует процессы синтеза специфических для бактерий жирных кислот и биогидрогенизации полиненасыщенных жирных кислот корма.

Проведен опыт на 3-х группах бычков украинской черно-пестрой молочной породы, по 5 голов в группе. Контрольная группа получала сбалансированный рацион. Бычки 1-й

опытной группы получали такой же рацион с добавкой 0,3 мг/кг селена (в составе селенита натрия) и 100 мг витамина Е, а 2-й опытной группы — 0,5 мг/кг селена (в составе селенита натрия) и 300 мг витамина Е на 1 кг сухого вещества. Опыт длился 2 месяца с последующим убоем животных в 18-ти месячном возрасте. Жирнокислотный состав исследовали на газовом хроматографе HP-6890 с капиллярной колонкой SP-2560 длиной 100 м.

В составе жирных кислот липидов длиннейшей мышцы спины животных контрольной, 1-й и 2-й опытных групп обнаружено (%): разветвленных кислот — 0,82; 0,87; 1,12 ($p < 0,001$); нечетных кислот — 3,67; 3,86; 4,29 ($p < 0,01$); линолевой кислоты — 3,79; 4,21 ($p < 0,05$); 6,47 ($p < 0,001$); линоленовой кислоты — 1,47; 1,45; 2,44 ($p < 0,001$); транс10-18:1 — 1,09; 0,92; 0,77 ($p < 0,05$); транс11-18:1 — 2,09 ; 2,39; 3,05 ($p < 0,05$); транс10,цис12-18:2 — 0,11; 0,06 ($p < 0,05$); 0,05 ($p < 0,001$) ; цис9,транс11-18:2 — 0,30; 0,32; 0,47 ($p < 0,01$). В мышце бычков 2-й опытной группы увеличилось количество кислот 20:4, 20:5, 22:5 и 22:6. Содержание пальмитиновой, стеариновой и олеиновой кислот не изменилось.

Таким образом, при добавлении в рацион бычков высоких доз селена и витамина Е (2-я опытная группа) в скелетных мышцах изменяется содержание жирных кислот, которые образуются в рубце, в том числе и конъюгированной линолевой кислоты. Кроме того, возрастает количество полиненасыщенных жирных кислот, что может быть связано с меньшей степенью их перекисного окисления в тканях. Меньшая доза селена и витамина Е (1-я опытная группа) на жирнокислотный состав мышечной ткани влияла незначительно.

Ключевые слова: БЫЧКИ, СЕЛЕН, ВИТАМИНЫ Е, СКЕЛЕТНЫЕ МЫШЦЫ, ЖИРНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ

Рослинні корми містять велику кількість незамінних поліненасичених лінолевої та ліноленової кислот. Проте, цис-подвійні зв'язки ненасичених жирних кислот токсичні для бактерій, бактерії рубця гідрогенізують ненасичені, у тому числі й незамінні жирні кислоти, внаслідок чого органи і тканини жуйних тварин містять велику кількість стеаринової та

олеїнової і дуже мало поліненасичених жирних кислот [1–3]. Разом з тим, окремі транс-ізомери олеїнової (транс-11) та лінолевої (цис-9, транс-11) кислот, які утворюються під час рубцевої біогідрогенізації володіють біологічною активністю, що частково компенсує нестачу поліненасичених жирних кислот, особливо кислот родини ω -3 [1, 3–5].

У годівлі тварин, в тому числі і жуйних, широко застосовуються антиоксиданти [6], які попереджують пероксидне окиснення подвійних зв'язків, збільшуючи вміст поліненасичених жирних кислот у продукції [2, 7, 10]. Останніми роками встановлено, що антиоксиданти впливають на обмін речовин у бактерій, внаслідок чого жуйні тварини, яким згодують підвищені кількості антиоксидантів, мають кращі продуктивні показники [8–11].

