

DOI: 10.32636/01308521.2025-(78)-2-12

Оригінальна наукова стаття

УДК 636.2:577.125

**ІНТЕНСИВНІСТЬ РОСТУ ВІДГОДІВЕЛЬНИХ БУГАЙЦІВ
ЗА ВВЕДЕННЯ У ЇХ РАЦІОН ДЖЕРЕЛ
ЕСЕНЦІАЛЬНИХ ЖИРНИХ КИСЛОТ І ПРЕПАРАТІВ СЕЛЕНУ****О. Б. Дяченко, Й. Ф. Рівіс, Г. В. Тесак**

Інститут сільського господарства
Карпатського регіону НААН
вул. Грушевського, 5, с. Оброшине,
Львівський р-н, Львівська обл.,
81115

Про авторів:

Олександр ДЯЧЕНКО,
кандидат сільськогосподарських
наук
ORCID: 0000-0002-9140-841X

Йосип РІВІС,
доктор сільськогосподарських наук
ORCID: 0000-0002-6249-3440

Галина ТЕСАК
ORCID: 0000-0003-3356-7380

Для листування:

Олександр ДЯЧЕНКО
e-mail: o.b.dyachenko@gmail.com

Інформація про фінансування:

Національна академія аграрних
наук України

Отримано:

11 серпня 2025 р.

Погоджено до друку:

16 вересня 2025 р.

Опубліковано:

30 грудня 2025 р.

Висвітлено результати дослідження впливу введення до раціону відгодівельних бугайців джерел поліненасичених жирних кислот родин ω -3 та ω -6, а також препарату селену на інтенсивність росту тварин і нутрицевтичну цінність яловичини. Експеримент було проведено у зимово-стійловий період на 30 головах бугайців поліської м'ясної породи, яких методом аналогів розподілено на контрольну та дві дослідні групи. Упродовж 60 діб тварини дослідних груп отримували суміш лляної та соняшникової олій, а друга дослідна група додатково – селеніт натрію. Результати досліджень засвідчили, що введення олій сприяло зростанню рівня α -ліноленової кислоти в раціоні у 2,2 разу, що дозволило знизити співвідношення ω -6/ ω -3 з 5,13:1 до 2,72:1 – показника, наближеного до рекомендованого для здорового харчування. Водночас включення селеніту натрію забезпечило зростання кількості селену в раціоні до фізіологічно виправданого рівня. Було зафіксовано достовірну ($P < 0,001$) різницю у середньодобових приростах маси тіла: тварини I та II дослідних груп перевищували контрольну відповідно на 73,4 та 93,4 г. Отримані дані свідчать про ефективність запропонованого підходу до збагачення раціону як засобу підвищення м'ясної продуктивності та поліпшення біологічної цінності яловичини, що є актуальним у контексті концепцій «Єдиного здоров'я» та забезпечення якості харчових продуктів.

Ключові слова: бугайці, поліненасичені жирні кислоти, селен, інтенсивність росту, нутрицевтична цінність, годівля.

Стаття з відкритим доступом на умовах ліцензії Creative Commons.

© Дяченко О. Б., Рівіс Й. Ф., Тесак Г. В., 2025

Growth performance of fattening young bulls with dietary supplementation of essential fatty acids and selenium preparations

Institute of Agriculture of Carpathian
Region of NAAS

*Hrushevskoho street, 5,
Obroshyne village, Lviv district,
Lviv region, 81115*

About authors:

Oleksandr DIACHENKO

ORCID: 0000-0002-9140-841X

Yosyp RIVIS

ORCID: 0000-0002-6249-3440

Halyna TESAK

ORCID: 0000-0003-3356-7380

For corresponding:

Oleksandr DIACHENKO

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

Funding information:

National Academy of Agrarian
Sciences of Ukraine

Received:

August 4, 2025

Accepted:

September 16, 2025

Published:

