

**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК
ІНСТИТУТ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА
КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ**

**СПОСІБ ПІДВИЩЕННЯ ІНТЕНСИВНОСТІ РОСТУ
ВІДГОДІВЕЛЬНИХ БУГАЙЦІВ ТА ПОКРАЩЕННЯ
БІОЛОГІЧНОЇ ЦІННОСТІ ЯЛОВИЧИНИ
(науково-практичні рекомендації)**



Оброшине – 2025

Спосіб підвищення інтенсивності росту відгодівельних бугайців та покращення біологічної цінності яловичини (науково-практичні рекомендації). Оброшине. 2025. 56 с.

У рекомендаціях наведено результати власних експериментальних досліджень щодо комплексного вивчення впливу введення до раціону бугайців джерел поліненасичених жирних кислот і мінеральних елементів дефіцитних у Карпатському регіоні України з точки зору підвищення їх м'ясної продуктивності та поліпшення біологічної (нутріщевочної) цінності яловичини для кінцевого споживача.

Науково-практичні рекомендації розроблено у відділі розведення, технології утримання та годівлі тварин Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН.

Автори:

О. Б. Дяченко – кандидат сільськогосподарських наук, провідний науковий співробітник відділу розведення, технологій утримання та годівлі тварин;

В. В. Влізло – доктор ветеринарних наук, професор, академік НААН України, головний науковий співробітник відділу розведення, технології утримання та годівлі тварин;

Й. Ф. Рівіс – доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, головний науковий співробітник відділу розведення, технології утримання та годівлі тварин;

І. М. Тимчишин – фахівець.

Рецензенти:

Григорій СЕДІЛО – доктор сільськогосподарських наук, академік НААН України;

Євген РУДЕНКО – доктор ветеринарних наук, академік НААН України

Розглянуто і затверджено до друку:

- рішенням Вченої ради Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН, протокол № 10 від 22 вересня 2025 р.;
- рішенням координаційно-методичної ради НМЦ “Ветеринарна медицина” від 25 листопада 2025 р.

ЗМІСТ

Вступ.....	4
1. Біологічна роль жирних кислот в організмі людини і тварин та особливості їх синтезу.....	7
2. Вплив жирів та жирних кислот на здоров'я людини....	12
3. Особливості жирнокислотного складу м'яса жуйних тварин	16
Виробничі стратегії одержання яловичини	
4. з високим вмістом есенціальних поліненасичених жирних кислот	19
5. Вплив годівлі на вміст біологічно цінних жирних кислот у яловичині	20
6. Економічні аспекти виробництва м'ясної продукції яка відноситься до «Functional foods»	25
Вплив згодовування молодняку ВРХ джерел поліненасичених жирних кислот і мінеральних елементів дефіцитних у Карпатському регіоні України на їх м'ясну продуктивність та біологічну (нутріцевтичну) цінність яловичини	
7. Встановити оптимальну кількість Цинку та Купруму в раціоні відгодівельних бугайців з додаванням джерел есенціальних жирних кислот для підвищення м'ясної продуктивності та покращення біологічної цінності	27
7.1 Встановити оптимальну кількість Селену в раціоні відгодівельних бугайців з додаванням джерел есенціальних жирних кислот	37
Висновки.....	45
Перелік джерел посилання.....	46

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 приділяється вивченню зв'язку між споживанням продуктів тваринного походження та ризиками розвитку хронічних неінфекційних захворювань, зокрема серцево-судинних, метаболічних та онкологічних. 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.

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» [2].

Керуючись одержаною в останні десятиліття новою інформацією щодо впливу харчових жирів на здоров'я людини та тривалість її життя відбувається зміна існуючих рекомендацій щодо особливостей харчування [45]. У цьому зв'язку значна увага приділяється жирнокислотному

складу м'яса і м'ясної продукції [21]. Зокрема дослідженнями Global Burden of Disease Study та багатьма науковцями з інших установ і організацій розвинених країн було виявлено у раціоні харчування населення низький вміст есенціальних (незамінних) поліненасичених жирних кислот родини омега-3 та високий – омега-6 [47]. Було доведено, що співвідношення жирних кислот родини омега-6 до омега-3 в раціоні людини в процесі еволюції було приблизно до 2:1, тоді як в сучасному харчуванні населення розвинених країн це співвідношення наближається до 15:1. Було зроблено обґрунтований висновок, що саме цей дисбаланс вмісту та співвідношення жирних кислот сприяє розвитку діабету, серцево-судинних, онкологічних, запальних і аутоімунних захворювань. У процесі проведення наукових досліджень було доведено, що низьке співвідношення поліненасичених жирних кислот родин омега-6 до омега-3 є важливим фактором зниження ризику виникнення перелічених захворювань [30].

Одержана інформація зумовила подальший рух наукових і державних установ розвинених країн у трьох напрямках, а саме:

1. Проведення наукових досліджень щодо визначення оптимального профілю, концентрації і співвідношень жирних кислот у м'ясі і м'ясній продукції, корисних для здоров'я.

2. Розробці нових вимог до м'яса і продуктів його переробки та спеціального маркування такої продукції.

3. Проведення різноманітних інформаційних заходів для населення своїх країн з роз'ясненням потенційної користі для здоров'я вживання так званих “Functional foods” (функціональних продуктів), тобто продуктів, які забезпечують життєво важливі функції організму.

Functional foods – це продукти одержані шляхом технологічних інновацій. До цієї категорії відносяться

продукти із підвищеним вмістом незамінних поліненасичених жирних кислот родини омега-3.

Шляхи і методи одержання біологічно цінного м'яса з підвищеним вмістом поліненасичених жирних кислот (ПНЖК) родини ω -3 та оптимальним співвідношенням ω -6/ ω -3 є різними в залежності від виду тварин. У моногастричних тварин (наприклад свиней) та птиці (в т.ч. водоплавної) цей результат досягається додатковим їх уведенням у корми і балансуванням їх раціону [39]. У жуйних тварин досягнути вказаного результату значно важче, оскільки в їхніх передшлунках велика кількість есенціальних поліненасичених жирних кислот біогідрогенізується мікрофлорою рубця та трансформується у менш цінні мононенасичені та насичені жирні кислоти [79]. Тому в усьому світі ведуться наукові дослідження щодо розробки способів захисту незамінних поліненасичених жирних кислот від біогідрогенізації в передшлунках і як наслідок підвищення їх вмісту у м'ясі, що сприяє покращенню його біологічної (нутріцевтичної) цінності [76].

1. Біологічна роль жирних кислот в організмі людини і тварин та особливості їх синтезу

Біологічний синтез значної кількості насичених жирних кислот відбувається в тканинах людини і тварин із ацетильної групи з двома атомами вуглецю [77]. Приєднання двох вуглецевих атомів до вихідної ацетильної групи призводить до утворення насичених жирних кислот з парною кількістю вуглецевих атомів у ланцюгу. Якщо вихідним матеріалом для синтезу є пропіонова кислота з трьома вуглецевими атомами, то в результаті утворюються насичені жирні кислоти з непарною кількістю вуглецевих атомів у ланцюгу.

Ненасичені жирні кислоти за недостатнього їх надходження з кормом синтезуються у тканинах тварин. Зокрема мононенасичені синтезуються з насичених жирних кислот з парною кількістю вуглецевих атомів у ланцюгу. За участю ацил-КоА Δ^9 -комплексу десатурази в тканинах тварин утворюються у переважній більшості мононенасичені жирні кислоти – міристоолеїнова, пальмітоолеїнова, олеїнова, ейкозаєнова, докозаєнова. Із насичених жирних кислот з непарною кількістю вуглецевих атомів утворюються переважно мононенасичені жирні кислоти: тридекаєнова, пентадекаєнова, гептадекаєнова.

Максимальна активність ацил-КоА Δ^9 -комплексу десатурази проявляється при використанні стеаринової та, в меншій мірі, пальмітинової і міристинової кислот. Основними продуктами синтезу в тканинах організму тварин є олеїнова (родини ω -9), в дещо меншій кількості пальмітоолеїнова (родини ω -7) та міристоолеїнова (родини ω -5) кислоти.

У тканинах тварин відсутні ферменти, здатні включати подвійні зв'язки між 10-м атомом вуглецю та кінцевою метильною групою. Тому жирні кислоти з подвійними зв'язками між 9-м атомом вуглецю та

кінцевою метильною групою обов'язкові в складі раціону людини і тварин та є незамінними (есенціальними) жирними кислотами. У раціоні тварин містяться дві незамінні жирні кислоти – ліолева (родоначалница більш довголанцюгових і більш ненасичених жирних кислот родини ω -6) та α -ліоленова (родоначалница більш довголанцюгових і більш ненасичених жирних кислот родини ω -3).

У тканинах організму тварин із пальмітоолеїнової жирної кислоти синтезуються більш мононенасичені жирні кислоти родини ω -7, а із олеїнової – мононенасичені жирні кислоти родини ω -9 [37]. Із ліолевої незамінної поліненасиченої жирної кислоти, яка надходить в організм із кормом, синтезуються ще більш довголанцюгові та більш ненасичені жирні кислоти родини ω -6, а із α -ліоленової – поліненасичені жирні кислоти родини ω -3 [41].

Більш довголанцюгові та більш ненасичені жирні кислоти олеїнового, ліолевого та ліоленового типів у тканинах організму тварин синтезуються одними і тими ж ферментними системами, які належать до двох груп – елонгації та десатурації вуглецевого ланцюга. Причому, ферментна система десатурації формується із Δ^6 , Δ^5 , Δ^4 - і Δ^3 -десатураз. Означені процеси відбуваються на карбоксильному кінці молекули, утворюючи характерну систему метилен-перерваних подвійних зв'язків [16]. Причому на другому кінці молекули структура ненасиченої жирної кислоти залишається незмінною.

Якщо врахувати, що синтез жирних кислот з олеїнової, ліолевої та α -ліоленової кислот у тканинах організму тварин залежить від концентрації субстрату та продукту, то надлишок ліолевої кислоти може гальмувати синтез вищих членів родини α -ліоленової, і навпаки. Відсутність жирних кислот цих родин стимулює синтез у тканинах організму тварин похідних олеїнової кислоти.

Оскільки олеїнова кислота є замінною, то її надлишок в організмі тварин призводить до конкуренції з лінолевою та α -ліноленовою кислотами за подальший обмін.

В обміні речовин поліненасичені жирні кислоти, які надходять з кормом, і синтезуються в тканинах, мають важливе значення для організму тварин, оскільки вони використовуються переважно для синтезу фосфоліпідів [4]. Останні є складовими частинами біологічних мембран. Одна із властивостей біологічних мембран – здатність до зворотних термотропних переходів від гелевого до рідкокристалічного стану. Дані літератури вказують на те, що фізіологічно активні біологічні мембрани переважно перебувають в рідкокристалічному або змішаному станах [33]. Рухливість жирнокислотних ланцюгів, взаємодія між ними та швидкість самодифузії фосфоліпідів визначають плинність біологічних мембран. Остання залежить насамперед від довжини, ступеня ненасиченості та просторової орієнтації жирнокислотних ланцюгів фосфоліпідів. Чим коротша довжина вуглецевого ланцюга та вища його ненасиченість, тим більша плинність біологічних мембран [11]. Плинність мембран розглядається як один із головних регуляторів функціональної активності клітини. Ліпіди, які є складовою частиною клітинних структур, беруть участь у здійсненні контролю внутрішнього середовища клітини та його зв'язку з зовнішнім середовищем.

Мембрана діє як бар'єр проникності, який забезпечує надходження в клітину (та із клітини) одних речовин і запобігає проникненню інших. Механізми транспорту речовин через мембрану включають: пасивний транспорт – перенесення речовин у напрямку зменшення електрохімічного потенціалу та активний – енергозалежний, який передбачає використання хімічної енергії, перенесення речовин проти градієнту їх концентрації [7].

Фізичний стан ліпідного біошару регулює функціональну активність як транспортних, так і інших мембранних білків, впливаючи на їх конфігурацію, латеральну рухливість та кооперативність. Ліпіди виконують роль модулаторів низки ферментативних реакцій або обов'язкових кофакторів амфіпатичних ферментів. Ліпідний кофактор необхідний для модифікації дії ферментів [72].