Додавання до раціону підвищених кількостей α -токоферолу стимулює утворення у рубці транс11-18:1 і цис9,транс11-18:2 жирних кислот та зменшує утворення транс10-18:1 і транс10,цис12-18:2 жирних кислот [8, 10–12]. Механізм дії вітаміну Е на біогідрогенізацію поліненасичених жирних кислот повністю не встановлений. Токсичність вітаміну Е настільки низька, що для сільськогосподарських тварин навіть не встановлена гранично допустима концентрація [6]. Це дозволяє збільшувати його кількість у раціоні в широких межах, які, по суті, регламентуються лише вартістю препарату.

Особливістю метаболізму сполук Селену у жуйних є їх трансформація в рубці. Значна частина сполук Селену, як неорганічних, так і органічних, в рубці переводиться бактеріями в елементарну форму, яка виводиться з організму [12, 14]. Оскільки жуйні тварини засвоюють меншу частину Селену корму, ніж тварини з однокамерним шлунком, норма введення селену в їх раціон, можливо, повинна бути більшою [8, 9, 15–17]. Довгий час збільшення кількості Селену в раціоні тварин вважалося неможливим через

невелику різницю між необхідною і токсичною дозами. Проте, недавно виявлено, що гранично допустима концентрація Селену для тварин, особливо жуйних, значно більша і становить не 2 мг/кг корму, а близько 20 мг/кг [16, 17], що дозволяє збільшувати його дозу. Дія Селену на обмін жирних кислот у жуйних тварин вивчена недостатньо, проте наявні окремі повідомлення про його вплив на жирнокислотний склад крові, м'язової тканини та молока жуйних [9, 10, 18].

Селен та вітамін Е регулюють обмінні процеси не лише за життя тварини, їх антиоксидантна дія проявляється і після забою [19, 20]. Введення до раціону тварин підвищених доз антиоксидантів призводить до пригнічення пероксидних процесів у м'ясній продукції протягом зберігання, що може впливати на жирнокислотний склад ліпідів.

Вплив високих доз Селену та вітаміну Е на жирнокислотний склад м'язової тканини жуйних вивчений значно менше, ніж на жирнокислотний склад молока корів. Метою наших досліджень було встановлення впливу різних кількостей Селену та вітаміну Е у раціоні відгодівельних бугайців на жирнокислотний склад найдовшого м'яза спини, з акцентуванням уваги на вмісті позиційних та просторових ізомерів ненасичених жирних кислот.

Матеріали і методи

Дослід проведено на трьох групах бугайців української чорно-рябої молочної породи, по 5 голів у кожній. Тривалість досліду 2 місяці (від 16- до 18-місячного віку). Бугайці контрольної групи отримували збалансований за вмістом поживних речовин (протеїну, клітковини, неструктурних вуглеводів, жиру, вітамінів, мінеральних елементів) раціон, що містив: сіно лучне — 2 кг, силос кукурудзяний — 20 кг, дерть пшеничну — 2 кг, шрот соняшниковий — 0,5 кг, мелясу — 1,0 кг. 1 кілограм сухої речовини містив 0,1 мг Селену і 24 мг вітаміну Е. Бугайці першої

дослідної групи отримували такий же раціон з добавкою 0,3 мг/кг Селену (у складі селеніту натрію) і 100 мг вітаміну Е, а другої дослідної групи — 0,5 мг/кг Селену (у складі селеніту натрію) і 300 мг вітаміну Е на 1 кг сухої речовини корму.

Зразки найдовшого м'яза спини отримували після планового забою тварин. М'язову тканину гомогенізували і відважували по 1 г для досліджень. Ліпіди екстрагували за методом Фолча [21]. Метиллові ефіри жирних кислот готували з комбінуванням лужної і кислотної естерифікації [22]. Жирнокислотний склад ліпідів плазми крові досліджували методом газорідинної хроматографії на газовому хроматографі Hewlett Packard HP-6890 з полум'яно-іонізаційним детектором, обладнаному капілярною колонкою SP-2560 довжиною 100 м [23]. Для ідентифікації хроматографічних піків використовували індивідуальні стандартні розчини метилових ефірів жирних кислот, у тому числі транс6-, транс7-, транс9-, транс11-, транс12-, цис6-, цис7-, цис9-, цис11-ізомерів октадецеенової кислоти виробництва фірми Sigma Chemical Co, суміш метилових ефірів жирних кислот 37 Component FAME Mix Supelco (47885-U) та суміш метилових ефірів кон'югованої лінолевої кислоти виробництва фірми Sigma (O5632). Отримані результати обробляли статистично за допомогою програми Microsoft Excel 2003 з використанням функції «двовибірковий t-тест з різними дисперсіями».