December 30, 2025

The article presents the results of a study on the effects of supplementing the diets of fattening young bulls with sources of omega-3 and omega-6 polyunsaturated fatty acids and a selenium preparation on growth intensity and the nutraceutical value of beef. The experiment was conducted during the winter stall period on 30 Polissia beef breed bulls, 15–16 months of age, divided into control and two experimental groups using the method of analogs. For 60 days bulls in the experimental groups received a mixture of flaxseed and sunflower oils; in addition, the second experimental group received sodium selenite. The results showed that oil supplementation significantly increased α -linolenic acid intake by 2.2 times, reducing the ω -6/ ω -3 ratio from 5.13:1 to 2.72:1 – a value close to that recommended for a balanced diet. The inclusion of sodium selenite elevated selenium intake to physiologically adequate levels. A statistically significant difference ($P < 0.001$) was recorded in the average daily weight gain: bulls in the first and second experimental groups outperformed the control by 73.4 g and 93.4 g, respectively. These findings confirm the effectiveness of the proposed dietary strategy for enhancing both meat productivity and the biological value of beef. This approach aligns with the principles of the “One Health” concept and addresses current priorities in ensuring food quality and human health.

Keywords: bulls, polyunsaturated fatty acids, selenium, growth intensity, nutraceutical value, feeding.

This is an open-access article under the terms of the Creative Commons.

Вступ. Упродовж останніх десятиліть у світовому науковому та суспільному просторі зростає усвідомлення важливості впливу раціону харчування на стан здоров'я людини. У розвинених країнах дедалі більше уваги приділяють вивченню зв'язку між споживанням продуктів тваринного походження та ризиками розвитку хронічних неінфекційних захворювань, зокрема серцево-судинних, метаболічних та онкологічних [18, 20, 29]. У зв'язку з цим актуальними стають питання не лише кількісного забезпечення населення харчовими продуктами, але й їх якісних характеристик, зокрема вмісту есенціальних нутрієнтів, включаючи жирні кислоти, мікроелементи та біологічно активні речовини [8, 17].

Одним із ключових елементів забезпечення здоров'я населення є

виробництво безпечної, екологічно чистої та збалансованої за своїм складом сільськогосподарської продукції. Відповідно міжнародні організації, такі як Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ), Всесвітня організація охорони здоров'я тварин (WOAH/МЕБ) та Продовольча та сільськогосподарська організація ООН (ФАО), розробили програми «One Health» («Єдине здоров'я») та «Global Health Security Agenda» («Глобальна безпека здоров'я»), що підкреслюють нерозривний зв'язок між здоров'ям людини, тварин та станом навколишнього середовища. Згідно з цими концепціями, контроль якості та безпечності харчових продуктів має здійснюватися на всіх етапах – від вирощування сільськогосподарських тварин до доставки продукції на стіл

споживача, тобто за принципом «з лану до столу» [1, 19, 26].

У цьому контексті особливу увагу науковців привертає м'ясо як джерело цінного білка, амінокислот, вітамінів групи В, а також жирних кислот. Однак сучасні підходи до оцінки харчової якості м'яса передбачають також дослідження його жирнокислотного профілю, зокрема вмісту незамінних поліненасичених жирних кислот (ПНЖК) родин ω -3 і ω -6, які відіграють ключову роль у регуляції фізіологічних процесів в організмі людини [7, 9, 22]. Жирні кислоти цих родин є попередниками простагландинів, тромбосанів, лейкотриєнів та інших сигнальних молекул, беруть участь у формуванні структур клітинних мембран, регулюють запальні процеси, впливають на імунітет, серцево-судинну систему та нейрогуморальну регуляцію [21, 28].