Життєво важлива роль поліненасичених жирних кислот полягає у синтезі біологічно активних речовин. Здійснення їхньої другої головної функції, як попередників простагландинів, лейкотриєнів і тромбоксанів, проходить лише після їх перетворення за впливу ферментів [19]. Ліпаза необхідна для звільнення поліненасичених жирних кислот (дигомо- γ -ліноленової, арахідонової або ейкозапентаєнової) із фосфоліпідів мембран. Після цього фермент циклооксигеназа перетворює їх у простагландини. І навпаки, можливе їх перетворення через ліпооксигеназу в лейкотриєни. Простагландини, лейкотриєни та тромбоксани проявляють специфічну дію на клітини. Вони регулюють їх функції і діють за дуже малих концентрацій, порядку 10^{-13} – 10^{-10} М, і синтезуються у всіх тканинах [12]. Багато захворювань високопродуктивних тварин, зумовлених факторами зовнішнього середовища, зміною гормональної рівноваги та зниженням природної резистентності пов'язані з порушенням синтезу простагландинів, лейкотриєнів і тромбоксанів в організмі [27].

Дефіцит поліненасичених жирних кислот у тканинах організму тварин проявляється на біохімічному рівні. Зокрема зменшується частка лінолевої та α -ліноленової жирних кислот, що особливо помітно у фосфоліпідах. У відповідь на це збільшується частка олеїнової кислоти. Оскільки олеїнова кислота є замінною, то надлишкове надходження її в організм тварин призводить як до дестабілізації клітинних мембран, гальмування

перетворення лінолевої та α -ліноленової кислот в їх більш довголанцюгові та більш ненасичені похідні, так і до зменшення синтезу простагландинів, лейкотриєнів і тромбоксанів. Із зміною жирнокислотного складу мембран клітин організму порушується обмінна функція фосфоліпідів, у результаті чого погіршується рухливість мембран та знижується їх здатність до зв'язування метаболітів і ферментів. Поряд з цим, погіршується утворення ліпопротеїнів і, як наслідок, ліпідний транспорт. Ці порушення ще більше загострюються в результаті збільшення потреби тканин організму тварин у фосфоліпідах для обмінних процесів [6].

Дисбаланс у співвідношенні поліненасичених жирних кислот є однією з головних причин зниження життєздатності та інтенсивності росту, а також є вирішальним у адаптаційній здатності організму тварин. Експериментально доведено вищу стійкість молодняку тварин до інфекцій при згодовуванні кормів з низьким відношенням поліненасичених жирних кислот ω -6 до ω -3. Регуляторна функція згаданих жирних кислот полягає в тому, що вони виступають у якості попередників синтезу біологічно активних речовин – ейкозаноїдів і лейкотрієнів, а також необхідні для нормального функціонування імунної та репродуктивної системи [54]. Ейкозатетраєнова, ейкозапентаєнова та докозагексаєнова кислоти є модуляторами імунної системи. Їхня імуномодуюча дія реалізується шляхом їх включення у фосфоліпіди клітинних і субклітинних мембран, участі у синтезі простагландинів, ейкозаноїдів і лейкотрієнів [5], а також шляхом прямої участі в імунній відповіді організму тварини на несприятливі фактори впливу зовнішнього середовища.

Дефіцит поліненасичених жирних кислот в організмі тварин проявляється сповільненням росту і розвитку, дерматитами, підвищенням втрат води через шкіру,

ослабленням функції імунної і серцево-судинної систем та порушенням відтворної здатності.

2. Вплив жирів та жирних кислот на здоров'я людини

Вплив харчування на здоров'я людини часто обумовлене із захворюваннями, пов'язаними з харчовими жирами, багато з яких розвиваються роками і часто призводять до змін якості та тривалості життя. Спроби вивчити пов'язані з харчуванням фактори та дати рекомендації щодо покращення здоров'я іноді зазнавали невдачі. Рекомендації щодо скорочення споживання стосувалися продуктів, котрі містять речовини, визнані винуватцями захворювань, а зміни в раціоні харчування в деяких випадках призвели до ще більших труднощів. Одним з таких яскравих прикладів є рекомендація замінювати продукти, що містять насичені жирні кислоти (НЖК), маргаринами, багатими на трансжирні кислоти і рафінованими вуглеводами [32]. Багаторічні рекомендації щодо скорочення споживання червоного м'яса не призвели до зниження хвороб, пов'язаних з харчовими жирами, а навпаки, захворюваність на ожиріння і діабет II типу досягли масштабів епідемії і, як виявилось згодом, були обумовлені споживанням рафінованих вуглеводів. Також було встановлено високу ступінь зв'язку розвитку ішемічної хвороби серця з низьким відношенням поліненасичених жирних кислот до насичених жирних кислот.

Сьогодні рекомендації щодо зниження споживання насичених жирних кислот засновані на результатах досліджень середини ХХ-го століття про те, що у продуктах які ми споживаємо вони викликають підвищення у сироватці крові холестерину та ліпопротеїнів низької щільності, а отже підвищують ризик виникнення серцевих захворювань [74]. У цих дослідженнях не враховувався той факт, що насичені жирні кислоти також

підвищують рівень холестерину ліпопротеїнів високої щільності, який захищає від серцевих захворювань. Пізніші дослідження показали, що відношення загального холестерину сироватки до холестерину ліпопротеїнів високої щільності є кращим маркером ризику виникнення серцево-судинних захворювань, ніж загальний холестерин або холестерин ліпопротеїнів низької щільності. В останні роки з'явилися дослідження, які поставили під сумнів дієтчні рекомендації проти споживання насичених жирних кислот і показали, що їх споживання не пов'язане з підвищеним ризиком серцево-судинних захворювань [44, 64]. Навпаки, заміна харчових насичених жирних кислот рафінованими вуглеводами призвела до збільшення ожиріння та погіршення профілю ліпідів у крові за рахунок збільшення в сироватці крові рівня триацилгліцерину та дрібних щільних частинок ліпопротеїнів низької щільності. У цьому зв'язку виникла необхідність переоцінки існуючих рекомендацій з харчування, у яких перебільшено ризики для здоров'я, пов'язані з насиченими жирними кислотами, де пропонувалося замінити їх альтернативними поживними речовинами, такими як рафіновані вуглеводи. Таким чином догма про те, що споживання м'яса в раціоні людини має бути обмежене через його жирнокислотний склад, була переглянута [13]. Було виявлено, що споживання червоного м'яса не пов'язане з високим ризиком захворюваності на ішемічну хворобу серця і діабет II типу, на відміну від переробленого м'яса, яке має прямий зв'язок із виникненням цих захворювань [53]. Автори припустили, що наприклад, нітрати, які використовують при переробці м'яса, а не насичені жирні кислоти, сприяли розвитку вказаних захворювань. Аналогічні висновки зроблені науковцями Європи на підставі проведених досліджень, які свідчать про те, що необроблене пісне червоне м'ясо безпечно вживати як здорову їжу, а рекомендації щодо обмеження його споживання замість інших джерел білку, включаючи біле

м'ясо, не є виправданими [67]. Зокрема дослідження, проведені у США щодо споживання як необробленого, так і переробленого червоного м'яса виявили вищий коефіцієнт зв'язку між споживанням необробленого червоного м'яса і ризиком розвитку згаданих захворювань [60]. Однак не вся яловичина споживається у вигляді необробленої нежирної яловичини. Фактично, найбільш поширеним продуктом з яловичини у США є гамбургер, який зазвичай містить від 10 до 30% жиру. Отже, було б розумно змістити фокус досліджень з того, що робити з насиченими жирними кислотами у яловичині, на те, як можна використовувати яловичий жир як засіб доставки корисних для здоров'я жирних кислот споживачам.

Велика кількість ω -6 полінасичених жирних кислот у раціоні харчування сприяє виробленню ейкозаноїдів (простагландинів, тромбоксанів, лейкотрієнів), що утворюються з арахідонової кислоти, а не за рахунок тих, що утворюються з жирних кислот родини ω -3, особливо ейкозапентаєнової. Непропорційне збільшення ейкозаноїдів може призвести до алергічних та запальних реакцій, таких як збільшення агрегації тромбоцитів, в'язкості крові, вазоспазму та вазоконстрикції, а також скорочення часу кровотечі. Крім того, високе співвідношення жирних кислот родин ω -6 до ω -3 може бути головним фактором розвитку атерогенезу. Таким чином, баланс жирних кислот родин ω -6 та ω -3 є важливим визначальним фактором у зниженні ризику запальних та аутоімунних захворювань, таких як діабет, ішемічна хвороба серця, гіпертонія та артрит.

Також встановлено, що незамінні (есенціальні) жирні кислоти родин ω -3 і ω -6 в організмі людини є попередниками низки біологічно активних речовин (простагландинів, тромбоксанів, лейкотриєнів) та основними складовими плазматичних і клітинних мембран [69]. Крім того вони здатні трансформувати атерогенний холестерол ліпопротеїнів низької щільності в його більш

цінні похідні: жовчні кислоти, 25-ОН вітамін D3, статеві гормони та гормони кори наднирників [3], що є свідченням їх високої біологічної цінності для організму тварин і людини. Слід відзначити, 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 [70], а простагландини, утворені із поліненасичених жирних кислот родини ω -3, в свою чергу стимулюють синтез протизапальних цитокінів (ІЛ-4, ІЛ-10) [18].

Дослідженнями проведеними у Китаї було виявлено, що співвідношення жирних кислот ω -6 до ω -3 у червоному м'ясі коливається від 6/1 до 23/1 [80]. Тобто, якщо яловичина не захищена від біогідрування в рубці то вона природно містить низький вміст жирних кислот родини ω -3. Було доведено користь для здоров'я пов'язана із поліненасиченими жирними кислотами родини ω -3, які зазвичай виявляються у більш високих концентраціях у риб'ячому жирі [25]. Таким чином у популяціях, які споживають мало жирної риби або взагалі не споживають її, яловичина може бути важливим джерелом довголанцюгових жирних кислот родини ω -3, особливо при включенні докозапентаєнової кислоти [31]. Той факт, що яловичий жир може бути джерелом довголанцюгових жирних кислот родини ω -3 є позитивним, але знову ж таки, при оцінці його впливу на здоров'я важливо не звужувати сферу розгляду до декількох окремих або пов'язаних груп жирних кислот. Отже, виробники яловичини, які бажають скорегувати її жирнокислотний профіль у напрямку підвищення його корисності для здоров'я споживачів, потребують інформації про те, які жирні кислоти є важливі, і як ними можна практично і вигідно керувати за допомогою годівлі для досягнення необхідної науково-обґрунтованої їх концентрації.

3. Особливості жирнокислотного складу м'яса жуйних тварин

Яловичина та м'ясо інших видів жуйних відрізняються складнішим профілем жирних кислот порівняно з м'ясом тварин з однокамерним шлунком. Як це не парадоксально, однак використання годівлі для зміни жирнокислотного складу м'яса набагато простіше здійснити у тварин із однокамерним шлунком, ніж у жуйних тварин. Це обумовлено мікрофлорою рубця, яка відповідає як за різноманітність складу, так і за відсутність подібності з профілями жирних кислот у раціоні [22]. Мікроби рубця продукують жирні кислоти з розгалуженим непарним вуглецевим ланцюгом та їх попередників, які накопичуються у тканинах жуйних, а також продукти біогідрування поліненасичених жирних кислот, включаючи кон'юговані трієни і дієни, некон'юговані дієни та мононенасичені жирні кислоти з широким набором подвійних зв'язків та цис/транс-конфігурацією. Раціон великої рогатої худоби зазвичай містить від 1 до 4% ліпідів, які в основному складаються з поліненасичених жирних кислот, включаючи лінолеву (18:2 ω -6) та α -ліноленову (18:3 ω -3) кислоти. Коли велика рогата худоба споживає корм, то в рубці на ліпіди кормів діють мікробні ліпази, вивільняючи в основному вільні поліненасичені жирні кислоти, які токсичні для його мікробів [34]. Щоб впоратися з цим, мікроорганізми рубця здійснюють біогідрування поліненасичених жирних кислот до менш токсичних насичених жирних кислот, особливо до співвідношення 18:0, і цей процес, як правило, дуже ефективний. Залишкові продукти біогідрування, минуючи рубець абсорбуються у нижніх відділах кишечника і накопичуються у яловичині. В дослідженнях, проведених канадськими вченими [10], встановлено, що у стейках з найдовшого м'язу спини, найбільший вміст становили три жирні кислоти, а саме: олеїнова (цис9-18:1), пальмітинова

(16:0) та стеаринова (18:0) з концентраціями відповідно 38%, 24% та 12%, що становить 74% від загальної кількості ЖК. Ще вісім жирних кислот з концентрацією від 1 до 5% становили 15,2% загальної їх кількості, а 16 наступних (від 0,2 до 1%) – 6,4%, а останні 60 (0,0–0,1%) становили 4,4% від загальної кількості ЖК, при цьому більшість із них відносилися до продуктів біогідрування поліненасичених жирних кислот. Яловичина для досліджень була отримана від великої рогатої худоби, яку годували раціоном на основі зерна ячменю (75-90% сухої речовини).