Результати й обговорення

Додавання до раціону відгодівельних бугайців селеніту натрію та вітаміну Е вплинуло на жирнокислотний склад скелетного м'яза (табл. 1). Такий ефект може бути зумовлений декількома факторами. По-перше, це наслідок впливу Селену і, особливо, вітаміну Е на рубцеву ферментацію. Вказані антиоксидантні сполуки змінюють спрямованість біогідрогенізації поліненасичених жирних кислот у рубці, впливаючи на чисельність і

видовий склад рубцевих мікроорганізмів. Оскільки різні види бактерій гідрогенізують подвійні зв'язки жирних кислот різними метаболічними шляхами, жирнокислотний склад вмісту рубця змінюється. Бактерії мають специфічний, відмінний від еукаріотів, жирнокислотний склад клітинних мембран, зокрема у складі ліпідів бактерій містяться жирні кислоти з непарною кількістю вуглецевих атомів та розгалуженим вуглецевим ланцюгом. Тому, за зміни видового складу рубцевої мікрофлори змінюється жирнокислотний склад організму жуйної тварини.

Крім того, Селен та вітамін Е впливають на жирнокислотний склад організму жуйної тварини й безпосередньо, зменшуючи пероксидне окиснення поліненасичених жирних кислот в органах і тканинах.

Аналіз вмісту непарних і розгалужених жирних кислот показав, що під впливом додавання до раціону Селену та вітаміну Е у м'язовій тканині бугайців кількість цих кислот зростає. Зокрема, у скелетному м'язі бугайців 1-ї дослідної групи, які отримували з раціоном 0,3 мг/кг Селену і 100 мг/кг вітаміну Е, в 1,58 раза збільшився відносний вміст ізо-15:0 кислоти ($p < 0,05$) і в 1,16 раза відносний вміст 17:1 кислоти ($p < 0,05$). Дія більшої дози вказаних антиоксидантів у раціоні — 0,5 мг/кг Селену та 300 мг/кг вітаміну Е (2-а дослідна група) дещо відрізнялася. Кількість ізо-15:0 та 17:1 кислот у м'язі бугайців цієї групи була подібною до бугайців 1-ї дослідної групи. Проте, ліпідах скелетного м'яза бугайців 2-ї дослідної групи, крім того, зростав вміст кислот антеізо-15:0 ($p < 0,05$) та антеізо-17:0 ($p < 0,01$). Таким чином, Селен та вітамін Е посилювали синтез розгалужених та непарних жирних кислот бактеріями рубця, які після перетравлення у кишечнику надходили в організм тварин, у тому числі й у м'язову тканину.

За дії високого вмісту у раціоні Селену та вітаміну Е у скелетному м'язі бугайців 2-ї дослідної групи зменшилась кількість стерінової кислоти (18:0) та

зросла кількість поліненасичених жирних кислот, і меншою мірою, мононенасичених жирних кислот.

