

## **ВМІСТ НЕЗАМІННИХ ПОЛІЕНАСИЧЕНИХ ЖИРНИХ КИСЛОТ ТА ЦИНКУ У ТКАНИНАХ ВІДГОДІВЕЛЬНОГО МОЛОДНЯКУ ВРХ ЗА ДОДАТКОВОГО ВВЕДЕННЯ ДО ЇХ РАЦІОНУ СУМІШІ СОНЯШНИКОВОЇ ТА ЛЛЯНОЇ ОЛІЙ І РІЗНИХ ДОЗ СУЛЬФАТУ ЦИНКУ**

Наведено порівняльну оцінку вмісту незамінних поліенасичених жирних кислот родин  $\omega$ -3 і  $\omega$ -6 та Цинку у кормах раціону з їх вмістом у печінці і скелетних м'язах та середньодобовими приростами відгодівельних бугайців у зимово-стійловий період утримання.

Встановлено, що введення лляної олії (як джерела ліноленової кислоти, яка є попередником поліенасичених жирних кислот родини  $\omega$ -3) і соняшникової олії (як джерела лінолевої кислоти, яка є попередником поліенасичених жирних кислот родини  $\omega$ -6), синтетичної речовини доксан (як інгібітора процесів біогідрогенізації поліенасичених жирних кислот у рубці) та сульфату цинку семиводного (як джерела Цинку) до раціону відгодівельного молодняка великої рогатої худоби викликає вірогідне зростання вмісту біологічно активних поліенасичених жирних кислот родини  $\omega$ -3 і  $\omega$ -6 та Цинку в їх печінці й скелетних м'язах.

Водночас зростання вмісту біологічно активних поліенасичених жирних кислот родин  $\omega$ -3 і  $\omega$ -6 та Цинку у вказаних вище тканинах за рахунок стимулювання обмінних процесів в організмі сприяє вірогідному збільшенню середньодобових приростів маси тіла відгодівельного молодняка. Тобто спостерігається прямий зв'язок між вмістом ліноленової й лінолевої кислот і Цинку у раціоні та їх вмістом у тканинах піддослідних тварин, продуктивними ознаками і біологічною цінністю яловичини.

Встановлено, що найкращий результат за середньодобовими приростами маси тіла та вмістом Цинку і незамінних поліенасичених жирних кислот родини  $\omega$ -3 і  $\omega$ -6 у печінці й скелетних м'язах відгодівельних бугайців отримано за додаткового згодовування 176,0 мг сульфату цинку семиводного та лляної і соняшникової олій в кількості відповідно 65 і 35 мл/гол/добу.

Згодовування такого раціону приводить до інтенсифікації

середньодобових приростів маси тіла відгодівельних бугайців на 86,7 г (8,2 %), підвищення вмісту незамінних поліненасичених жирних кислот родин  $\omega$ -3 і  $\omega$ -6 у печінці відповідно на 0,16 і 0,12 г/кг сирової маси (72,7 і 27,3 %), скелетних м'язів – відповідно на 0,11 і 0,08 г/кг сирової маси (100,0 і 34,8 %), зростання вмісту Цинку – відповідно на 3,6 і 1,48 мг/кг (10,5 і 7,9 %). Тим самим підвищується біологічна цінність яловичини.

**Ключові слова:** відгодівельні бугайці, лляна і соняшникова олії, Цинк, доксан, поліненасичені жирні кислоти родин  $\omega$ -3 і  $\omega$ -6, інтенсивність росту, біологічна цінність яловичини.

**Oleksandr Diachenko, Hryhorii Sedilo, Halyna Tesak**

Institute of Agriculture of the Carpathian region of NAAS

**Content of essential polyunsaturated fatty acids and Zinc in the tissues of fattening young cattle with additional introduction to their diet of a mixture of sunflower and flaxseed oils and different doses of zinc sulfate**

A comparative assessment of the content of essential polyunsaturated fatty acids of the  $\omega$ -3 and  $\omega$ -6 families and Zinc in the forage of the diet with their content in the liver and skeletal muscles and the average daily growth of fattening bulls during the winter-stalling period is presented.