Проте варто зазначити, що м'ясо великої рогатої худоби зазвичай характеризується низьким вмістом ПНЖК, що зумовлено як раціоном годівлі, так і фізіологічними особливостями процесу травлення у жуйних тварин [12, 14, 31]. У рубці під впливом мікрофлори відбувається інтенсивна біогідрогенізація поліненасичених жирних кислот до насичених або мононенасичених форм, що знижує їх кількість у тканинах тварин, зокрема у м'язах і печінці [11, 13, 31]. Водночас вміст есенціальних ω -3 і ω -6 кислот в яловичині значно поступається відповідному показнику у м'ясі риб або деяких видів птиці [11, 12, 31].

У відповідь на ці виклики у багатьох країнах світу ведуть інтенсивні дослідження для розробки ефективних способів модифікації жирнокислотного складу яловичини. Зокрема, до раціону великої рогатої худоби вводять джерела ПНЖК рослинного походження (лляна, ріпакова, соєва, соняшникова олії), застосовують технології захисту жирів від біогідрогенізації, наприклад, у формі кальцієвих солей жирних кислот, мікрокапсул, гранул тощо [23, 25, 27]. Такі підходи сприяють підвищенню вмісту

есенціальних жирних кислот у м'ясі, поліпшуючи його біологічну цінність та вплив на здоров'я споживачів.

Поряд із жирними кислотами важливим мікроелементом, який впливає на метаболізм ліпідів та антиоксидантний статус організму, є селен. Дефіцит цього мікроелемента, характерний для багатьох регіонів України, зокрема Карпатського [2, 5], може мати негативний вплив на функціонування щитоподібної залози, імунну відповідь та продуктивність тварин [15, 24]. Селен є компонентом понад тридцяти селенопротеїнів, зокрема ферментів глутатіонпероксидазної системи, які забезпечують антиоксидантний захист клітин [10, 30]. У тваринництві встановлено, що згодовування добавок селену може впливати на показники росту, метаболізм жирів, вміст холестеролу, а також на якість продукції тваринного походження [6, 16].

Метою дослідження є вивчення комбінованого збагачення раціонів відгодівельних бугайців джерелами поліненасичених жирних кислот та селену як ефективної стратегії для підвищення їх м'ясної продуктивності та поліпшення біологічної (нутрицевтичної) цінності яловичини.

Матеріали і методи. Дослідження проведено у зимово-стійловий період на 30 головах відгодівельного молодняку ВРХ 15–16-місячного віку поліської м'ясної породи у ФГ «Білак» Самбірського р-ну Львівської обл.

Методом аналогів відгодівельних бугайців було поділено на три групи. У підготовчий період (20 діб) контрольна та дві дослідні групи тварин отримували основний раціон. У період проведення досліджень (60 діб) бугайцям I і II дослідних груп до основного раціону додавали визначену в наших попередніх дослідженнях оптимальну кількість суміші лляної і соняшникової олій (відповідно 65 і 35 мл/гол./добу) та доксан (2 мг/кг маси тіла). Крім того, друга дослідна група відгодівельних тварин додатково отримувала разом із комбікормом селен у

формі селеніту натрію у кількості 2,64 мг, що є оптимальною дозою, визначеною в наших попередніх дослідженнях. Обліковий період становив 60 діб. Схему досліду представлено в табл. 1.

На початку та в кінці досліду було визначено масу тіла піддослідних тварин. Вміст жирних кислот родин ω -6 і ω -3 у

кормах раціону та використаних у досліді соняшниковій і лляній оліях було визначено методом газової хроматографії [3] за допомогою приладу «Chrom-5», вміст селену – методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії [4] за допомогою приладу Selmi C-115 M1.

1. Схема досліду

Група тварин	Кількість тварин	Характер годівлі
Контрольна	10	Основний раціон (ОР)
I дослідна	10	ОР + лляна олія (65 мл/гол./добу) + соняшникова олія (35 мл/гол./добу) + доксан
II дослідна	10	ОР + лляна олія (65 мл/гол./добу) + соняшникова олія (35 мл/гол./добу) + доксан + селеніт натрію (2,64 мг)

Результати дослідження було проаналізовано за допомогою варіаційно-статистичного методу з використанням t-критерію Стюдента. Розраховували середні значення (M) та стандартні похибки середніх ($\pm m$). Статистично значущими вважали відмінності за рівня ймовірності $P < 0,05$. Усі обчислення виконували з використанням програмного забезпечення MS Excel 2003.