Так, вміст сумарних кількостей ізомерів кислот 18:2 і ліноленової кислоти (18:3) збільшився у 1,7 раза ($p < 0,001$), арахідонової кислоти (20:4) — в 1,2 раза ($p < 0,05$), ейкозапентаєнової кислоти (20:5) — в 1,46 раза ($p < 0,05$), докозапентаєнової кислоти (22:5) — в 1,47 раза ($p < 0,01$), докозагексаєнової кислоти (22:6) — в 1,73 раза ($p < 0,01$). У ліпідах м'яза бугайців 1-ї дослідної групи також встановлені тенденції до збільшення вмісту поліненасичених жирних кислот, проте вірогідними зміни були лише для кислоти 22:6 ($p < 0,05$). Кількість ω -9 ейкозатриєнової кислоти (20:3 n9) у м'язі бугайців обох дослідних груп зменшувалася, що пов'язано з кращим забезпеченням організму арахідоновою (20:4 n6) кислотою. Пояснюється це тим, що ω -9 ейкозатриєнова кислота синтезується в організмі тварин з олеїнової кислоти, а арахідонова кислота — з незамінної лінолевої кислоти. Ейкозатриєнова кислота не володіє біологічною активністю арахідонової кислоти, проте може виконувати функцію компонента фосфоліпідів мембран. При дефіциті ω -6 жирних кислот ω -9 ейкозатриєнова кислота починає заміщувати арахідонову кислоту в біологічних мембранах.

Додавання до раціону Селену і вітаміну Е не лише вплинуло на вміст ненасичених жирних кислот, воно також змінило співвідношення їх ізомерів (табл. 2). Слід звернути увагу на біологічно активні ізомери октадецеєнової та октадекадієнової кислот, які утворюються у рубці при біогідрогенізації лінолевої (цис9,цис12-18:2) та ліноленової (цис9,цис12,цис15-18:3) кислот. Це кислоти транс10-18:1 і транс11-18:1 та транс10,цис12-18:2 і цис9,транс11-18:2. Так, кількість транс10 моно- та диненасичених C18 ізомерів у м'язі бугайців дослідних груп зменшувалася, а кількість транс11 ізомерів зростала.

Зокрема, вміст транс10-18:1 у бугайців 1-ї дослідної групи був меншим від контролю в 1,18 раза, а у бугайців 2-ї дослідної групи він у 1,41 раза більший порівняно до контрольної групи ($p<0,05$). Подібні тенденції виявлено для диненасичених метаболітів вказаних кислот. Вміст транс10,цис12-18:2 у бугайців 1-ї дослідної групи зменшувався відносно показника

контрольної групи у 1,8 раза ($p<0,01$), а у бугайців 2-ї дослідної групи — у 2,2 раза ($p<0,001$). Вміст цис9,транс11-18:2, навпаки — зростав. У бугайців 1-ї дослідної групи це зростання було незначним та статистично не вірогідним, а у бугайців 2-ї дослідної групи спостерігалось суттєве її збільшення — в 1,57 раза ($p<0,01$).