It was found that the introduction of flaxseed oil (as a source of linolenic acid, which is a precursor of polyunsaturated fatty acids of the family  $\omega$ -3) and sunflower oil (as a source of linoleic acid, which is a precursor of polyunsaturated fatty acids of the family  $\omega$ -6), a synthetic substance doxane (as an inhibitor of biohydrogenation processes of unsaturated fatty acids in the rumen) and heptahydrozinc sulfate (as a source of Zinc) to the diet of fattening young cattle causes a probable increase in the content of biologically active polyunsaturated fatty acids of the  $\omega$ -3 and  $\omega$ -6 family and Zinc in their liver and skeletal muscles.

At the same time, the increase in the content of biologically active polyunsaturated fatty acids of families  $\omega$ -3 and  $\omega$ -6 and Zinc in the above tissues by stimulating metabolic processes in the body contributes to a probable increase in average daily weight gain of fattening young cattle. That is, there is a direct relationship between the content of linolenic and linoleic acids and Zinc in the diet and their content in the tissues of experimental animals, productive traits and biological value of beef.

It was found that the best result on the average daily weight gain and the content of Zinc and essential polyunsaturated fatty acids of the family  $\omega$ -3 and  $\omega$ -6 in the liver and skeletal muscles of fattening bulls was obtained by additional feeding of 176.0 mg of heptahydrozinc sulfate, flaxseed and sunflower oils in the amount of 65 and 35 ml per head per day, respectively. Feeding such a diet leads to an intensification of the average daily weight gain of fattening bulls by 86.7 g (8.2 %), an increase in the content of essential polyunsaturated fatty acids of the  $\omega$ -3 and  $\omega$ -6 families in the liver by 0.16 and 0.12 g/kg of raw weight (72.7 and 27.3 %), in skeletal muscles – respectively by 0.11 and 0.08 g/kg of raw weight (100.0 and 34.8 %), increase in Zinc content respectively by 3.6 and 1.48 mg/kg (10.5 and 7.9 %). This increases the biological value of beef.

**Keywords:** fattening bulls, flaxseed and sunflower oils, Zinc, doxane, polyunsaturated fatty acids of the families  $\omega$ -3 and  $\omega$ -6, growth intensity, biological value of beef.

**Вступ.** У сучасному світі провідними організаціями, які контролюють питання, пов'язані із якістю та безпечністю сільськогосподарської продукції, а також здоров'ям тварин та людей, є: Організація з сільського господарства та продовольства (ФАО), Міжнародне епізоотичне бюро (МЕБ) і Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ), якими розроблена та реалізується стратегія «Єдине здоров'я» (One Health), а також Глобальне здоров'я (Global health security agenda). Основне їх завдання – якість та безпечність сільськогосподарської продукції, від виробника до споживача за принципом «з лану до столу», що є ключовою складовою забезпечення Продовольчої безпеки та захисту споживачів (Consumer protection) у сучасному світі [3, 24].

Пошук засобів покращення біологічної цінності яловичини та підвищення продуктивності відгодівельної худоби ведеться в усьому світі [22, 28, 29]. Дані літератури вказують на те, що основні корми, які використовують для годівлі, містять у своєму складі недостатню кількість незамінних (есенціальних) поліненасичених жирних кислот родин  $\omega$ -3 і  $\omega$ -6 [34, 36]. Також, у зв'язку з наявністю у великої рогатої худоби передшлунків, велика кількість поліненасичених жирних кислот біогідрогенізується мікрофлорою рубця та трансформується у менш цінні мононенасичені та насичені жирні кислоти [25, 37]. Тому в жирнокислотному складі яловичини міститься невелика кількість незамінних жирних кислот родин  $\omega$ -3 і  $\omega$ -6 [], що знижує її біологічну цінність у харчуванні людей [14, 18, 19, 31].

Для покращення біологічної цінності яловичини до раціону великої рогатої худоби додають жири рослинного походження та використовують різноманітні способи захисту незамінних поліненасичених жирних кислот від біогідрогенізації мікрофлорою рубця шляхом згодовування їх у вигляді кальцієвих солей, гранул, брикетів та різноманітних капсул [20, 25]. Однак у світовій практиці до цього часу немає єдиної думки щодо оптимальних кількостей та співвідношення рослинних жирів, які для жуйних тварин є джерелом незамінних жирних кислот родин  $\omega$ -3 і  $\omega$ -6. Недостатня або надмірна їх кількість у раціоні негативно впливає на процеси травлення в рубці, трансформацію та накопичення в тканинах відгодівельної худоби [16, 36, 38].