Результати та обговорення. Рациональне збагачення кормів джерелами поліненасичених жирних кислот (ПНЖК) і

мікроелементами є важливою складовою сучасних підходів до підвищення якості продукції тваринництва. У рамках проведеного досліду було проаналізовано жирнокислотний склад використаних добавок, вміст есенціальних нутрієнтів у раціонах, а також динаміку росту піддослідних тварин.

Аналіз жирнокислотного складу олій, використаних для збагачення раціонів, засвідчив суттєві відмінності між лляною та соняшnikовою оліями (табл. 2).

2. Жирнокислотний склад використаних у досліді лляної та соняшникової олій, %

Жирні кислоти та їх код	Лляна олія	Соняшnikова олія
Лауринова, 12:0	0,1	0,1
Міристинова, 14:0	0,2	0,1
Пентадеканова, 15:0	0,3	0,4
Пальмітинова, 16:0	5,4	5,8
Пальмітоолеїнова, 16:1	0,1	0,1
Стеаринова, 18:0	3,1	3,3
Олеїнова, 18:1	16,6	29,8
Лінолева, 18:2	14,2	58,4
α -ліноленова, 18:3	59,4	0,9
Арахінова, 20:0	0,5	0,9
Ейкозаснова, 20:1	0,1	0,2

Лляна олія характеризувалася високим вмістом α -ліноленової кислоти

(59,4 %), яка належить до ω -3 ПНЖК, що мають виражену протизапальну й

кардіопротекторну дію. Тоді як соняшникова олія, навпаки, мала високий вміст лінолевої кислоти (58,4 %), яка належить до родини ω -6. Така комплементарність забезпечує можливість корекції жирнокислотного профілю раціонів для досягнення оптимального співвідношення ω -6 до ω -3 кислот, що є

ключовим показником якості ліпідного харчування.

У подальшому було визначено кількісний вміст лінолевої й α -ліноленової жирних кислот, а також селену в основних компонентах базового раціону бугайців (табл. 3).

3. Вміст лінолевої (ω -6) і α -ліноленової (ω -3) кислот та селену в кормах раціону піддослідних тварин

Корми раціону (кг)	Вміст		
	лінолевої кислоти, г	α -ліноленової кислоти, г	селену, мг
Сіно злаково-бобове, 4,0	18,4	4,2	0,10
Сінаж злаково-бобовий, 10,0	48,8	17,8	0,22
Комбікорм, 4,0	69,6	4,8	1,84
Брага пшенична, 20,0	9,8	1,8	1,02
М'яса, 0,5	0,0	0,0	0,01
Вода, 50,0	0,0	0,0	0,01
Разом	146,6	28,6	3,20

Основними джерелами лінолевої кислоти виступили комбікорм (69,6 г) і сінаж (48,8 г), тоді як найбільший вміст α -ліноленової зафіксовано у сінажі (17,8 г). Загальна кількість селену у базовому раціоні становила 3,20 мг, що перебуває на нижній межі фізіологічної норми і є нижче від рекомендованої потреби відгодівельного молодняка м'ясних порід великої рогатої худоби згідно з нормами

NRC (0,3 мг селену/кг сухої маси корму) на 0,88 мг, або 21,6 %.

Введення суміші лляної та соняшникової олій до раціону тварин I та II дослідних груп сприяло істотному підвищенню вмісту α -ліноленової кислоти до 63,6 г, що майже у 2,2 разу перевищувало відповідний показник контрольної групи (табл. 4).