Таблиця 1

**Жиринокислотний склад ліпідів скелетного м'яза бугайців,
% від загальної кількості жирних кислот ($M\pm m$, $n=5$)**

Жирині кислоти		Групи тварин		
		Контрольна	1-а дослідна	2-а дослідна
12:0	Лауринова	0,06 $\pm$ 0,01	0,06 $\pm$ 0,01	0,05 $\pm$ 0,01
ізо-14:0	Ізо-тетрадеканова	0,02 $\pm$ 0,00	0,02 $\pm$ 0,00	0,03 $\pm$ 0,01
14:0	Міристинова	2,40 $\pm$ 0,12	2,46 $\pm$ 0,16	2,67 $\pm$ 0,11
ізо-15:0	Ізо-пентадеканова	0,12 $\pm$ 0,02	0,19 $\pm$ 0,02*	0,17 $\pm$ 0,01*
14:1	Міристолейнова	0,55 $\pm$ 0,04	0,51 $\pm$ 0,06	0,58 $\pm$ 0,05
антеізо-15:0	Антеізо-пентадеканова	0,08 $\pm$ 0,01	0,06 $\pm$ 0,01	0,14 $\pm$ 0,02*
15:0	Пентадеканова	0,45 $\pm$ 0,03	0,51 $\pm$ 0,04	0,46 $\pm$ 0,06
ізо-16:0	Ізо-гексадеканова	0,16 $\pm$ 0,02	0,20 $\pm$ 0,03	0,19 $\pm$ 0,02
16:0	Пальмітинова	24,65 $\pm$ 2,08	26,55 $\pm$ 2,01	24,77 $\pm$ 2,47
ізо-17:0	Ізо-гептадеканова	0,36 $\pm$ 0,04	0,32 $\pm$ 0,03	0,44 $\pm$ 0,02
16:1	Пальмітолейнова	3,17 $\pm$ 0,24	3,62 $\pm$ 0,23	3,45 $\pm$ 0,31
антеізо-17:0	Антеізо-гептадеканова	0,09 $\pm$ 0,01	0,08 $\pm$ 0,01	0,16 $\pm$ 0,01**
17:0	Маргарінова	1,44 $\pm$ 0,11	1,39 $\pm$ 0,08	1,63 $\pm$ 0,07
17:1	Гептадеценева	1,14 $\pm$ 0,04	1,32 $\pm$ 0,08*	1,31 $\pm$ 0,15
18:0	Стеаринова	14,98 $\pm$ 1,10	14,20 $\pm$ 0,73	11,83 $\pm$ 1,03
Сума 18:1	Октадеценева	40,91 $\pm$ 2,42	38,42 $\pm$ 2,38	37,95 $\pm$ 2,63
Сума 18:2	Октадекадиєнова	4,26 $\pm$ 0,15	4,66 $\pm$ 0,26	7,08 $\pm$ 0,52***
20:0	Арахідова	0,16 $\pm$ 0,02	0,18 $\pm$ 0,02	0,19 $\pm$ 0,03
18:3n3	Ліноленова	1,47 $\pm$ 0,05	1,45 $\pm$ 0,09	2,44 $\pm$ 0,14***
20:1n9	Гадолейнова	0,09 $\pm$ 0,01	0,10 $\pm$ 0,02	0,10 $\pm$ 0,01
20:2	Ейкозациєнова	0,07 $\pm$ 0,01	0,10 $\pm$ 0,01	0,09 $\pm$ 0,02
20:3n9	Ейкозатриєнова	0,37 $\pm$ 0,03	0,26 $\pm$ 0,03*	0,23 $\pm$ 0,02**
20:3n6	Ейкозатриєнова	0,18 $\pm$ 0,02	0,21 $\pm$ 0,02	0,15 $\pm$ 0,02
20:4n6	Арахідонова	1,25 $\pm$ 0,06	1,15 $\pm$ 0,10	1,48 $\pm$ 0,05*
20:5n3	Ейкозапентаєнова	0,50 $\pm$ 0,05	0,61 $\pm$ 0,06	0,73 $\pm$ 0,09*
22:4n6	Докозатетраєнова	0,14 $\pm$ 0,02	0,18 $\pm$ 0,04	0,18 $\pm$ 0,03
22:5n3	Докозапентаєнова	0,51 $\pm$ 0,04	0,60 $\pm$ 0,05	0,75 $\pm$ 0,07**
22:6n3	Докозагексаєнова	0,41 $\pm$ 0,02	0,55 $\pm$ 0,04*	0,71 $\pm$ 0,06**
24:0	Лігноцеринова	0,02 $\pm$ 0,00	0,03 $\pm$ 0,01	0,03 $\pm$ 0,01
24:1n9	Нервонова	0,02 $\pm$ 0,01	0,02 $\pm$ 0,01	0,03 $\pm$ 0,00

Примітка: * — $p<0,05$; ** — $p<0,01$; *** — $p<0,001$

Серед інших ізомерів статистично вірогідні зміни виявлено для кислот транс13-18:1 і транс14-18:1, кількість яких у м'язі бугайців 1-ї дослідної групи значно зросла ($p<0,05$), тоді як у бугайців 2-ї дослідної групи не відрізнялася від контролю. Вказана кислота є продуктом біогідрогенізації ліноленової (цис9,цис12,цис15-18:3) кислоти, отже,

ліноленова кислота гідрогенізувалася у тварин 1-ї дослідної групи інтенсивніше. Крім того, у бугайців 2-ї дослідної групи зросла кількість цис11-18:1 кислоти ($p<0,05$), яка утворюється в рубці при ізомеризації олеїнової (цис9-18:1) кислоти.