Встановлено, що незамінні (есенціальні) жирні кислоти родин  $\omega$ -3 і  $\omega$ -6 в організмі людини є попередниками низки біологічно

активних речовин (простагландинів, тромбоксанів, лейкотриєнів) та основними складовими плазматичних і клітинних мембран [7, 32, 37]. Крім того, вони здатні трансформувати атерогенний холестерол ліпопротеїнів низької щільності в його більш цінні похідні: жовчні кислоти, 25-ОН вітамін D<sub>3</sub>, статеві гормони та гормони кори надирників, що є свідченням їх високої біологічної цінності [5, 6, 37].

Потрібно відзначити, що простагландини, попередниками яких є поліненасичені жирні кислоти родини  $\omega$ -6, стимулюють синтез прозапальних цитокінів (ІЛ-1, ІЛ-6, ІЛ-8, ФНП- $\alpha$ ) у тканинах тварин, а простагландини, утворені із поліненасичених жирних кислот родини  $\omega$ -3, в свою чергу стимулюють синтез протизапальних цитокінів (ІЛ-4, ІЛ-10) [17, 23, 30]. Доведено, що високе співвідношення жирних кислот означених родин сприяє розвитку широко поширених захворювань (від серцево-судинних захворювань і артриту до раку), водночас більш низьке – запобігає виникненню багатьох хронічних хвороб [15, 33].

Слід відзначити, що до лімітуючих мікроелементів Карпатського регіону належить Цинк [1, 2, 12, 35]. За його дефіциту в організмі тварин порушується обмін речовин та знижується продуктивність [21, 27]. Цинк бере активну участь у синтезі різних ензимів в організмі [8]. До його відомих фізіологічних функцій належать ріст, репродуктивна функція, імунологічний захист, синтез інсуліну й колагену, мінералізація кісток, формування і розвиток статевих органів тощо [11, 13, 26]. Означений мікроелемент потрібний для синтезу дезоксирибонуклеїнової кислоти, поділу (цитокінезу) та росту клітин, синтезу білків, метаболізму макронутрієнтів. Його біологічна роль в організмі значною мірою реалізується через участь у синтезі та стабілізації нуклеїнових кислот і білків, процесах енергетичного обміну, проліферації та диференціюванні клітин, підтриманні антиоксидантного статусу [11, 13]. Результати численних досліджень свідчать про те, що Цинк потрібний для підтримання цілісності клітин, збереження інтегральної структури та функції їхніх мембран [13, 34].

Підвищити рівень незамінних жирних кислот родин  $\omega$ -3 і  $\omega$ -6 в яловичині, зокрема в печінці й скелетних м'язах, можна шляхом додаткового їх уведення до раціону і використання синтетичної речовини доксан, яка в рубці гальмує їх біогідрогенізацію та трансформацію в мононенасичені та насичені жирні кислоти тим самим збільшує їх вміст у кінцевих продуктах тваринництва та покращує біологічну цінність яловичини для організму людини. Підвищити м'ясну продуктивність відгодівельних бугайців та забезпечити високу інтенсивність обмінних процесів і як наслідок

збільшити вміст есенціальних жирних кислот родин  $\omega$ -3 і  $\omega$ -6 у яловичині, можна також шляхом згодовування ВРХ дефіцитного Цинку, який відіграє важливу роль в обмінних процесах та рості і розвитку, а також метаболічно доповнює вплив жирних кислот.

Виходячи з викладеного вище, метою наших досліджень було встановити інтенсивність росту відгодівельних бугайців та особливості накопичення у їх тканинах незамінних поліненасичених жирних кислот родин  $\omega$ -3 і  $\omega$ -6 за введення у раціон джерел есенціальних жирних кислот і різних доз сульфату цинку для підвищення їх м'ясної продуктивності та покращення біологічної цінності яловичини.

**Матеріали і методи.** Дослід проведено у стійловий період на 5-ти групах відгодівельних бугайців поліської м'ясної породи, віком 15-16 міс., по 10 голів у кожній групі з використанням методичних підходів, які застосовуються в міжнародній практиці відповідно до вимог ISO 17025, а також згідно з загальноприйнятими методиками груп-аналогів на клінічно здорових тваринах. Обліковий період становив 60 діб.