4. Вміст лінолевої і α -ліноленової кислот та селену у раціоні піддослідних бугайців

Показник	Група		
	контрольна	I дослідна	II дослідна
Ліолева, г	146,6	173,3	173,3
α -ліноленова, г	28,6	63,6	63,6
Селен, мг	3,20	3,20	4,40
ω -6/ ω -3	5,13:1	2,72:1	2,72:1

Як наслідок, співвідношення ω -6/ ω -3 знизилося з 5,13:1 до 2,72:1, що відповідає рекомендаціям щодо раціонального харчування. Додаткове введення селеніту натрію в II дослідній групі забезпечило підвищення загального вмісту селену до 4,4 мг, що створює передумови для

поліпшення антиоксидантного статусу організму тварин.

Зростання вмісту α -ліноленової і лінолевої кислот та селену у раціоні відгодівельних бугайців у заключний період їх вирощування приводить до підвищення інтенсивності їх росту (табл. 5).

5. Інтенсивність росту піддослідного молодняку ВРХ ($M \pm m$, $n = 10$)

Група тварин	Маса тіла бугайців, кг		Середньодобовий приріст маси тіла бугайців, г
	на початку досліду	у кінці досліду	
Контрольна	438,8 $\pm$ 2,49	501,7 $\pm$ 3,20	1048,3 $\pm$ 13,93
I дослідна	437,9 $\pm$ 2,37	505,2 $\pm$ 3,13	1121,7 $\pm$ 13,16***
II дослідна	438,5 $\pm$ 2,41	507,0 $\pm$ 3,10	1141,7 $\pm$ 12,48***

Примітка: * $P < 0,05$, ** $P < 0,00$, *** $P < 0,001$.

З даних таблиці видно, що за дослідний період тварини I і II дослідних груп порівняно з контрольними аналогами мають вищі прирости маси тіла відповідно на 73,4; 93,4 г. Отримані результати вказують на покращення використання поживних речовин, імовірно, внаслідок вищої біологічної цінності раціонів та поліпшення метаболізму ліпідів.

Висновки. Установлено, що використання лляної та соняшникової олій як джерел ω -3 та ω -6 поліненасичених жирних кислот дозволяє ефективно модифікувати ліпідний склад раціонів бугайців, зокрема істотно підвищити надходження α -ліноленової кислоти та знизити співвідношення ω -6/ ω -3 до фізіологічно оптимального рівня.

Основні компоненти базового раціону мали обмежену концентрацію α -ліноленової кислоти та селену, що обґрунтовує доцільність введення додаткових джерел цих нутрієнтів для

забезпечення біологічної повноцінності кормів.

Додавання селеніту натрію до раціону тварин II дослідної групи сприяло підвищенню загального рівня споживання селену, що має потенціал для поліпшення антиоксидантного статусу організму й метаболічного гомеостазу.

Результати росту бугайців підтверджують позитивний вплив модифікованого раціону на м'ясну продуктивність: у тварин I та II дослідних груп було зафіксовано достовірно вищі середньодобові прирости маси тіла порівняно з контролем відповідно на 73,4; 93,4 г.

Застосування комбінованого збагачення раціонів джерелами поліненасичених жирних кислот та селену слід розглядати як ефективну стратегію для підвищення біологічної (нутрицевтичної) цінності яловичини, що відповідає сучасним вимогам харчування людини.

Список використаної літератури

1. Гадзало Я. М. Вирішення проблеми продовольчої безпеки України в контексті реалізації спільної стратегії МЄБ, ВООЗ та ФАО «Єдине здоров'я». *Ветеринарна медицина*. 2014. Вип. 103. С. 5–7.
2. Інформаційна база даних хімічного складу кормів України для організації обґрунтованої годівлі сільськогосподарських тварин / Г. О. Богданов та ін. Харків : ІТ УААН, 2010. 214 с.
3. 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 : СПОЛОМ, 2017. 160 с.
4. Лабораторні методи досліджень у біології, тваринництві та ветеринарній медицині : довідник / В. В. Влізла та ін. ; за ред. В. В. Влізла. Львів, 2012. 764 с.
5. Фоновий вміст мікроелементів у ґрунтах України / УААН, Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії ім.