Зміна вмісту жиру та складу яловичини була предметом досліджень у різних країнах і залежала насамперед від годівлі та меншою мірою від статі та генетики [71]. Годівля великої рогатої худоби раціонами з високим вмістом зерна призводить до підвищення вгодованості і відкладення внутрішньом'язового жиру (тобто мармуру), що є цінною ознакою на ринках Японії, США та Канади. Зниження калорійності раціону шляхом збільшення частки фуражних кормів знижує вгодованість туші, зменшує кількість внутрішньом'язового жиру і збільшує частку фосфоліпідів, багатих на поліненасичені жирні кислоти і може призвести до зміни смакових якостей яловичини [17, 58]. У Канаді та США, де використовують раціони з високим вмістом зернових, відгодовля фуражними кормами обмежена невеликим, але зростаючим сегментом ринку.

Кількість та склад продуктів біогідрування поліненасичених жирних кислот у яловичині сильно залежать від кількості ПНЖК в раціоні та пов'язаних з ним факторів годівлі та стану тварин, які впливають на ступінь біогідрування [50]. і головним чином залежать від співвідношення фуражних і концентрованих кормів [15, 57]. Найбільш характерні шляхи біогідрування лінолевої та α -ліноленової ЖК були виявлені при згодовуванні більшої кількості фуражу порівняно з концентратами. Шляхи

біогідрування як для лінолевої, так і α -ліноленової ЖК характеризуються початковою ізомеризацією цис-подвійного зв'язку у вуглецю 12 в транс-подвійний зв'язок у вуглецю 11, що призводить до утворення руменової кислоти (RA) і cis9,trans11,cis15-18:3 відповідно..Водночас, при годівлі раціонами з підвищеною кількістю вуглеводів, що легко ферментуються (тобто раціонами з високим вмістом зерна), ізомеризація подвійного цис-9-зв'язку для лінолевої ЖК зміщується в бік транс-подвійного зв'язку при вуглеці 10, в той час як ізомеризація цис-12-подвійного зв'язку зміщує подвійний зв'язок α -ліноленової ЖК у бік транс-подвійного зв'язку у вуглецю 13, що призводить до утворення відповідно транс-10, цис12-18:2 і цис9, транс13, цис15-18:3 [35]. Після цього відбуваються цикли гідрування та ізомеризації, що ведуть до трансізомерів 18:1. Однак шляхи утворення багатьох продуктів біогідрування поліненасичених жирних кислот не встановлені. Крім того, продовжують виявляти нові продукти біогідрування. Наприклад, було виявлено, що транс10, цис15-18:2 є продуктом біогідрування α -ліноленової ЖК, відкриваючи ще одну ланку невідомих шляхів біогідрування цієї кислоти. Крім того, було дано характеристику великої кількості продуктів біогідрування більш довголанцюгових та більш ненасичених поліненасичених жирних кислот (наприклад, докозагексаєнової) [36].

Жирнокислотний склад яловичини дуже різноманітний, але концентрація багатьох жирних кислот може бути надзвичайно низькою. Цікаво, що жирні кислоти в низьких концентраціях, у тому числі багато продуктів біогідрування поліненасичених жирних кислот, стали викликати інтерес через те, що деякі з них можуть мати потужну біологічну активність. Найбільш вивченими продуктами біогідрування є вакценова і руменова жирні кислоти. Доведено, що вони володіють антиканцерогенними та гіполіпідемічними властивостями

в культурі клітин і на тваринних моделях [20, 24] . Тим не менш, ефекти багатьох продуктів біогідрування поліненасичених жирних кислот не були вивчені, і пошук способів послідовного та значущого впливу на їх накопичення в яловичині становить значний інтерес.

4. Виробничі стратегії одержання яловичини з високим вмістом есенціальних поліненасичених жирних кислот

Як згадувалося раніше, кількість внутрішньом'язового жиру впливає на склад жирних кислот яловичини через збільшення відкладення насичених жирних кислот у міру збільшення загального жиру. Крім цього, було зазначено, що склад жирних кислот має ступінь успадкування від низької до помірної [38, 61, 73], але спроби використовувати генетичну селекцію для покращення складу жирних кислот яловичини були обмежені з деяких причин. По-перше, склад жирних кислот не є окремою ознакою, і в даний час незрозуміло, який їх тип, кількість або їх похідні мають бути включені як критерії програми розведення. По-друге, якщо співвідношення поліненасичених жирних кислот до насичених жирних кислот є одним із критеріїв відбору, то позитивна кореляція низької жирності передбачає, що покращене співвідношення ПНЖК/НЖК, ймовірно, може бути легше отримано шляхом відбору за низькою вгодованістю порівняно з прямим відбором за окремими жирними кислотами. По-третє, визначення складу жирних кислот у великої кількості тварин для оцінки їх племінної цінності із використанням традиційних методів (наприклад, газової хроматографії) було б дуже дорогим. Однак, окрім традиційних селекційних стратегій, нещодавні розробки в галузі геномних технологій надали можливості для селекції за допомогою маркерів. Однонуклеотидні поліморфізми (SNPs) були виявлені для

низки генів-кандидатів, що беруть участь у метаболізмі жирних кислот [46]. Чіп поліморфізму одиноких нуклеотидів (SNP) використовується для дослідження можливостей маркерної селекції множинних ознак від якості м'яса до поживного складу, включаючи склад мінералів та жирних кислот [65]. Таким чином, більші успіхи в цій галузі можуть бути запропоновані з чіпами >54 тис., а разом з тим і можливістю знаходження локусів кількісних ознак (QTL) та ідентифікації специфічних генів, пов'язаних з варіаціями у складі жирних кислот. Однак швидкий та недорогий аналіз жирних кислот необхідний, щоб відповідати темпам розвитку геномних технологій. У цьому напрямку використання нових неруйнівних технологій, таких як спектроскопія ближнього інфрачервоного діапазону (NIRS) для вимірювання складу жирних кислот яловичини має привабливу перспективу [63] з можливістю прогнозувати вміст низки жирних кислот у яловичому жирі, пов'язаних зі здоров'ям людини. Також необхідно подальше вивчення синтезу та метаболізму жирних кислот у м'ясної худоби на фундаментальному біохімічному та молекулярному рівнях, щоб встановити відмінності між породами, тваринами та тканинами (наприклад, жировою та м'язовою). Розуміння цих відмінностей дозволить виявити фізіологічні та харчові фактори, що впливають на експресію генів та активність ферментів, що дасть додаткові можливості для покращення складу жирних кислот у яловичині [29].

5. Вплив годівлі на вміст біологічно цінних жирних кислот у яловичині

Вплив жирів на здоров'я людей частково пов'язаний із насиченими жирними кислотами, тому існує обґрунтована думка, що жир із підвищеним вмістом ненасичених жирних кислот за рахунок насичених ЖК може бути кориснішим. Цікаво, що годівля жуйних

раціонами, багатими на зерно, не завжди пов'язане з великим вмістом насичених жирних кислот в м'ясі. Фактично, чим довше худоба споживає зерно, тим вища активність дельта-9-десатурази та конверсія 18:0 у цис9-18:1 у яловичині. Однак це призводить до підвищення відкладення транс10-18:1, а споживання жирів, збагачених транс10-18:1 може призвести до небажаних зрушень у профілях холестерину в плазмі крові [14, 68]. Отже, було б важливо дослідити, чи зберігає цінність для здоров'я яловичина, збагачена цис9-18:1, за наявності різних пропорцій транс10-18:1.

Методи годівлі великої рогатої худоби, які зумовлюють підвищення вмісту поліненасичених жирних кислот у яловичині, особливо жирних кислот родини омега-3, включають випас худоби або годівлю консервованими кормами. З точки зору харчування людини випасання або відгодівля ВРХ фуражними кормами у порівнянні з концентратами є більш привабливою, оскільки вона знижує вміст жиру в яловичині та забезпечує покращення у ній складу жирних кислот [58]. Відгодівля на випасі може збільшити відсотковий вміст ω -3 жирних кислот [26], знизити співвідношення ω -6 до ω -3, знизити співвідношення НЖК/ПНЖК і збільшити відсотковий вміст специфічних продуктів біогідрування поліненасичених жирних кислот, таких як вакценова і руменова ЖК. Ці зміни у складі жирних кислот можуть здійснювати захисну дію проти низки хвороб, починаючи від раку і закінчуючи серцево-судинними захворюваннями [57]. Таким чином, важливо враховувати, чи має поліпшення складу жирних кислот яловичини за включення більшої кількості фуражу якісь переваги для здоров'я людини крім пов'язаних зі зниженням загального вмісту жиру. Крім того, слід дослідити, чи користь для здоров'я людини є однаковою при вживанні стейку (<10% жиру) порівняно з яловичим фаршем (10–30% жиру). Проведеними дослідженнями

було встановлено, що у людей, які споживали червоне м'ясо (яловичину та баранину), одержане від тварин, вирощених на фуражних кормах порівняно із концентрованими, не виявлено різниці у сироваткових ліпідах, ліпопротеїнах, триацилгліцеридах чи артеріальному тиску [52]. Встановлено, що яловичина та баранина, отримана при відгодівлі фуражем, здатна підвищувати рівень довголанцюгових поліненасичених жирних кислот родини ω -3 у плазмі та тромбоцитах споживачів. На цій підставі провідні дослідники дійшли висновку, що червоне м'ясо від тварин, яких годують фуражним кормом, може сприяти надходженню довголанцюгових ПНЖК родини ω -3 з їжею у популяціях населення, де червоне м'ясо є звичним у їхньому раціоні. У той же час опубліковано дослідження, де одна група бичків породи Wagyu протягом тривалого часу харчувалася кукурудзою, інша – пасовищними кормами, в результаті були отримані стейки для гамбургерів збагачені відповідно мононенасиченими і насиченими ЖК. Вживання гамбургерів, багатих на насичені жирні кислоти, знижувало рівень холестерину ліпопротеїнів високої щільності в сироватці крові («хороший холестерин») у чоловіків з легкою гіперхолестеринемією, однак не змінило рівень холестерину ліпопротеїнів низької щільності, при цьому зменшило діаметр їх частинок і підвищило рівень триацилгліцеролів.