Бугайці контрольної групи отримували тільки основний раціон, який складався з сіна злаково-бобового (4,0 кг), сінажу злаково-бобового (10,0 кг), комбікорму (4,0 кг), браги пшеничної (20,0 кг) і м'яси (0,5 кг). Тваринам I–IV дослідних груп до основного раціону додавали визначену нами у попередніх дослідженнях оптимальну кількість суміші лляної і соняшникової нерафінованих низькосортних олій, які не використовуються для харчування та синтетичну речовину доксан, яка інгібує процеси перетворення поліненасичених жирних кислот у мононенасичені і насичені мікрофлорою у рубці. Крім того бугайцям II–IV дослідних груп додатково згодовували сульфат цинку семиводного ( $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ ) за схемою, представленою в табл. 1.

У відібраних зразках кормів методом газової хроматографії [12] за допомогою приладу “Chrom-5” визначали вміст біологічно-активних поліненасичених жирних кислот родин  $\omega$ -3 і  $\omega$ -6 [10], а також жирнокислотний склад використаних у досліді лляної та соняшникової олій. Вміст Цинку у кормах раціону визначали методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії [9] за допомогою приладу Selmi C-115 M1.

Масу тіла піддослідного молодняка визначали на початку та в кінці дослідження методом зважування. У кінці дослідження було проведено плановий забій по 5 бугайців із кожної групи. Для лабораторних досліджень відбирали зразки печінки й скелетних м'язів (найдовшого м'язу спини), у яких методом газової хроматографії визначали вміст есенціальних жирних кислот родин  $\omega$ -3 і  $\omega$ -6, а також вміст Цинку методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії.

**1. Схема дослідів**

Група	Особливості годівлі
Контрольна	Основний раціон (ОР)
I дослідна	ОР + лляна олія (65 мл/гол/добу) + соняшникова олія (35 мл/гол/добу) + доксан (2 мг/кг маси тіла)
II дослідна	ОР + лляна олія (65 мл/гол/добу) + соняшникова олія (35 мл/гол/добу) + доксан (2 мг/кг маси тіла) + сульфат цинку семиводний (88,0 мг)
III дослідна	ОР + лляна олія (65 мл/гол/добу) + соняшникова олія (35 мл/гол/добу) + доксан (2 мг/кг маси тіла) + сульфат цинку семиводний (176,0 мг)
IV дослідна	ОР + лляна олія (65 мл/гол/добу) + соняшникова олія (35 мл/гол/добу) + доксан (2 мг/кг маси тіла) + сульфат цинку семиводний (264,0 мг)

Отриманий цифровий матеріал опрацьовували 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 використали комп'ютерну програму MS-Excel-2007.

**Результати та обговорення.** Насамперед визначили відносний вміст жирних кислот у лляній і соняшниковій оліях (табл. 2).

**2. Жирнокислотний склад соняшникової та лляної олій, %**

Жирні кислоти та їх код	Лляна 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	6,3	5,2
Пальмітоолеїнова, 16:1	0,1	0,1
Стеаринова, 18:0	3,7	4,1
Олеїнова, 18:1	19,6	26,1
Лінолева, 18:2	12,9	62,1
Ліноленова, 18:3	56,5	1,0
Арахінова, 20:0	0,4	0,8
Ейкозаєнова, 20:1	0,1	0,1
$\omega$ -6/ $\omega$ -3	0,23:1	62,10:1

З наведеної таблиці видно, що домінуючою жирною кислотою лляної олії є незамінна жирна кислота – ліноленова (18:3), яка в організмі тварин є попередником більш довголанцюгових і ненасичених жирних кислот родини  $\omega$ -3 – ейкозапентаєнової (20:5), докозатриєнової (22:3), докозапентаєнової (22:5) й докозагексаєнової (22:6).

Водночас домінуючою жирною кислотою соняшникової олії є лінолева (18:2) – попередник жирних кислот родини  $\omega$ -6 – ейкозадиєнової (20:2), ейкозатриєнової (20:3), ейкозатетраєнової-арахідонової (20:4), докозадиєнової (22:2) та докозатетраєнової (22:4). Співвідношення вмісту лінолевої кислоти (18:2) до ліноленової (18:3) в лляній олії становило 0,23:1, в соняшниковій – 62,10:1.

Вміст у кормах раціону піддослідних тварин жирних кислот і Цинку наведено у таблиці 3.