References

1. Hadzalo Ya. M. Solving the problem of food security of Ukraine in the context of the implementation of the joint strategy of the OIE, WHO and FAO «United Health». *Veterynarna medytsyna*. 2014. Issue 103. P. 5–7.
2. Information database of chemical composition of feed in Ukraine for the organization of sound feeding of farm animals / H. O. Bohdanov et al. Kharkiv : IT UAAN, 2010. 214 p.
3. 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 : SPOLOM, 2017. 160 p.
4. Laboratory research methods in biology, animal husbandry and veterinary medicine : handbook / V. V. Vlizla et al. ; za red. V. V. Vlizla. Lviv, 2012. 764 p.
5. Background content of microelements in the soils of Ukraine / UAAN, Natsionalnyi naukovyi tsentr

О. Н. Соколовського» ; ред. А. І. Фатєєв, Я. В. Пашенко. Харків, 2003. 117 с.

6. Шаповалов С. О. Теоретичні та практичні аспекти ролі есенційних, біогенних, біофільних мікроелементів у організмі тварин. *Біологія та валеологія*. 2011. Вип. 13. С. 69–79.

7. A modelling approach to investigate the impact of consumption of three different beef compositions on human dietary fat intakes / Y. M. Lenighan et al. *Public Health Nutr.* 2020. Vol. 23, issue 13. P. 2373–2383. DOI: 10.1017/S1368980019003471.

8. A review on role of essential trace elements in health and disease / L. Prashanth et al. *Journal of Dr. NTR University of Health Sciences*. 2015. Vol. 4, № 2. P. 75–85. DOI: 10.4103/2277-8632.158577.

9. Bioactivity and health effects of ruminant meat lipids. Invited Review / P. Vahmani et al. *Meat Sci.* 2020. Vol. 165. DOI: 10.1016/j.meatsci.2020.108114.

10. Dietary selenium across species / X. G. Lei et al. *Annual Review of Nutrition*. 2022. Vol. 42. P. 337–375. DOI: 10.1146/annurev-nutr-062320-121834.

11. 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. DOI: 10.1016/j.meatsci.2017.11.007.

12. 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. DOI: 10.1071/AN10043.

13. Effect of supplementing flaxseed oil on growth and carcass traits of Friesian bulls / M. A. El-Hamd et al. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*. 2021. Vol. 72, № 3. P. 3151–3162. DOI: 10.12681/jhvms.28509.

14. 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, issue 1. P. 98–109. DOI: 10.1016/j.meatsci.2013.03.033.

15. Effects of mineral supplementation on qualitative beef parameters / T. V. Farionik et al. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. 2023. Vol. 14, № 1. P. 64–69. DOI: 10.15421/022310.

16. Enjalbert F., Lebreton P., Salat O. Effects of copper, zinc and selenium status on performance and health in commercial dairy and beef herds: retrospective study. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 2006. Vol. 90, issue 11–12. P. 459–466. DOI: 10.1111/j.1439-0396.2006.00627.x.

17. Fatty acid composition of grain- and grass-fed beef and their nutritional value and health implication / K. M. C. Nogoy et al. *Food Sci. Anim. Resour.* 2022. Vol. 42, issue 1. P. 18–33. DOI: 10.5851/kosfa.2021.e73.

18. 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, issue 3. P. 383–393. DOI: 10.1111/cei.12071.

19. Food in the Anthropocene: the EAT–Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems / W. Willett et al. *Lancet*. 2019. Vol. 393, issue

«Instytut gruntoznawstwa ta ahrokhimii im. O. N. Sokolovskoho» ; red. A. I. Fatieiev, Y. V. Pashchenko. Kharkiv, 2003. 117 p.