Отже, в майбутньому важливо врахувати ці та інші результати досліджень в контексті вивчення питання про те, яку яловичину чи продукти з яловичини слід споживати, оскільки вони можуть мати різний вплив на здоров'я людини, навіть якщо вони отримані від однієї і тієї ж тварини. Наприклад, як можна зрозуміти з досліджень, згаданих вище, нежирна яловичина від великої рогатої худоби, відгодованої травою, може мати профіль жирних кислот, пов'язаний з позитивним впливом на здоров'я людини, але звичайний гамбургер, приготований

з тієї ж яловичини, може бути менш корисним погляду співвідношення ПНЖК/НЖК. Крім стратегій збільшення кількості ненасичених жирних кислот в яловичині шляхом годівлі фуражними кормами, більш перспективним є доповнення раціону оліями багатими поліненасиченими жирними кислотами, або насінням олійних культур. Тим не менш, ця годівельна стратегія не позбавлена труднощів через високу ефективність мікробного біогідрування ПНЖК в рубці та впливу раціону на перебіг біогідрування. Таким чином, додавання поліненасичених жирних кислот до раціону великої рогатої худоби часто призводило лише до незначних змін у вмісті ПНЖК або продуктів біогідрування поліненасичених жирних кислот у яловичині. Зокрема було виявлено незначне накопичення ПНЖК або продуктів біогідрування ПНЖК в яловичині при додаванні 4,5% соняшникової, лляної або соєвої олії до раціону з концкормами і дійшли висновку, що пошук способів захисту ПНЖК від процесів біогідрування у рубці буде важливим кроком для збільшення вмісту поліненасичених жирних кислот у яловичині [28]. Спроби захистити ПНЖК за допомогою переробки корму або хімічної обробки (наприклад, згодовування солей кальцію або амідів жирних кислот) не набули масового застосування через складність і високу вартість [59, 66]. Значне проходження ПНЖК через рубець у незміненому стані було досягнуто науковцями з Австралії при використанні обробленого формальдегідом казеїну для інкапсулювання олій і за рахунок включення у раціон довголанцюгових жирних кислот родини ω -3 [23]. Однак слід врахувати, що занадто високий вміст ПНЖК може призвести до змін органолептичних характеристик яловичини. Частково забезпечити захист від окислення ліпідів можна шляхом додавання вітаміну Е або інших антиоксидантів. Відзначено, що інкапсулювання олій є дороговартісним, однак при їх згодовуванні разом із насінням олійних культур відбувалося зниження витрат.

Проведення додаткових досліджень щодо вивчення впливу інкапсуляції джерел ПНЖК на їх трансформацію та накопичення у тканинах жуйних є безумовно актуальним, особливо для насіння олійних культур, багатих жирними кислотами родини ω -3, зокрема насіння льону.

Застосування у годівлі олій багатих на поліненасичені жирні кислоти або насінням олійних культур у поєднанні з фуражем порівняно з раціоном на основі концентратів також може по-різному впливати на жирнокислотний склад яловичини. Зокрема американські науковці [42] виявили підвищений вміст α -ліноленової ЖК у яловичині при годівлі лляним насінням разом з кукурудзою. Результати досліджень інших авторів [9] свідчать, що при згодовуванні 3% соєвої олії в раціоні, основою якого було зерно ячменю і ячмінної соломи, спостерігається переважне накопичення в яловичині транс10-18:1 за рахунок вакценової і руменової ЖК. Додаткове згодовування телицям на пасовищі концентратів, збагачених олією (соняшниковою або лляною), призвело до значного збільшення вакценової і руменової жирних кислот у нежирній яловичині та їх жировій тканині [56], однак при підгодівлі бичків лляним насінням на пасовищі, помітного збільшення вказаних жирних кислот не виявлено [40]. Водночас годівля лляним насінням або насінням соняшнику в поєднанні з сіном або кормами на основі силосу червоної конюшини призводило до накопичення в яловичині вакценової і руменової ЖК [49, 50]. Крім того, застосування раціонів з додаванням лляного насіння призводило до накопичення продуктів біогідрування поліненасичених жирних кислот, специфічних для α -ліноленової ЖК, особливо транс 13/14-18:1, транс11, цис15-18:2, транс11, цис13-18:2 і цис9, транс11, цис15-18:3. Накопичення продуктів біогідрування поліненасичених жирних кислот, характерних для α -ліноленової ЖК, було меншим при згодовуванні лляного

насіння разом із ячмінним сінажем порівняно з трав'яним сіном [55].

Кількість та тип корму в раціоні великої рогатої худоби можуть бути ключем до збільшення продуктів біогідрування з потенційним впливом на здоров'я людини. Раціони на основі фуражних кормів можуть створювати умови у рубці, які сприяють синтезу вакценової і руменової ЖК. Крім того, вони, очевидно впливають на останню стадію біогідрування ПНЖК до 18:0, що призводить до відмінностей продуктів біогідрування поліненасичених жирних кислот, які синтезуються в рубці. Крім додавання фуражу до раціону, є деякі відомості про те, що на фінальну стадію біогідрування ПНЖК до 18:0 можна впливати й іншими способами. Зокрема довголанцюгові жирні кислоти родини ω -3 виявлені в риб'ячому жирі або морських мікроводоростях, можуть інгібувати останню стадію біогідрування ПНЖК до 18:0, але ефекти можуть змінюватися в залежності від складу основного раціону [75]. Крім того, деякі вторинні метаболіти рослин, такі як дубильні речовини, сапоніни та продукти поліфенолоксидази можуть заважати заключному етапу біогідрування у рубці [61, 66]. У майбутньому є перспектива впливу на процес біогідрування у рубці за допомогою мікробів при безпосередній годівлі, оскільки було ідентифіковано кілька видів бактерій з біогідрогенізуючою активністю [48], а декілька інших безпосередньо пов'язані з процесом накопичення високих та низьких кількостей вакценової жирної кислоти у жировій тканині за згодовування бичкам лляного або соняшникового насіння [62].

6. Економічні аспекти виробництва м'ясної продукції яка відноситься до «Functional foods»

“Functional foods” є результатом технологічних інновацій і представляють значний інтерес в харчовій

промисловості розвинених країн. Однак у даний час термін “Functional foods” в різних країнах світу не має єдиного загального визначення. Існуюче практичне визначення цього терміну означає продукти у формі їжі чи напоїв, які перевищують харчову і біологічну цінність традиційних продуктів, наслідком чого мають позитивний вплив на специфічні функції організму, покращення здоров’я, самопочуття та працездатності [51]. Одним з таких “Functional foods” є м’ясо і продукти його переробки, збагачені незамінними поліненасиченими жирними кислотами родини омега-3.

Історично так склалося, що деякі уряди дозволяють своїм виробникам самостійно інформувати споживачів про користь продуктів харчування (Великобританія і Швеція). Інші країни вирішили спільно розробити правила і регламенти, які стосуються інформації впливу “функціональних продуктів” на здоров’я (Європейський Союз, Австралія і Нова Зеландія). Таким чином, відмінність вимог для ринків різних країн вимагає різних виробничих стратегій [78]. Слід відзначити, що розміри реалізації “Functional foods” демонструють висхідну траєкторію, адже вони вийшли на світові ринки в останнє десятиліття і швидко завойовують свою нішу. Очікується, що в перспективі вони перевищать частку органічних продуктів харчування. На думку західних експертів глобальний обсяг цього ринку оцінюється приблизно в 30-60 млрд. доларів США. Таким чином, крім користі для здоров’я, функціональні продукти харчування відкривають нові економічні можливості. Вони продаються за вищими цінами та приносять більший прибуток, ніж звичайні продукти харчування, що робить цей сектор привабливим для учасників у ланцюзі постачання. Роздрібні ціни на функціональні продукти харчування на 30-500 відсотків перевищують ціну на звичайні продукти, що робить цей ринок надзвичайно привабливим.

7. Вплив згодовування молодняку ВРХ джерел поліненасичених жирних кислот і мінеральних елементів дефіцитних у Карпатському регіоні України на їх м'ясну продуктивність та біологічну (нутрицевтичну) цінність яловичини

7.1. Встановити оптимальну кількість Цинку та Купруму в раціоні відгодівельних бугайців з додаванням джерел есенціальних жирних кислот для підвищення м'ясної продуктивності та покращення біологічної цінності

Дослід проведено у зимово-стійловий період на 50-ти відгодівельних бугайцях 15-16 місячного віку, поліської м'ясної породи на базі ФГ “Білак” Самбірського р-ну, Львівської обл.



Методом аналогів (за походженням, віком та масою тіла) відгодівельні бугайці були поділені на п'ять груп. Контрольна та чотири дослідні групи бугайців отримували стандартний господарський раціон. Тваринам I–IV дослідних груп до основного раціону додавали оптимальну кількість (визначену нами у попередніх дослідженнях) суміші лляної і соняшникової олій (відповідно 65 і 35 мл/гол/добу) та синтетичну речовину доксан (2 мг/кг маси тіла). Крім того друга (II) дослідна група бугайців додатково отримувала в складі розсипного комбікорму оптимальну кількість (визначену нами у попередніх дослідженнях) Цинку і Купруму у кількості відповідно 40,0 і 20,0 мг (176,0 мг сульфату цинку семиводневого і 78,0 мг сульфату міді п'ятиводневої). Третя (III) дослідна група додатково отримувала 40,0 мг Цинку і 15,0 мг Купруму (176,0 мг сульфату цинку семиводневого і 58,5 мг сульфату міді п'ятиводневої). Четверта (IV) дослідна група додатково отримувала 30,0 мг Цинку і 20,0 мг Купруму (132,0 мг сульфату цинку семиводневого і 78,0 мг сульфату міді п'ятиводневої). Обліковий період становив 60 діб. Схема проведення досліджень представлена в табл. 1.

Таблиця 1

Схема проведення досліджень

Група тварин	К-ть тварин	Особливості годівлі тварин
Контрольна	10	Основний раціон (ОР)
I Дослідна	10	ОР + лляна олія (65 мл/гол/добу) + соняшникова олія (35 мл/гол/добу) + доксан (2 мг/кг)
II Дослідна	10	ОР + лляна олія (65 мл/гол/добу) + соняшникова олія (35 мл/гол/добу) + доксан (2 мг/кг) + сульфат цинку семиводневий (176,0 мг) + сульфат міді п'ятиводневої (78,0 мг)

III Дослідна	10	ОР + ляна олія (65 мл/гол/добу) + соняшникова олія (35 мл/гол/добу) + доксан (2 мг/кг) + сульфат цинку семиводневий (176,0 мг) + сульфат міді п'ятиводневої (58,5 мг)
IV Дослідна	10	ОР + ляна олія (65 мл/гол/добу) + соняшникова олія (35 мл/гол/добу) + доксан (2 мг/кг) + сульфат цинку семиводневий (132,0 мг) + сульфат міді п'ятиводневої (78,0 мг)

На початку та в кінці досліду було визначено масу тіла піддослідних тварин. У кінці досліду було проведено плановий забій по 5 бугайців із кожної групи. Для лабораторних досліджень відібрали зразки печінки й скелетних м'язів (найдовшого м'язу спини).



Концентрацію есенціальних жирних кислот родин ω -3 і ω -6 у кормах раціону та використаній в досліді лляної і соняшникової олій було визначено методом газової хроматографії [8] за допомогою приладу "Chrom-5". Визначення вмісту Цинку і Купруму було проведено методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії [1] за допомогою приладу Selmi C-115 M1.

Утримання тварин та всі маніпуляції проводили відповідно до положень «Загальних етичних принципів експериментів на тваринах», ухвалених Першим Національним конгресом з біоетики (Київ, 2001) та «Європейської конвенції про захист хребетних тварин, які використовуються для експериментальних та інших наукових цілей» (Страсбург, 1986).

Отриманий цифровий матеріал опрацьовано методом варіаційної статистики з використанням критерію Стьюдента. Обчислювали середні арифметичні величини (M) та похибки середніх арифметичних величин ($\pm m$). Зміни вважали вірогідними за $P < 0,05$. Для розрахунків було використано комп'ютерну програму MS-Excel-2003.

Одержані дані відносного вмісту жирних кислот в досліджуваних лляній і соняшниковій оліях (табл. 2).

З наведеної вище таблиці видно, що домінуючою жирною кислотою лляної олії є незамінна жирна кислота – α -ліноленова (18:3), яка в організмі тварин є попередником більш довголанцюгових і ненасичених жирних кислот родини ω -3 – ейкозапентаєнної (20:5), докозатрисної (22:3), докозапентаєнної (22:5) й докозагексаєнної (22:6). Водночас домінуючою жирною кислотою соняшnikової олії є незамінна жирна кислота – ліолева (18:2). Остання в організмі тварин є попередником більш довголанцюгових і ненасичених жирних кислот родини ω -6 – ейкозадисної (20:2), ейкозатрисної (20:3), ейкозатетраєнної-арахідонової (20:4), докозадисної (22:2) та докозатетраєнної (22:4).