### 3. Вміст ліноленової ( $\omega$ -3) та лінолевої ( $\omega$ -6) кислот та Цинку в окремих кормах раціону піддослідних бугайців

Корми раціону, кг	Лінолева кислота, г	Ліноленова кислота, г	Цинк, мг
Сіно злаково-бобове (4,0)	17,6	4,4	81,2
Сінаж злаково-бобовий (10,0)	48,0	19,0	116,0
Комбікорм (4,0)	56,8	7,2	166,4
Брага пшенична (20,0)	7,8	2,0	52,0
М'яса (0,5)	0,0	0,0	10,4
Вода (50,0)	0	0	0,8
Разом	130,2	32,6	426,8

Як видно з даних таблиці, раціон містить у своєму складі 32,2 і 130,2 г відповідно ліноленової та лінолевої кислот і 426,8 мг Цинку, що є нижче фізіологічної потреби (477 мг/добу) молодняку м'ясних порід великої рогатої худоби з середньодобовими приростами 1000-1100 г на 50,2 мг або 10,5 % [4].

Співвідношення вмісту лінолевої кислоти до ліноленової в основному раціоні контрольної групи бугайців склало 3,99:1 (табл. 4).

Додавання суміші лляної і соняшникової олій до раціону відгодівельних бугайців усіх дослідних груп призвело до збільшення в ньому вмісту лінолевої кислоти на 27,1 г (20,8 %), ліноленової – на 33,4 г (102,5 %) та зниження співвідношення есенціальних поліненасичених жирних кислот родини  $\omega$ -6 до родини  $\omega$ -3 у 1,7 разу (3,99:1 проти 2,38:1).

#### 4. Вміст лінолевої і ліноленової кислот та Цинку у раціоні піддослідних бугайців

Група	Лінолева кислота, г	Ліноленова кислота, г	Цинк, мг	ω-6/ω-3
Контрольна	130,2	32,6	426,8	3,99:1
I дослідна	157,3	66,0	427,1	2,38:1
II дослідна	157,3	66,0	447,1	2,38:1
III дослідна	157,3	66,0	467,1	2,38:1
IV дослідна	157,3	66,0	487,1	2,38:1

Додаткове згодовування різних доз сульфату цинку семиводного тваринам II, III і IV дослідних груп збільшило вміст Цинку у їх раціоні порівняно з контрольною групою відповідно на 4,7, 9,4 і 14,1 %.

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

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

Група	Маса тіла, кг		Середньодобовий приріст маси тіла, г
	на початку досліді	у кінці досліді	
Контрольна	433,3±1,75	497,0±2,31	1061,7±14,9
I дослідна	433,4±1,65	501,8±2,15	1140,0±10,3***
II дослідна	433,4±1,53	502,2±2,01	1146,7±9,2***
III дослідна	433,3±1,71	502,2±2,19	1148,3±10,4***
IV дослідна	433,3±1,64	502,0±1,78	1145,0±9,3***

Примітка. У цій та наступних таблицях: \* –  $P < 0,05$ ; \*\* –  $P < 0,01$ ; \*\*\* –  $P < 0,001$

З даних таблиці видно, що за дослідний період тварини I, II, III і IV дослідних груп порівняно з контрольними аналогами, мали вищі прирости маси тіла відповідно на 78,3, 85,0, 86,7 і 83,3 г.

#### 6. Вміст Цинку у печінці та скелетних м'язах відгодівельних бугайців ( $M \pm m$ , $n=5$ )

Група тварин	Вміст Цинку, мг/кг	
	у печінці	у скелетних м'язах
Контрольна	34,16±0,69	18,70±0,42
I дослідна	34,08±0,59	18,82±0,41
II дослідна	36,28±0,72	19,28±0,54
III дослідна	37,76±0,69**	20,18±0,48*
IV дослідна	38,78±0,81**	20,82±0,64*



Ми дослідили, що додаткове введення до складу раціону відгодівельних бугайців різних доз сульфату цинку семиводного сприяє зростанню вмісту Цинку у печінці та скелетних м'язах (табл. 6).

Встановлено, що вміст Цинку у печінці тварин II, III і IV дослідних груп збільшився відповідно на 6,2, 10,5 і 13,5 %, а у скелетних м'язах – на 3,1, 7,9 і 11,3 % порівняно з контрольною групою.