Важливо відмітити, що під впливом згодовування бугайцям селеніту натрію та вітаміну Е у м'язі збільшився вміст

лінолевої кислоти (цис9,цис12-18:2). Це збільшення було статистично вірогідним, у 1-й дослідній групі воно становило 1,11 раза ($p<0,05$), а у 2-й дослідній групі — 1,71 раза ($p<0,001$).

Внаслідок зміни вмісту окремих жирних кислот, змінилося й співвідношення їх груп за будовою вуглецевого ланцюга та кількістю і стереоізомерією подвійних зв'язків. При цьому слід звернути увагу, що статистично вірогідні зміни спостерігались переважно у 2-й дослідній групі, тобто суттєвий вплив на ці показники виявляли Селен та вітамін Е у дозах 0,5 та 300 мг/кг сухої речовини раціону. Вміст жирних кислот з непарною кількістю вуглецевих атомів у скелетному

м'язі бугайців цієї групи був у 1,17 рази більший ніж у контролі ($p<0,01$). Ще більші різниці встановлено для розгалужених жирних кислот, причому зростав вміст як ізо-, так і антеізо-ізомерів, кількість перших збільшилась в 1,26 рази ($p<0,01$), а других — в 1,76 рази ($p<0,001$). Значно зросла у м'язі тварин 2-ї дослідної групи сумарна кількість поліненасичених кислот ($p<0,001$), проте індекс насиченості ліпідів змінився несуттєво, через незначні зміни у вмісті мононенасичених кислот. Кількість цис- (не враховуючи олеїнової кислоти) та транс-ізомерів октадецевої (18:1) кислоти у 2-й дослідній групі була більшою, ніж у контрольній і 1-й дослідних групах ($p<0,05$).

Таблиця 2

Ізомерний склад октадецевої (18:1) та октадекадієвої (18:2) кислот у скелетному м'язі бугайців, % від загальної кількості жирних кислот ($M\pm m$, $n=5$)

Жирні кислоти	Групи тварин		
	Контрольна	1-а дослідна	2-а дослідна
18:1 транс-6+7+8	0,13±0,03	0,10±0,01	0,16±0,02
18:1 транс-9	0,22±0,03	0,23±0,01	0,32±0,03*
18:1 транс-10	1,09±0,11	0,92±0,09	0,77±0,07*
18:1 транс-11	2,09±0,15	2,39±0,17	3,05±0,34*
18:1 транс-12	0,09±0,01	0,08±0,01	0,09±0,01
18:1 транс-13+14	0,05±0,01	0,09±0,01*	0,05±0,01
18:1 транс-15	0,07±0,01	0,08±0,02	0,07±0,01
18:1 цис-6	0,03±0,01	0,03±0,01	0,02±0,01
18:1 цис-9	36,73±2,49	34,03±2,60	32,87±2,80
18:1 цис-10	0,02±0,01	0,03±0,01	0,02±0,00
18:1 цис-11	0,27±0,03	0,32±0,01	0,42±0,04*
18:1 цис-12	0,04±0,01	0,04±0,01	0,03±0,01
18:1 цис-13+14	0,07±0,01	0,04±0,01	0,04±0,01
18:1 цис-15	0,03±0,01	0,03±0,01	0,03±0,01
18:2 транс-10,транс-12	0,06±0,01	0,07±0,01	0,08±0,01
18:2 транс-10, цис-12	0,11±0,01	0,06±0,01**	0,05±0,01***
18:2 цис-9,транс-11	0,30±0,02	0,32±0,05	0,47±0,05**
18:2 цис-9, цис-12	3,79±0,16	4,21±0,28*	6,47±0,50***

Важливим показником біохімічного стану організму є співвідношення кислот 20:3n9/20:4n6, він характеризує забезпеченість організму лінолевою кислотою. Під впливом додавання до раціону селеніту натрію та вітаміну Е забезпеченість м'язової тканини арахідонової кислотою у бугайців 1-ї дослідної групи зростала у 1,3 ($p<0,05$), а у бугайців 2-ї дослідної групи — в 1,9 ($p<0,001$) раза. Відношення цис9,транс11-

18:2/транс11-18:1 Селен та вітамін Е не змінили, тобто ці сполуки не впливають на інтенсивність ресинтезу у м'язовій тканині кислоти цис9,транс11-18:2 з кислоти транс11-18:1.