Таблиця 2

Жирнокислотний склад лляної та соняшникової олій, %

Жирні кислоти та їх код	Ляна олія	Соняшникова олія
Лауринова, 12:0	0,1	0,1
Міристинова, 14:0	0,1	0,1
Пентадеканова, 15:0	0,3	0,4
Пальмітинова, 16:0	7,1	4,9
Пальмітоолеїнова, 16:1	0,1	0,1
Стеаринова, 18:0	3,9	3,7
Олеїнова, 18:1	17,2	25,4
Лінолева, 18:2	14,9	63,5
α -Ліноленова, 18:3	55,7	0,9
Арахінова, 20:0	0,5	0,7
Ейкозаснова, 20:1	0,1	0,2
Цинк мг/кг	2,8	1,3
Купрум мг/кг	0,2	0,3

Співвідношення вмісту лінолевої кислоти (18:2) до α -ліноленової (18:3) в лляній олії становило 0,27:1, в соняшниковій – 70,56:1.

Раціон відгодівельних бугайців контрольної й I–IV дослідних груп та вміст у кормах α -ліноленової, лінолевої кислот, Цинку і Купруму показаний у таблиці 3.

Наведений вище раціон для відгодівельних бугайців містить у своєму складі 34,4 і 144,2 г відповідно α -ліноленової і лінолевої жирних кислот. Також він містить 417,3 мг Цинку і 100,5 мг Купруму, що є нижче фізіологічної потреби (відповідно 477 і 106 мг/добу) молодняку м'ясних порід великої рогатої худоби з середньодобовими приростами 1000-1100 г відповідно на 59,7 і 5,5 мг (12,5 і 5,2 %).

Таблиця 3

Вміст α -ліноленової (ω -3) і лінолевої (ω -6) кислот та Цинку і Купруму в окремих кормах раціону піддослідних бугайців

Корми раціону (кг)	Вміст			
	ліно- левої кислоти, г	α -ліно- ленової кислоти, г	Цинку, мг	Купруму, мг
Сіно злаково- бобове, 4,0	19,6	6,0	79,6	4,0
Сінаж злаково- бобовий, 10,0	52,0	19,8	108,0	15,0
Комбікорм, 4,0	63,2	6,4	171,2	13,6
Брага пшенична, 20,0	9,4	2,2	48,0	66,0
М'яса, 0,5	0,0	0,0	9,8	1,9
Вода, 50,0	0,0	0,0	0,7	0,1
Разом	144,2	34,4	417,3	100,5

Співвідношення вмісту лінолевої жирної кислоти (18:2, ω -6) до α -ліноленової (18:3, ω -3) в основному раціоні контрольної групи бугайців склало 4,19:1 (табл. 4).

Додавання суміші лляної і соняшникової олій до раціону відгодівельних бугайців I, II, III і IV дослідних груп привело до збільшення в ньому вмісту лінолевої кислоти на 28,7 г (19,9 %), α -ліноленової – на 32,9 г (95,6 %) та зниження співвідношення есенціальних поліненасичених жирних кислот родини ω -6 до родини ω -3 у 1,6 рази (4,19:1 проти 2,57:1).

Додаткове згодовування тваринам II, III і IV дослідних груп різних доз сульфату цинку семиводневого і сульфату міді п'ятиводневої збільшило вміст Цинку та Купруму у їх раціоні порівняно з контрольною групою відповідно на 9,4, 9,4 і 7,1 % та 19,9, 14,9 і 19,9 %.

Таблиця 4

Вміст лінолевої і α -ліноленової кислот та Цинку і Купруму у кормах раціону піддослідних бугайців

Група тварин	Лінолева кислота, г	α -Ліноленова кислота, г	Цинк, мг	Купрум, мг	ω -6/ ω -3
Контрольна	144,2	34,4	426,8	100,5	4,19:1
I дослідна	172,9	67,3	427,0	100,5	2,57:1
II дослідна	172,9	67,3	467,0	120,5	2,57:1
III дослідна	172,9	67,3	467,0	115,5	2,57:1
IV дослідна	172,9	67,3	457,0	120,5	2,57:1

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

Таблиця 5

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

Група тварин	Маса тіла бугайців, кг		Середньодобовий приріст маси тіла бугайців, г
	на початку досліду	у кінці досліду	
Контрольна	453,4 $\pm$ 2,95	516,6 $\pm$ 3,55	1053,3 $\pm$ 11,6
I дослідна	451,9 $\pm$ 3,04	519,6 $\pm$ 3,51	1128,3 $\pm$ 9,64***
II дослідна	454,2 $\pm$ 3,18	522,4 $\pm$ 3,68	1136,7 $\pm$ 10,8***
III дослідна	453,0 $\pm$ 3,08	521,3 $\pm$ 3,70	1138,3 $\pm$ 10,8***
IV дослідна	452,2 $\pm$ 2,92	520,3 $\pm$ 3,59	1135,0 $\pm$ 12,0***

Примітка: тут і надалі * – $P < 0,05$; ** – $P < 0,00$; *** – $P < 0,001$.

З даних таблиці видно, що за дослідний період тварини I, II, III і IV дослідних груп порівняно з контрольними аналогами, мають вищі прирости маси тіла відповідно на 75,0, 83,4, 85,0 і 81,7 г.

Додаткове згодовування відгодівельним бугайцям різних доз сульфату цинку семиводного сприяє зростанню вмісту Цинку у їх печінці та скелетних м'язах (табл. 6).

Таблиця 6

Вміст Цинку у печінці та скелетних м'язах відгодівельних бугайців, мг/кг ($M \pm m$, $n=5$)

Група тварин	Вміст Цинку	
	у печінці	у скелетних м'язах
Контрольна	32,58 $\pm$ 0,66	18,38 $\pm$ 0,35
I дослідна	32,70 $\pm$ 0,70	18,26 $\pm$ 0,29
II дослідна	36,74 $\pm$ 0,68**	19,78 $\pm$ 0,36*
III дослідна	36,98 $\pm$ 0,59**	20,02 $\pm$ 0,34*
IV дослідна	35,78 $\pm$ 0,62**	19,34 $\pm$ 0,31

Зокрема у тварин II, III і IV дослідних груп порівняно з контрольною групою вміст Цинку у печінці збільшився відповідно на 12,8, 13,5 і 9,8 %, скелетних м'язах – на 7,3, 9,0 і 5,2 %.

Введення до раціону відгодівельних бугайців різних доз сульфату міді п'ятиводневої сприяло збільшенню вмісту Купруму у їх печінці та скелетних м'язах (табл. 7).

Таблиця 7

Вміст Купруму у печінці та скелетних м'язах відгодівельних бугайців, мг/кг ($M \pm m$, $n=5$)

Група тварин	Вміст Купруму	
	у печінці	у скелетних м'язах
Контрольна	24,58 $\pm$ 1,28	0,79 $\pm$ 0,03
I дослідна	24,64 $\pm$ 1,16	0,80 $\pm$ 0,04
II дослідна	29,98 $\pm$ 1,38*	0,94 $\pm$ 0,04*
III дослідна	28,86 $\pm$ 1,17*	0,92 $\pm$ 0,03*
IV дослідна	30,68 $\pm$ 1,12**	0,96 $\pm$ 0,05*

Зокрема, у печінці тварин II, III і IV дослідних груп порівняно з контрольною групою вміст Купруму збільшився відповідно на 22,0, 17,4 і 24,8 %, скелетних м'язів – на 19,0, 16,5 і 21,5 %.

Додавання до основного раціону тварин I–IV дослідних груп соняшникової і лляної олій та синтетичної речовини доксан привело до змін вмісту і співвідношення наведених вище жирних кислот у їх тканинах (табл. 8 і 9).

Таблиця 8

Вміст поліненасичених жирних кислот родин ω -6 і ω -3 у печінці відгодівельних бугайців, г/100г сирової маси ($M \pm m$, $n=5$)

Група тварин	Незамінні поліненасичені жирні кислоти		ω -6/ ω -3
	родини ω -6	родини ω -3	
Контрольна	0,54 $\pm$ 0,022	0,19 $\pm$ 0,014	2,8:1
I дослідна	0,63 $\pm$ 0,020*	0,30 $\pm$ 0,018***	2,1:1
II дослідна	0,65 $\pm$ 0,21**	0,32 $\pm$ 0,017***	2,0:1
III дослідна	0,64 $\pm$ 0,19**	0,32 $\pm$ 0,015***	2,0:1
IV дослідна	0,64 $\pm$ 0,24*	0,31 $\pm$ 0,019***	2,1:1

Зокрема, вміст незамінних поліненасичених жирних кислот родини ω -6 у печінці бугайців I, II, III і IV дослідних груп порівняно з тваринами контрольної групи збільшився відповідно на 16,7, 20,4, 18,5 і 18,5 %, а жирних кислот родини ω -3 – відповідно на 57,9, 68,4, 68,4 і 63,2 %. При цьому співвідношення вмісту незамінних поліненасичених жирних кислот родин ω -6 до ω -3 у печінці бугайців I і IV дослідних груп знизилося у 1,3 рази, II і III – у 1,4 рази (табл. 8).

У скелетних м'язів тварин I, II, III і IV дослідних груп порівняно з бугайцями контрольної групи концентрація незамінних поліненасичених жирних кислот родини ω -6 підвищилася відповідно на 27,6, 31,0, 27,6 і

27,6 %, а жирних кислот родини ω -3 – відповідно на 81,8, 90,9, 90,9 і 81,8 % (табл. 9). При цьому співвідношення вмісту незамінних поліненасичених жирних кислот родин ω -6 до ω -3 у скелетних м'язах знизилося у 1,4 рази.

Таблиця 9

Вміст поліненасичених жирних кислот
родин ω -6 і ω -3 у скелетних м'язах відгодівельних
бугайців, г/100г сирової маси ($M \pm m$, $n=5$)

Група тварин	Незамінні поліненасичені жирні кислоти		ω -6/ ω -3
	родини ω -6	родини ω -3	
Контрольна	0,29 $\pm$ 0,017	0,11 $\pm$ 0,008	2,6:1
I дослідна	0,37 $\pm$ 0,019*	0,20 $\pm$ 0,010***	1,9:1
II дослідна	0,38 $\pm$ 0,021*	0,21 $\pm$ 0,012***	1,8:1
III дослідна	0,37 $\pm$ 0,020*	0,21 $\pm$ 0,011***	1,8:1
IV дослідна	0,37 $\pm$ 0,018*	0,20 $\pm$ 0,013***	1,9:1

Можна констатувати, що зростання у раціонах відгодівельних бугайців вмісту Цинку, Купруму та незамінних поліненасичених жирних кислот родин ω -6 і ω -3 приводить до їх накопичення у печінці та скелетних м'язах, що сприяє підвищенню біологічної (нутріцевтичної) цінності яловичини.

Встановлено, що в зимово-стійловий період утримання найкращий результат за середньодобовими приростами маси тіла та вмістом Цинку, Купруму та незамінних поліненасичених жирних кислот родини ω -3 і ω -6 у печінці й скелетних м'язах відгодівельних бугайців отримано за додаткового згодовування 176,0 мг сульфату цинку семиводного, 58,5 мг сульфату міді п'ятиводневої та лляної і соняшникової олій в кількості відповідно 65 і 35 мл/гол/добу.

Слід відмітити, що поліненасичені жирні кислоти родини ω -3 порівняно з жирними кислотами родини ω -6 регулюють функціональну активність організму на більш високому рівні і тим самим стимулюють на вищому рівні обмінні процеси в організмі тварин. У кінцевому результаті це приводить до покращення продуктивних ознак тварин і біологічної (нутріцевтичної) цінності яловичини.

4.2. Встановити оптимальну кількість Селену в раціоні відгодівельних бугайців з додаванням джерел есенціальних жирних кислот

Для проведення досліджень методом аналогів (за походженням, віком та масою тіла) відгодівельні бугайці були поділені на п'ять груп. У підготовчий період (20 діб) контрольна та чотири дослідні групи бугайців отримували стандартний господарський раціон. В основний період (60 діб) тваринам I–IV дослідних груп до основного раціону додавали оптимальну кількість (визначену нами у попередніх дослідженнях) суміші лляної і соняшnikової олій (відповідно 65 і 35 мл/гол/добу) та синтетичну речовину доксан (2 мг/кг маси тіла). Крім того друга (II), третя (III) і четверта (IV) дослідні групи бугайців додатково отримували у складі розсипного комбікорму відповідно 0,4, 0,8 і 1,2 мг селену у формі селеніту натрію у кількості відповідно 0,88, 1,76 і 2,64 мг. Обліковий період становив 60 діб. Схема досліду представлена в табл. 10.