6. Shapovalov S. O. Theoretical and practical aspects of the role of essential, biogenic, biophilic trace elements in the animal body. *Biolohiia ta valeolohiia*. 2011. Issue 13. P. 69–79.

7. A modelling approach to investigate the impact of consumption of three different beef compositions on human dietary fat intakes / Y. M. Lenighan et al. *Public Health Nutr.* 2020. Vol. 23, issue 13. P. 2373–2383. DOI: 10.1017/S1368980019003471.

8. A review on role of essential trace elements in health and disease / L. Prashanth et al. *Journal of Dr. NTR University of Health Sciences*. 2015. Vol. 4, no. 2. P. 75–85. DOI: 10.4103/2277-8632.158577.

9. Bioactivity and health effects of ruminant meat lipids. Invited Review / P. Vahmani et al. *Meat Sci.* 2020. Vol. 165. DOI: 10.1016/j.meatsci.2020.108114.

10. Dietary selenium across species / X. G. Lei et al. *Annual Review of Nutrition*. 2022. Vol. 42. P. 337–375. DOI: 10.1146/annurev-nutr-062320-121834.

11. 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. DOI: 10.1016/j.meatsci.2017.11.007.

12. 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. DOI: 10.1071/AN10043.

13. Effect of supplementing flaxseed oil on growth and carcass traits of Friesian bulls / M. A. El-Hamd et al. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*. 2021. Vol. 72, no. 3. P. 3151–3162. DOI: 10.12681/jhvms.28509.

14. 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, issue 1. P. 98–109. DOI: 10.1016/j.meatsci.2013.03.033.

15. Effects of mineral supplementation on qualitative beef parameters / T. V. Farionik et al. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. 2023. Vol. 14, no. 1. P. 64–69. DOI: 10.15421/022310.

16. Enjalbert F., Lebreton P., Salat O. Effects of copper, zinc and selenium status on performance and health in commercial dairy and beef herds: retrospective study. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 2006. Vol. 90, issue 11–12. P. 459–466. DOI: 10.1111/j.1439-0396.2006.00627.x.

17. Fatty acid composition of grain- and grass-fed beef and their nutritional value and health implication / K. M. C. Nogoy et al. *Food Sci. Anim. Resour.* 2022. Vol. 42, issue 1. P. 18–33. DOI: 10.5851/kosfa.2021.e73.

18. 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, issue 3. P. 383–393. DOI: 10.1111/cei.12071.

10170. P. 447–492. DOI: 10.1016/S0140-6736(18)31788-4.

20. Hartigh L. J. Conjugated linoleic acid effects on cancer, obesity, and atherosclerosis: a review of pre-clinical and human trials with current perspectives. *Nutrients*. 2019. Vol. 11, issue 2. P. 370. DOI: 10.3390/nu11020370.

21. 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. DOI: 10.1007/978-1-4020-8831-5_5.

22. Normand J., Gruffat D. Fattening cattle with grass-based diets improves the nutritional quality of fatty acids in beef. *Cahiers de Nutrition et de Diététique*. 2023. Vol. 58, № 1. P. 53–69. DOI: 10.1016/j.cnd.2022.07.004.

23. Omega 3 blends of sunflower and flaxseed oil – modeling chemical quality and sensory acceptability / R. Romanić et al. *Foods*. 2024. Vol. 13, issue 23. P. 1–18. DOI: 10.3390/foods13233722.

24. Palomares R. A. Trace minerals supplementation with great impact on beef cattle immunity and health. *Animals*. 2022. Vol. 12, issue 20. P. 1–21. DOI: 10.3390/ani12202839.

25. Productive and physiological responses of feedlot cattle receiving different sources of Ca salts of fatty acids in the finishing diet / R. F. Cooke et al. *Journal of Animal Science*. 2023. Vol. 101. DOI: 10.1093/jas/skac404.