Висновки

Введення до раціону відгодівельних бугайців великих кількостей Селену та вітаміну Е (0,5 та 300 мг/кг сухої речовини

корму) змінює жирнокислотний склад скелетного м'яза, збільшуючи вміст непарних, розгалужених, поліненасичених та транс-11 ізомерів жирних кислот. Менша кількість Селену та вітаміну Е (0,3 та 100 мг/кг сухої речовини корму) незначно змінює жирнокислотний склад м'язової тканини.

Перспективи подальших досліджень. Необхідно дослідити вплив збільшених кількостей антиоксидантів у раціоні жуйних тварин на зміни жирнокислотного складу м'ясної продукції протягом зберігання.

1. Schmid A., Collomb M., Sieber R., Bee G. Conjugated linoleic acid in meat and meat products: A review. *Meat Science*, 2006, vol. 73, pp. 29–41.

2. Wood J. D., Enser M., Fisher A. V., Nute G. R., Sheard P. R., Richardson R. I., Hughes S. I., Whittington F. M. Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. *Meat Science*, 2008, vol. 78, pp. 343–358.

3. Daley C. A., Abbott A., Doyle P. S., Nader G. A., Larson S. A review of fatty acid profiles and antioxidant content in grass-fed and grain-fed beef. *Nutrition Journal*, 2010, 9:10. Available at: <http://www.nutritionj.com/content/9/1/10>.

4. Belury M. A. Dietary conjugated linoleic acid in health: Physiological effects and mechanisms of action. *Annual Review of Nutrition*, 2002, vol. 22, pp. 505–531.

5. Corl B. A., Baumgard L. H., Dwyer D. A., Griinari J. M., Phillips B. S., Bauman D. E. The role of $\Delta 9$ -desaturase in the production of cis-9, trans-11 CLA. *Journal of Nutritional Biochemistry*, 2001, vol. 12, no. 11, pp. 622–630.

6. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. National Research Council, Seventh revised edition, National Academy Press, Washington, DC, 2001, 408 p.

7. Korniluk K., Gabryszuk M., Kowalczyk J., Czauderna M. Effect of diet supplementation with selenium, zinc and α -tocopherol on fatty acid composition in the liver and loin muscle of lambs. *Animal Science Papers and Reports*, 2008, vol. 26, no. 1, pp. 59–70.

8. Bilash Y. P., Golubets O. V., Tsisaryk O. J., Vudmaska I. V. Vplyv Selenu i vitaminu E na biohidrohenizatsiyu nenasychenykh zhyrnykh kyslot u rubtsi vidhodivel'noyi VRKh [Effects of selenium and vitamin E on unsaturated fatty acids hydrogenation in the rumen of fattening cattle]. *Biologiya tvaryn — The Animal Biology*, 2011, vol. 13, no. 1–2, pp. 187–192 (in Ukrainian).

9. Golova N. V., Golubets O. V., Didovych

A. P., Vudmaska I. V. Zhyrnokyslotnyj sklad lipidiv moloka koriv za riznoho vmistu orhanichnoho i neorhanichnoho selenu v ratsioni [Fatty acid composition of cows milk at different contents of organic and inorganic selenium in diet]. *Naukovyy visnyk L'vivs'koho natsional'noho universytetu veterinarnoyi medytsyny ta biotekhnolohij imeni S. Z. Gzhyts'koho — Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies named after S. Z. Gzhytskyj*, 2011, vol. 13, no. 4 (50), pp. 66–71 (in Ukrainian).

10. Liu Z. L., Yang D. P., Chen P., Dong W. X., Wang D. M. Supplementation with selenium and vitamin E improves milk fat depression and fatty acid composition in dairy cows fed fat diet. *Asian-Australasian of Animal Sciences*, 2008, vol. 21, no. 6, pp. 838–844.