На початку та в кінці досліду було визначено масу тіла піддослідних тварин. У кінці досліду було проведено плановий забій по 3 бугайці із кожної групи. Для лабораторних досліджень відібрали зразки печінки й скелетних м'язів (найдовшого м'язу спини).

Схема дослідів

Група тварин	Кількість тварин	Характер годівлі тварин
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 (0,88 мг)
III Дослідна	10	ОР + лляна олія (65 мл/гол/добу) + соняшникова олія (35 мл/гол/добу) + доксан + селеніт натрію (1,76 мг)
IV Дослідна	10	ОР + лляна олія (65 мл/гол/добу) + соняшникова олія (35 мл/гол/добу) + доксан + селеніт натрію (2,64 мг)

У кормах раціону, використаній в досліді лляній і соняшниковій оліях та печінці й скелетних м'язах вміст есенціальних жирних кислот родин ω -3 і ω -6 було визначено методом газової хроматографії [8] за допомогою приладу "Chrom-5". Визначення концентрації Селену було проведено методом атомно-абсорбційної спектrophотометрії за допомогою приладу Selmi C-115 M1[1].

Утримання тварин та всі маніпуляції проводили відповідно до положень «Загальних етичних принципів експериментів на тваринах», ухвалених Першим Національним конгресом з біоетики (Київ, 2001) та «Європейської конвенції про захист хребетних тварин, які використовуються для експериментальних та інших наукових цілей» (Страсбург, 1986).

Отриманий цифровий матеріал опрацьовано методом варіаційної статистики з використанням критерію Стьюдента. Обчислювали середні арифметичні величини (M) та похибки середніх арифметичних величин ($\pm m$). Зміни вважали вірогідними за $P < 0,05$. Для розрахунків було використано комп'ютерну програму MS-Excel-2003.

Аналіз одержаних результатів визначення відносного вмісту жирних кислот використаних в досліді лляній і соняшниковій оліях наведено у таблиці 11.

Таблиця 10

Жирнокислотний склад лляної та соняшникової олій, %

Жирні кислоти та їх код	Ляна олія	Соняшникова олія
Лауринова, 12:0	0,1	0,1
Міристинова, 14:0	0,1	0,1
Пентадеканова, 15:0	0,2	0,3
Пальмітинова, 16:0	5,8	6,3
Пальмітоолеїнова, 16:1	0,1	0,2
стеаринова, 18:0	2,7	2,9
Олеїнова, 18:1	15,1	31,3
Лінолева, 18:2	13,6	57,1
α -Ліноленова, 18:3	61,7	0,7
Арахінова, 20:0	0,4	0,8
Ейкозаєнова, 20:1	0,2	0,2

З наведеної вище таблиці видно, що співвідношення вмісту лінолевої кислоти (18:2) до α -ліноленової (18:3) в лляній олії становило 0,22:1, в соняшниковій – 81,57:1.

Рацион відгодівельних бугайців контрольної й I–IV дослідних груп та вміст у кормах α -ліноленової і лінолевої кислот та Селену показаний у таблиці 11.

Таблиця 11

Вміст α -ліноленової (ω -3) і лінолевої (ω -6) кислот та Селену в окремих кормах раціону піддослідних бугайців

Корми раціону (кг)	Вміст		
	ліно- левої кислоти, г	α -ліно- ленової кислоти, г	Селену, мг
Сіно злаково-бобове, 4,0	20,4	4,8	0,12
Сінаж злаково-бобовий, 10,0	54,3	18,4	0,26
Комбікорм, 4,0	76,2	5,6	2,08
Брага пшенична, 20,0	8,6	2,0	0,86
М'яса, 0,5	0,0	0,0	0,01
Вода, 50,0	0,0	0,0	0,01
Разом	159,5	30,8	3,34

Наведений вище раціон для відгодівельних бугайців містить у своєму складі 30,8 і 159,5 г відповідно α -ліноленової і лінолевої жирних кислот. Також він містить 3,34 мг Селену, що є нижче фізіологічної потреби відгодівельного молодняка м'ясних порід великої рогатої худоби згідно норм NRC (0,3 мг селену/кг сухої маси корму) на 0,74 мг або 18,3 %.

Співвідношення вмісту лінолевої жирної кислоти (18:2, ω -6) до α -ліноленової (18:3, ω -3) в основному раціоні контрольної групи бугайців склало 5,2:1 (табл. 12).

Додавання суміші лляної і соняшникової олій до раціону відгодівельних бугайців I, II, III і IV дослідних груп привело до збільшення в ньому вмісту лінолевої кислоти на 25,9 г (16,2 %), α -ліноленової – на 36,3 г (117,9 %) та зниження співвідношення есенціальних поліненасичених жирних кислот родини ω -6 до родини ω -3 у 1,9 рази (5,18:1 проти 2,76:1).

Таблиця 12

Вміст лінолевої і α -ліноленової кислот та Селену
у раціоні піддослідних бугайців

Група тварин	Ліно- лева кислота, г	α -Ліно- ленова кислота, г	Селен, мг	ω -6/ ω -3
Контрольна	159,5	30,8	3,34	5,2:1
I дослідна	185,4	67,1	3,34	2,8:1
II дослідна	185,4	67,1	3,74	2,8:1
III дослідна	185,4	67,1	4,14	2,8:1
IV дослідна	185,4	67,1	4,54	2,8:1

Додаткове згодовування тваринам II, III і IV дослідних груп різних доз селеніту натрію збільшило вміст Селену у їх раціоні порівняно з контрольною групою відповідно на 12,0, 24,0 і 35,9 %.

Зростання вмісту α -ліноленової і лінолевої кислот та Селену у раціоні відгодівельних бугайців у заключний період їх вирощування призводить до підвищення інтенсивності їх росту (табл. 13).

Таблиця 13

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

Група тварин	Маса тіла бугайців, кг		Середньодобовий приріст маси тіла бугайців, г
	на початку дослідів	у кінці дослідів	
Контрольна	446,8 $\pm$ 2,38	510,2 $\pm$ 3,12	1056,7 $\pm$ 12,96
I дослідна	445,9 $\pm$ 2,16	513,9 $\pm$ 2,99	1133,3 $\pm$ 14,27***
II дослідна	446,6 $\pm$ 2,31	515,2 $\pm$ 3,17	1143,3 $\pm$ 15,56***
III дослідна	447,1 $\pm$ 2,23	516,1 $\pm$ 3,03	1150,0 $\pm$ 13,83***
IV дослідна	446,5 $\pm$ 2,10	515,8 $\pm$ 3,01	1155,0 $\pm$ 15,92***

З даних таблиці видно, що за дослідний період тварини I, II, III і IV дослідних груп порівняно з

контрольними аналогами, мають вищі прирости маси тіла відповідно на 76,7, 86,7, 93,3 і 98,3 г.

Введення до раціону відгодівельних бугайців різних доз селеніту натрію сприяло збільшенню вмісту Селену у їх печінці та скелетних м'язах (табл. 14).

Таблиця 14

Вміст Селену у печінці та скелетних м'язах відгодівельних бугайців, мг/кг ($M \pm m$, $n=3$)

Група тварин	Вміст Селену	
	у печінці	у скелетних м'язах
Контрольна	$0,46 \pm 0,016$	$0,19 \pm 0,011$
I дослідна	$0,45 \pm 0,018$	$0,19 \pm 0,012$
II дослідна	$0,53 \pm 0,016^*$	$0,20 \pm 0,014$
III дослідна	$0,61 \pm 0,020^{**}$	$0,22 \pm 0,016$
IV дослідна	$0,68 \pm 0,022^{**}$	$0,25 \pm 0,014^*$

Зокрема, у печінці тварин II, III і IV дослідних груп порівняно з контрольною групою вміст Селену збільшився відповідно на 13,7, 29,4 і 43,1 %, скелетних м'язах – на 5,3, 15,8 і 31,6 %.

Печінка має більший вміст селену, ніж м'язова тканина, оскільки є органом, який накопичує мікроелементи та бере участь у синтезі ферментів, які залежать від цього мікроелемента (наприклад, глутатіонпероксидази).

Додавання до основного раціону тварин I–IV дослідних груп соняшникової і лляної олій та синтетичної речовини доксан привело до змін вмісту і співвідношення наведених вище жирних кислот у їх тканинах.

Зокрема, вміст незамінних поліненасичених жирних кислот родини ω -6 у печінці бугайців I, II, III і IV дослідних груп порівняно з тваринами контрольної групи збільшився відповідно на 17,5, 15,8, 19,3 і 17,5 %, а жирних кислот родини ω -3 – відповідно на 72,2, 77,8, 66,7 і 77,8 %.

При цьому співвідношення вмісту есенціальних поліненасичених жирних кислот родин ω -6 до ω -3 у печінці бугайців I, II і IV дослідних груп знизилося у 1,5 рази, і III – у 1,4 рази (табл. 15).

Таблиця 15

Вміст поліненасичених жирних кислот родин ω -6 і ω -3 у печінці відгодівельних бугайців, г/100г сирової маси ($M \pm m$, $n=5$)

Група тварин	Незамінні поліненасичені жирні кислоти		ω -6/ ω -3
	родини ω -6	родини ω -3	
Контрольна	0,57 $\pm$ 0,018	0,18 $\pm$ 0,011	3,2:1
I дослідна	0,67 $\pm$ 0,020*	0,31 $\pm$ 0,014**	2,2:1
II дослідна	0,66 $\pm$ 0,023*	0,32 $\pm$ 0,013**	2,1:1
III дослідна	0,68 $\pm$ 0,018*	0,30 $\pm$ 0,011**	2,3:1
IV дослідна	0,67 $\pm$ 0,022*	0,32 $\pm$ 0,012***	2,1:1

У скелетних м'язах тварин I, II, III і IV дослідних груп порівняно з бугайцями контрольної групи концентрація есенціальних поліненасичених жирних кислот родини ω -6 підвищилася відповідно на 26,7, 26,7, 30,0 і 23,3 %, а жирних кислот родини ω -3 – відповідно на 90,9, 81,8, 90,9, і 100,0 % (табл. 16).

При цьому співвідношення вмісту незамінних поліненасичених жирних кислот родин ω -6 до ω -3 у скелетних м'язах бугайців I дослідної групи знизилося у 1,5 рази, II і III – у 1,4 рази, і IV – у 1,6 рази.

Можна констатувати, що зростання у раціонах відгодівельних бугайців вмісту Селену та незамінних поліненасичених жирних кислот родин ω -6 і ω -3 приводить до їх накопичення у печінці та скелетних м'язах, що сприяє підвищенню біологічної цінності яловичини.

Таблиця 16

Вміст поліненасичених жирних кислот родин ω -6 і ω -3
у скелетних м'язах відгодівельних бугайців,
г/100г сирової маси ($M \pm m$, $n=5$)

Група тварин	Незамінні поліненасичені жирні кислоти		ω -6/ ω -3
	родини ω -6	родини ω -3	
Контрольна	$0,30 \pm 0,016$	$0,11 \pm 0,009$	2,7:1
I дослідна	$0,38 \pm 0,020^*$	$0,21 \pm 0,011^{**}$	1,8:1
II дослідна	$0,38 \pm 0,017^*$	$0,20 \pm 0,012^{**}$	1,9:1
III дослідна	$0,39 \pm 0,016^*$	$0,21 \pm 0,011^{**}$	1,9:1
IV дослідна	$0,37 \pm 0,019^*$	$0,22 \pm 0,013^{**}$	1,7:1

Слід відмітити, що поліненасичені жирні кислоти родини ω -3 порівняно з жирними кислотами родини ω -6 регулюють функціональну активність організму на більш високому рівні і тим самим стимулюють на вищому рівні обмінні процеси в організмі тварин. У кінцевому результаті це приводить до покращення продуктивних ознак тварин і біологічної (нутрицевтичної) цінності яловичини.