26. Review: Quality of animal-source foods / S. Prache et al. *Animal*. 2022. Vol. 16. P. 1–16. DOI: 10.1016/j.animal.2021.100376.

27. 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. DOI: 10.1007/s11745-017-4259-9.

28. Serum polyunsaturated fatty acids correlate with serum cytokines and clinical disease activity in crohn's disease / E. A. Scoville et al. *Scientific Reports*. 2019. № 9. P. 1–11. DOI: 10.1038/s41598-019-39232-z.

29. Simopoulos A. P. The importance of the omega-6/omega-3 fatty acid ratio in cardiovascular disease and other chronic diseases. *Experimental Biology and Medicine*. 2008. Vol. 233, № 6. P. 674–688. DOI: 10.3181/0711-MR-311.

30. The health benefits of selenium in food animals: a review / B. M. Pecoraro et al. *Journal of Animal Science and Biotechnology*. 2022. Vol. 13, issue 1. P. 1–11. DOI: 10.1186/s40104-022-00706-2.

31. 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. DOI: 10.1186/s40104-015-0026-z.

19. Food in the Anthropocene: the *EAT–Lancet* Commission on healthy diets from sustainable food systems / W. Willett et al. *Lancet*. 2019. Vol. 393, issue 10170. P. 447–492. DOI: 10.1016/S0140-6736(18)31788-4.

20. Hartigh L. J. Conjugated linoleic acid effects on cancer, obesity, and atherosclerosis: a review of pre-clinical and human trials with current perspectives. *Nutrients*. 2019. Vol. 11, issue 2. P. 370. DOI: 10.3390/nu11020370.

21. 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. DOI: 10.1007/978-1-4020-8831-5_5.

22. Normand J., Gruffat D. Fattening cattle with grass-based diets improves the nutritional quality of fatty acids in beef. *Cahiers de Nutrition et de Diététique*. 2023. Vol. 58, no. 1. P. 53–69. DOI: 10.1016/j.cnd.2022.07.004.

23. Omega 3 blends of sunflower and flaxseed oil – modeling chemical quality and sensory acceptability / R. Romanić et al. *Foods*. 2024. Vol. 13, issue 23. P. 1–18. DOI: 10.3390/foods13233722.

24. Palomares R. A. Trace minerals supplementation with great impact on beef cattle immunity and health. *Animals*. 2022. Vol. 12, issue 20. P. 1–21. DOI: 10.3390/ani12202839.

25. Productive and physiological responses of feedlot cattle receiving different sources of Ca salts of fatty acids in the finishing diet / R. F. Cooke et al. *Journal of Animal Science*. 2023. Vol. 101. DOI: 10.1093/jas/skac404.

26. Review: Quality of animal-source foods / S. Prache et al. *Animal*. 2022. Vol. 16. P. 1–16. DOI: 10.1016/j.animal.2021.100376.

27. Sequential feeding of lipid supplement enriches beef adipose tissues with 18:3 n-3 biohydrogenation intermediates / P. Vahmani et al. *Lipids*. 2017. Vol. 52, no. 7. P. 641–649. DOI: 10.1007/s11745-017-4259-9.

28. Serum polyunsaturated fatty acids correlate with serum cytokines and clinical disease activity in crohn's disease / E. A. Scoville et al. *Scientific Reports*. 2019. No. 9. P. 1–11. DOI: 10.1038/s41598-019-39232-z.

29. Simopoulos A. P. The importance of the omega-6/omega-3 fatty acid ratio in cardiovascular disease and other chronic diseases. *Experimental Biology and Medicine*. 2008. Vol. 233, no. 6. P. 674–688. DOI: 10.3181/0711-MR-311.

30. The health benefits of selenium in food animals: a review / B. M. Pecoraro et al. *Journal of Animal Science and Biotechnology*. 2022. Vol. 13, issue 1. P. 1–11. DOI: 10.1186/s40104-022-00706-2.

31. 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. DOI: 10.1186/s40104-015-0026-z.