11. Pottier J., Focant M., Debier C., De Buysser G., Goffe C., Mignolet E., Froidmont E., Larondelle Y. Effect of dietary vitamin E on rumen biohydrogenation pathways and milk fat depression in dairy cows fed high-fat diets. *Journal of Dairy Science*, 2006, vol. 89, no. 2, pp. 685–692.

12. Cristaldi L. A., McDowell L. R., Buergelt C. D., Davis P. A., Wilkinson N. S., Martin F. G. Tolerance of inorganic selenium in wether sheep. *Small Ruminant Research*, 2005, vol. 56, no. 1–3, pp. 205–213.

13. Juárez M., Dugan M. E. R., Aalhus J. L., Aldai N., Basarab J. A., Baron V. S., McAllister T. A. Dietary vitamin E inhibits the trans 10-18:1 shift in beef backfat. Dietary vitamin E inhibits the trans 10-18:1 shift in beef backfat. *Canadian Journal of Animal Science*, 2010, vol. 90, no 1, pp. 9–12.

14. Juniper D. T., Phipps R. H., Jones A. K., Bertin G. Selenium supplementation of lactating dairy cows: effect on selenium concentration in blood, milk, urine, and feces. *Journal of Dairy Science*, 2006, vol. 89, no. 9, pp. 3544–3551.

15. Davis P. A., McDowell L. R., Wilkinson N. S., Buergelt C. D., Van Alstyne R., Weldon R. N., Marshall T. T. Tolerance of inorganic selenium by range-type ewes during gestation and lactation. *Journal of Animal Science*, 2006, vol. 84, no. 3, pp. 660–668.

16. Davis P. A., McDowell L. R., Wilkinson N. S., Buergelt C. D., Van Alstyne R., Weldon R. N., Marshall T. T., Matsuda-Fugisaki E. Y. Comparative effects of various dietary levels of Se as sodium selenite or Se yeast on blood, wool, and tissue Se concentrations of wether sheep. *Small Ruminant Research*, 2008, vol. 74, no. 1, pp. 149–158.

17. McDowell L. R., Davis P. A., Cristaldi L. A., Wilkinson N. S., Buergelt C. D., Van Alstyne R. Selenium Toxicity for Ruminants — Paranoia or Precaution?

<http://dairy.ifas.ufl.edu/rms/2005/McDowell.pdf>

18. Czauderna M., Kowalczyk J., Niedźwiedzka K. M., Wąsowska I., Pająk J. J., Bulska E., Ruszczyńska A. The effect of linseed oil and selenium on the content of fatty acids and some elements in the liver and selected tissues of sheep. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 2004, vol. 13, Suppl. 2, pp. 103–106.

19. O'Grady M. N., Monahan F. J., Fallon R. J., Allen P. Effects of dietary supplementation with vitamin E and organic selenium on the oxidative stability of beef. *Journal of Animal Science*, 2001, vol. 79, pp. 2827–2834.

20. Velasco V., Williams P. Improving meat quality through natural antioxidants. *Chilean journal of agricultural research*, 2011, vol. 71, no 2, pp. 313–322.

21. Folch J. A., Lees M., Sloane Stanley G. H. A simple method for the isolation and

purification of total lipids from animal tissue. *Journal of Biological Chemistry*, 1957, vol. 226, no. 1, pp. 497–509.

22. Kramer, J. K. G., Zhou J. Conjugated linoleic acid and octadecenoic acid: Extraction and isolation of lipids. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 2001, vol. 103, pp. 594–599.

23. Golubets O. V., Vudmaska I. V. Vyznachennya zhynokyslotnoho skladu lipidiv metodom kapilyarnoyi hazoridynnoyi khromatohrafiyi. Metodichni rekomendatsiyi [Determination of fatty acid composition by capillary gas-chromatography. Guidelines]. Lviv, Institute of Animal Biology NAAS, 2010. p. 37 (in Ukrainian).