Встановлено, що у зимово-стійловий період утримання найкращий результат за середньодобовими приростами маси тіла та вмістом Селену і незамінних поліненасичених жирних кислот родин ω -3 і ω -6 у печінці й скелетних м'язах відгодівельних бугайців отримано за додаткового згодовування 2,64 мг селеніту натрію та лляної і соняшникової олій в кількості відповідно 65 і 35 мл/гол/добу.

Висновки

Отримані результати свідчать, що поєднане застосування есенціальних мікроелементів із сумішшю лляної та соняшникової олій у раціонах відгодівельних бугайців чинить комплексну позитивну дію на організм тварин. Зокрема під впливом досліджуваних добавок спостерігається покращення засвоєння поживних елементів, стимуляція білкового синтезу, зростання середньодобових приростів маси тіла й підвищення загальної продуктивності тварин. Водночас у тканинах (м'язах і печінці) збільшується вміст есенціальних біологічно активних сполук – цинку, купруму, селену та поліненасичених жирних кислот родин ω -3 і ω -6, що зумовлює підвищення біологічної (нутріцевтичної) цінності яловичини.

Таким чином, комбіноване використання мікроелементів і джерел есенціальних жирних кислот сприяє підвищенню середньодобових приростів відгодівельних бугайців та покращенню біологічної (нутріцевтичної) цінності м'ясної продукції, що має важливе практичне значення для підвищення ефективності м'ясного скотарства у Карпатському регіоні.

Перелік джерел посилання

1. Влізло, В. В., Федорук, Р. С., Ратич, І. Б., Віщур, О. І. ... & Мартин Ю. В. (2012). Лабораторні методи досліджень у біології, тваринництві та ветеринарній медицині : довідник / за ред. В. В. Влізла. Львів: СПОЛОМ. 759.
2. Гадзало, Я. М. (2014). Вирішення проблеми продовольчої безпеки України в контексті реалізації спільної стратегії МЄБ, ВООЗ та ФАО «Єдине здоров'я». *Ветеринарна медицина*. 103:5–7.
3. Гопаненко, О. О. & Рівіс, Й. Ф. (2013). 25-ОН-вітамін D3-синтезувальна здатність і склад жирних кислот естерифікованого холестеролу печінки кроликів за гострого аргінінового панкреатиту та його корекції лляною олією. *Біологічні студії*. 7(1):81–88.
4. Даценко, З. М., Донченко, Г. В., Шахман, О. В. (1996). Роль фосфоліпідів у мембранах функціонально різних клітин за порушення антиоксидантової системи. *Укр. біохім. журн*. 68(1):49–54.
5. Квачов, В. Г. & Сокирко, Т. О. (2003). Ліпідний гомеостаз мембран і імунологічна компетентність мононуклеарних фагоцитів, механізми взаємозв'язку і нові підходи до розробки імуноактивних препаратів. *Біологія тварин*. 5(1/2):83–88.
6. Мельничук, Д., Калачнюк, Л. & Калачнюк Г. (2003). Метаболізм ліпідів в організмі жуйних тварин. *Вісник Львівського університету*. Серія біологічна. 34:41–51.
7. Остапченко, Л. І., Компанець, І. В. & Синельник Т. Б. (2017). Біологічні мембрани та основи внутрішньоклітинної сигналізації: методи дослідження. К.: ВПЦ "Київський університет". 447.
8. Рівіс Й. Ф., Шелевач А. В., Федак В. В. та ін. (2017). Кількісні хроматографічні методи визначення окремих ліпідів і жирних кислот у біологічному матеріалі: посібник; вид. 2-ге, уточн. та доп. Львів: СПОЛОМ. 160.

9. Aldai, N., Dugan, M.E., Juarez, M., Martinez, A. & Osoro, K. (2010). Double-muscling character influences the trans-18:1 and conjugated linoleic acid profiles in concentrate-fed yearling bulls. *Meat Sci.* 85:59–65. doi:10.1016/j.meatsci.2009.12.004.
10. Aldai, N., Dugan, M. E., Rolland, D. & Kramer, J. K. (2009). Survey of the fatty acid composition of Canadian beef: backfat and longissimus lumborum muscle. *Can. J. Anim. Sci.* 89:315–329.
11. Ansell, G. B. & Hawthorne, J. N. (2000). Aggregation and Fusion of vesicles composed of n-palmitoyl derivatives of membrane phospholipids. *J. Lipids.* 35:513–524.
12. Arosh J. A., Banu, S. K., Chapdelaine P., Madore E. ... & Fortier, M. A. (2004). Prostaglandin biosynthesis, transport, and signaling in corpus luteum: a basis for autoregulation of luteal function. *Endocrinology.* 145(5):2551–2560. doi: 10.1210/en.2003-1607.
13. Barendse, W. (2014). Should animal fats be back on the table? A critical review of the human health effects of animal fat. *Anim. Prod. Sci.* 54:831–855.
14. Bauchart, D., Roy, A., Lorenz, S., Chardigny, J. M. ... & Durand, D. (2007). Butters varying in trans 18:1 and cis-9, trans-11 conjugated linoleic acid modify plasma lipoproteins in the hypercholesterolemic rabbit. *Lipids.* 42:123–133. doi: 10.1007/s11745-006-3018-0
15. Chilliard, Y., Glasser, F., Ferlay, A., Bernard, L. ... & Doreau, M. (2007). Diet, rumen biohydrogenation and nutritional quality of cow and goat milk fat. *Eur. J. Lipid. Sci. Tech.* 109:828–855.
16. Cook, H. W. & McMaster, C. R. (2002). Fatty acids desaturation and chain elongation in eukaryotes. In : Biochemistry of lipids, lipoproteins and membranes. *Elsevier Science B.* V. 181–204.
17. Daley, C. A., Abbott, A., Doyle, P. S., Nader, G. A. & Larson, S. (2010) A review of fatty acid profiles and

antioxidant content in grass-fed and grain-fed beef. *Nutr. J.* 9:10. doi:10.1186/1475-2891-9-10.

18. Darghosian, L., Free, M., Li, J., Gebretsadik, T. ... & Stein, C. M. (2015). Effect of omega-three polyunsaturated fatty acids on inflammation, oxidative stress, and recurrence of atrial fibrillation. *The American Journal of Cardiology.* 115(2):196–201. doi: 10.1016/j.amjcard.2014.10.022.

19. De Roos, B., Mavrommatis, Y. & Brouwer, I. A. (2009). Long-chain n-3 polyunsaturated fatty acids: new insights into mechanisms relating to inflammation and coronary heart disease. *Br. J. Pharmacol.* 158(2):413–428. doi:10.1111/j.1476-5381.2009.00189.x

20. Dilzer, A. & Park, Y. (2012). Implication of conjugated linoleic acid (CLA) in human health. *Crit. Rev. Food. Sci. Nutr.* 52:488–513.

21. Doreau, M., Bauchart, D. & Chilliard, Y. (2011). Enhancing fatty acid composition of milk and meat through animal feeding. *Animal Production Science.* 51(1):19–29. doi: 10.1071/AN10043

22. Dugan, M., Aldai, N., Aalhus, J., Rolland, D. & Kramer, J. (2011). Review: Trans-forming beef to provide healthier fatty acid profiles. *Can. J. Anim. Sci.* 91:545–556.

23. Dunne, P. G., Rogalski, J., Childs, S., Monahan, F. J. ... & Moloney, A. P. (2011). Long chain n-3 polyunsaturated fatty acid concentration and color and lipid stability of muscle from heifers offered a ruminally protected fish oil supplement. *J. Agric. Food Chem.* 59:5015–5025.

24. Field, C. J., Blewett, H. H., Proctor, S. & Vine, D. (2009). Human health benefits of vaccenic acid. *Appl. Physiol. Nutr. Metab.* 34:979–991.

25. Flock, M. R., Harris, W. S. & Kris-Etherton, P. M. (2013). Long-chain omega-3 fatty acids: time to establish a dietary reference intake. *Nutr Rev.* 71:692–707.

26. Freitas, A. K., Lobato, J. F. P., Cardoso, L. L., Tarouco, J. U. ... Castro, I. (2014). Nutritional composition of the meat of Hereford and Braford steers finished on pastures or

in a feedlot in southern. *Brazil. Meat Sci.* 96:353–360. doi: 10.1016/j.meatsci.2013.07.021.

27. Funk, C. D. (2001). Prostaglandins and leukotrienes: advances in eicosanoid biology. *Science.* 294(5548):1871–1875. doi: 10.1126/science.294.5548.1871.

28. Gonzalez, L., Moreno, T., Bispo, E., Dugan, M. E. & Franco, D. (2014). Effect of supplementing different oils: linseed, sunflower and soybean, on animal performance, carcass characteristics, meat quality and fatty acid profile of veal from “Rubia Gallega” calves. *Meat Sci.* 96:829–836. doi:10.1016/j.meatsci.2013.09.027.

29. Gruffat, D., Cherfaoui, M., Bonnet, M., Thomas, A. ... & Durand, D. (2013) Breed and dietary linseed affect gene expression of enzymes and transcription factors involved in n-3 long chain polyunsaturated fatty acids synthesis in longissimus thoracis muscle of bulls. *J. Anim. Sci.* 91:3059–3069. doi:10.2527/jas.2012-6112.

30. Hartigh, L. J. (2019). Conjugated linoleic acid effects on cancer, obesity, and atherosclerosis: a review of pre-clinical and human trials with current perspectives. *Nutrients* 11(2):370. doi: 10.3390/nu11020370

31. Howe, P., Meyer, B., Record, S. & Baghurst, K. (2006). Dietary intake of long-chain omega-3 polyunsaturated fatty acids: contribution of meat sources. *Nutrition.* 22:47–53. doi:10.1016/j.nut.2005.05.009.

32. Hu, F. B. (2010). Are refined carbohydrates worse than saturated fat? *Am. J. Clin. Nutr.* 91:1541–1542.

33. Janoff, A. S., Hang, A. & Mc Groarty, E. J. (1991). Relationship of growth temperature and thermotropic lipid-phase changes in cytoplasmic and outer membranes from *Escherichia coli* K12. *Biochim. Biophys. Acta.* 555(1):56–66.

34. Jenkins, T., Wallace, R., Moate, P. & Mosley, E. (2008). Board-invited review: Recent advances in biohydrogenation of unsaturated fatty acids within the rumen microbial ecosystem. *J. Anim. Sci.* 86:397–412.

35. Juarez, M., Dugan, M. E., Aalhus, J. L., Aldai, N. ... & McAllister, T. A. (2011). Effects of vitamin E and flaxseed on rumen-derived fatty acid intermediates in beef intramuscular fat. *Meat. Sci.* 88:434–440. doi:10.1016/j.meatsci.2011.01.023.
36. Kairenius, P., Toivonen, V. & Shingfield, K. J. (2011) Identification and ruminal outflow of long-chain fatty acid biohydrogenation intermediates in cows fed diets containing fish oil. *Lipids.* 46:587–606
37. Kang, J. X. (2011). The omega-6/omega-3 Fatty Acid ratio in chronic diseases: animal models and molecular aspects. *World Nutr. Diet.* 102:22–29. doi: 10.1159/000327787.
38. Kelly, M. J., Tume, R. K., Newman, S. & Thompson, J. M. (2013). Genetic variation in fatty acid composition of subcutaneous fat in cattle. *Anim. Prod. Sci.* 53:129–133.
39. Komprda, T., Jůzl, M., Matejovičová, M., Levá, L. ... & Vymazalová P. (2020). Effect of high dietary level (8%) of fish oil on long-chain polyunsaturated fatty acid n-3 content in pig tissues and plasma biochemical parameters. *Animals.* 10:1657. doi: 10.3390/ani10091657.
40. Kronberg, S. L., Scholljegerdes, E. J., Lepper, A. N. & Berg, E. P. (2011). The effect of flaxseed supplementation on growth, carcass characteristics, fatty acid profile, retail shelf life, and sensory characteristics of beef from steers finished on grasslands of the northern Great Plains. *J. Anim. Sci.* 89:2892–2903. doi:10.2527/jas.2011-4058.
41. Laaksonen, D. E., Nyyssönen, K., Niskanen, L., Rissanen, Jukka, T. H. & Salonen, T. (2005). Prediction of cardiovascular mortality in middle-aged men by dietary and serum linoleic and polyunsaturated fatty acids. *Arch. Int. Med.* 165(2):193–199. doi: 10.1001/archinte.165.2.193.
42. LaBrune, H., Reinhardt C., Dikeman M. & Drouillard J. (2008). Effects of grain processing and dietary lipid source on performance, carcass characteristics, plasma fatty acids, and sensory properties of steaks from finishing cattle. *J. Anim. Sci.* 86(1):167–172. doi: 10.2527/jas.2007-0011

43. Laethem, F. V. & Leo, O. (2002). Membrane lipid rafts: new targets for immunoregulation. *Curr. Mol. Med.* 2:557–570. doi: 10.2174/1566524023362122.
44. Lawrence, G. D. (2013). Dietary fats and health: dietary recommendations in the context of scientific evidence. *Advances in Nutrition.* 4(3):294–302. doi: 10.3945/an.113.003657.
45. Lenighan, Y. M. et al. (2020) A modelling approach to investigate the impact of consumption of three different beef compositions on human dietary fat intakes. *Public Health Nutr.* 23:2373–2383. doi: 10.1017/S1368980019003471
46. Li, C., Aldai, N., Vinsky, M., Dugan, M. E. & McAllister, T. A. (2012). Association analyses of single nucleotide polymorphisms in bovine stearoyl-CoA desaturase and fatty acid synthase genes with fatty acid composition in commercial cross-bred beef steers. *Anim. Genet.* 43:93–97. doi:10.1111/j.1365-2052.2011.02217.x.
47. Lim, S. S., Vos, T., Flaxman, A. D., Danaei, G. ... & Ezzati M. (2012). A comparative risk assessment of burden of disease and injury attributable to 67 risk factors and risk factor clusters in 21 regions, 1990–2010: a systematic analysis for the global burden of disease study 2010. *Lancet.* 380:2224–2260. doi: 10.1016/S0140-6736(12)61766-8
48. Lourenço, M., Ramos-Morales, E. & Wallace, R.J. (2010). The role of microbes in rumen lipolysis and biohydrogenation and their manipulation. *Animal.* 4:1008–23. doi:10.1017/S175173111000042X.
49. Mapiye, C., Aalhus J. L., Turner, T. D., Rolland, D. C. ... & Dugan, M. E. R. (2013). Effects of feeding flaxseed or sunflower-seed in high-forage diets on beef production, quality and fatty acid composition. *Meat Sci.* 95:98–109. doi:10.1016/j.meatsci.2013.03.033.
50. Mapiye, C., Turner, T., Rolland, D., Basarab, J. ... & Dugan, M. E. R. (2013). Adipose tissue and muscle fatty acid profiles of steers fed red clover silage with and without flaxseed. *Livest Sci.* 151:11–20. doi: 10.1016/j.livsci.2012.10.021

51. Martirosyan, D. M. & Singh, J. (2015). A new definition of functional food by FFC: what makes a new definition unique? *Functional Foods in Health and Disease*. 5(6):209–223.

52. McAfee, A., McSorley, E., Cuskelly, G., Fearon, A. ... & Strain, J. J. (2011). Red meat from animals offered a grass diet increases plasma and platelet n-3 PUFA in healthy consumers. *Br. J. Nutr.* 105:80–89. doi: 10.1017/S0007114510003090

53. Micha, R., Wallace, S. K. & Mozaffarian, D. (2010). Red and processed meat consumption and risk of incident coronary heart disease, stroke, and diabetes mellitus: a systematic review and meta-analysis. *Circulation*. 121:2271–2283. doi:10.1161/circulationaha.109.924977.

54. Mouro, J., Peiniau, P. & Mounier, A. (1994). Effects de l'acide linoléique alimentaire sur l'activité des enzymes de la lipogenèse dans les tissus adipeux chez le porc. *Reprod. Nutr.* 34(3):213–220.

55. Nassu, R. T., Dugan, M. E., He, M. L., McAllister, T. A. ... & Kramer, J. K. G. (2011). The effects of feeding flaxseed to beef cows given forage based diets on fatty acids of longissimus thoracis muscle and backfat. *Meat Sci.* 89:469–477. doi:10.1016/j.meatsci.2011.05.016.

56. Noci, F., French, P., Monahan, F. J. & Moloney, A. P. (2007). The fatty acid composition of muscle fat and subcutaneous adipose tissue of grazing heifers supplemented with plant oil-enriched concentrates. *J. Anim. Sci.* 85:1062–1073. doi:10.2527/jas.2006-105.

57. Nogoy K.M.C. et al. (2022) Fatty acid composition of grain- and grass-fed beef and their nutritional value and health implication. *Food Sci Anim Resour.* 42(1):18–33. doi: 10.5851/kosfa.2021.e73

58. Normand J., Gruffat D. (2023) Fattening cattle with grass-based diets improves the nutritional quality of fatty acids in beef. *Cahiers de Nutrition et de Diététique*. 58(1):53–69 doi: 10.1016/j.cnd.2022.07.004

59. Oliveira, E. A., Sampaio, A. A. M., Henrique, W., Pivaro, T. M. ... & Andrade, A. T. (2012). Quality traits and lipid composition of meat from Nellore young bulls fed with different oils either protected or unprotected from rumen degradation. *Meat Sci.* 90:28–35. doi: 10.1016/j.meatsci.2011.05.024.
60. Pan, A., Sun, Q., Bernstein, A. M., Schulze, M. B. ... & Hu, F. B. (2012). Red meat consumption and mortality: results from 2 prospective cohort studies. *Arch. Intern. Med.* 172:555–563. doi: 10.1001/archinternmed.2011.2287
61. Park, S.J. et al. (2018) Genetic, management, and nutritional factors affecting intramuscular fat deposition in beef cattle-A review. *Asian-Australas. J. Anim. Sci.* 31:1043–1061. DOI: 10.5713/ajas.18.0310
62. Petri, R. M., Mapiye, C., Dugan, M. E. & McAllister, T.A. (2014). Subcutaneous adipose fatty acid profiles and related rumen bacterial populations of steers fed red clover or grass hay diets containing flax or sunflower-seed. *PLoS One.* 9(8):e104167. doi: 10.1371/journal.pone.0104167
63. Prieto, N., Dugan, M. E., Lopez-Campos, O., Aalhus, J. L. & Uttaro, B. (2013). At line prediction of PUFA and biohydrogenation intermediates in perirenal and subcutaneous fat from cattle fed sunflower or flaxseed by near infrared spectroscopy. *Meat Sci.* 94:27–33. doi:10.1016/j.meatsci.2012.12.014.
64. Puaschitz, N. G., Strand, E., Norekvål, T. M., Dierkes, J. ... & Nygård, O. (2015). Dietary intake of saturated fat is not associated with risk of coronary events or mortality in patients with established coronary artery disease. *J. Nutr.* doi:10.3945/jn.114.203505
65. Reecy, J., Tait, R., VanOverbeke, D., Garmyn, A. ... & Garrick D. J. (2010). Use of genomics to improve healthfulness and quality of meat. Proceedings of the Ninth World Congress on Genetics applied to Livestock Production: 1-6 August 2010; Leipzig.

66. Reinaldo F.C. (2023) Productive and physiological responses of feedlot cattle receiving different sources of Ca salts of fatty acids in the finishing diet. *Journal of Animal Science*. 101. DOI: 10.1093/jas/skac404

67. Rohrmann, S., Overvad, K., Bueno-de-Mesquita, H. B., Jakobsen, M. U. ... & Linseisen, J. (2013). Meat consumption and mortality-results from the European prospective investigation into cancer and nutrition. *BMC Med*. 11:63. doi: 10.1186/1741-7015-11-63

68. Roy, A., Chardigny, J. M., Bauchart, D., Ferlay, A. ... & Chilliard, Y. (2007). Butters rich either in trans-10-C18: 1 or in trans-11-C18: 1 plus cis-9, trans-11 CLA differentially affect plasma lipids and aortic fatty streak in experimental atherosclerosis in rabbits. *Animal*. 1:467–476. doi: 10.1017/S175173110770530X

69. Santos, J. E. P., Greco, L. F., Garcia, M., Thatcher, W.W. & Staples, C. R. (2013). The role of specific fatty acids on dairy cattle performance and fertility / *The 24th Annual Ruminant Nutrition Symposium*, Gainesville, FL, February 5–6, 2013. Florida. 73–89.

70. Scoville, E. A., Allaman, M. M., Adams, D. W., Motley, A. K. ... & Coburn, L. A. (2019). Serum polyunsaturated fatty acids correlate with serum cytokines and clinical disease activity in crohn's disease. *Scientific Reports*. 9:2882. doi:10.1038/s41598-019-39232-z.

71. Shingfield, K. J., Bonnet, M. & Scollan, N. D. (2013). Recent developments in altering the fatty acid composition of ruminant-derived foods. *Animal*. 7:132–162.

72. Simopoulos, A. P. (1991). Omega-3 fatty acids in health and in growth and development. *Am. J. Clin. Nutr*. 54:438–463.

73. Smith, S. B., Gill, C. A., Lunt, D. K. & Brooks, M. A. (2009). Regulation of fat and fatty acid composition in beef cattle. *Asian. Austral. J. Anim. Sci*. 22:1225–1233.

74. Steinberg, D. (2005). Thematic review series: the pathogenesis of atherosclerosis. An interpretive history of the

cholesterol controversy: part II: the early evidence linking hypercholesterolemia to coronary disease in humans. *J. Lipid. Res.* 46:179–190. doi:10.1194/jlr.R400012-JLR200.

75. Vahmani, P., Fredeen, A.H. & Glover, K.E. (2013). Effect of supplementation with fish oil or microalgae on fatty acid composition of milk from cows managed in confinement or pasture systems. *J. Dairy. Sci.* 96:6660–6670. doi:10.3168/jds.2013-6914.

76. Vahmani, P., Mapiye, C., Prieto, N., Rolland, D. C. ... & Dugan, M. E. R. (2015). The scope for manipulating the polyunsaturated fatty acid content of beef: a review. *Journal of Animal Science and Biotechnology.* 6(1):29–41. doi: 10.1186/s40104-015-0026-z

77. Volpe, J. & Vagelos, P. (1976). Mechanisms and regulation of biosynthesis of saturated fatty acids. *Physiol. Rev.* 56:339–417.

78. Williams M., Pehu E. & Ragasa C. (2006). Functional foods : opportunities and challenges for developing countries. *Agricultural & Rural Development.* 19:1–4.

79. Wolf, C., Ulbrich, S. E., Kreuzer, M., Berard, J. & Giller K. (2018). Differential partitioning of rumen-protected n–3 and n–6 fatty acids into muscles with different metabolism. *Meat Science.* 137:106–113. doi: 10.1016/j.meatsci.2017.11.007

80. Yu, M., Gao, Q., Wang, Y., Zhang, W. ... & Dai, Y. (2013). Unbalanced omega-6/omega-3 ratio in red meat products in China. *J. Biomed. Mater. Res.* 27:366–371. doi:10.7555/JBR.27.20130066.

Науково-практичне видання

**СПОСІБ ПІДВИЩЕННЯ ІНТЕНСИВНОСТІ РОСТУ
ВІДГОДІ-ВЕЛЬНИХ БУГАЙЦІВ ТА ПОКРАЩЕННЯ
БІОЛОГІЧНОЇ ЦІННОСТІ ЯЛОВИЧИНИ**

Підписано до друку 22.09.2025.

Формат 30х42/4. Папірофсетний. Гарнітура Times New Roman.

Друкофсетний. Умовн. друк. арк.

Тираж 100 прим.

Видавець та виготовлювач

Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН,
вул. Грушевського, 5, с. Оброшине Львівського р-ну,
Львівської обл., 81115

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до державного реєстру видавців, виготовлювачів і
розповсюджувачів
видавничої продукції ДК № 7457 від 28.09.2021 р.
inagrokarpat@isgkr.com.ua
www.isgkr.com.ua



<https://isgkr.com.ua/>