Додавання до основного раціону тварин I–IV дослідних груп соняшникової і лляної олій та синтетичної речовини доксан привело до змін вмісту і співвідношення досліджуваних жирних кислот у їх тканинах (табл. 7).

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

Група тварин	Незамінні поліненасичені жирні кислоти		$\omega$ -6/ $\omega$ -3
	родини $\omega$ -6	родини $\omega$ -3	
Контрольна	0,44 $\pm$ 0,019	0,22 $\pm$ 0,016	2,0:1
I дослідна	0,56 $\pm$ 0,022**	0,36 $\pm$ 0,019***	1,6:1
II дослідна	0,57 $\pm$ 0,024**	0,35 $\pm$ 0,016***	1,6:1
III дослідна	0,56 $\pm$ 0,019**	0,38 $\pm$ 0,015***	1,5:1
IV дослідна	0,58 $\pm$ 0,021**	0,36 $\pm$ 0,018**	1,6:1

Зокрема, вміст незамінних поліненасичених жирних кислот родини  $\omega$ -6 у печінці бугайців I, II, III і IV дослідних груп порівняно з тваринами контрольної групи збільшився відповідно на 27,3, 29,5, 27,3 і 31,8 %, а жирних кислот родини  $\omega$ -3 – відповідно на 63,6, 59,1, 72,7 і 63,6 %. При цьому співвідношення вмісту жирних кислот родин  $\omega$ -3 до  $\omega$ -6 у печінці бугайців I-IV дослідних груп знизилося у 1,3 разу.

У скелетних м'язах тварин I, II, III і IV дослідних груп порівняно з бугайцями контрольної групи концентрація незамінних поліненасичених жирних кислот родини  $\omega$ -6 підвищилася відповідно на 39,1, 34,8, 34,8 і 43,5 %, а жирних кислот родини  $\omega$ -3 – відповідно на 81,8, 81,8, 100,0 і 90,9 % (табл. 8). При цьому співвідношення вмісту незамінних поліненасичених жирних кислот родин  $\omega$ -3 до  $\omega$ -6 у скелетних м'язах знизилося у 1,3–1,5 разу.

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

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

Група тварин	Незамінні поліненасичені жирні кислоти		$\omega$ -6/ $\omega$ -3
	родини $\omega$ -6	родини $\omega$ -3	
Контрольна	0,25±0,012	0,12±0,009	2,1:1
I дослідна	0,30±0,014*	0,19±0,010***	1,6:1
II дослідна	0,30±0,013*	0,21±0,008***	1,4:1
III дослідна	0,30±0,012*	0,22±0,011***	1,4:1
IV дослідна	0,31±0,015*	0,20±0,012***	1,6:1

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

Слід відзначити, що поліненасичені жирні кислоти родини  $\omega$ -3 порівняно з жирними кислотами родини  $\omega$ -6 регулюють функціональну активність організму на більш високому рівні і тим самим стимулюють обмінні процеси в організмі тварин. У кінцевому результаті це приводить до поліпшення продуктивних ознак тварин і біологічної цінності яловичини.

**Висновки.** Введення суміші лляної і соняшникової олій у дозах відповідно 65 і 35 мл/гол/добу до раціону відгодівельних бугайців I, II, III і IV дослідних груп привело до збільшення в ньому вмісту лінолевої кислоти на 27,1 г (20,8 %), ліноленової – на 33,4 г (102,5 %) та зниження співвідношення есенціальних поліненасичених жирних кислот родини  $\omega$ -6 до родини  $\omega$ -3 у 1,7 разу.

Встановлено, що у раціоні тварин контрольної групи міститься 426,8 мг Цинку, що є нижче фізіологічної потреби на 10,5 % для молодняка м'ясних порід великої рогатої худоби з середньодобовими приростами 1000–1100 г.

Найвищі середньодобові прирости відзначено у відгодівельних бугайців III дослідної групи, в раціоні яких вміст Цинку становив 467,1 мг.

Додаткове згодовування відгодівельним бугайцям II, III і IV дослідних груп різних доз сульфату цинку семиводного сприяє зростанню вмісту Цинку у їх печінці відповідно на 6,2, 10,5 і 13,5 %, у

скелетних м'язях – на 3,1, 7,9 і 11,3 % порівняно з тваринами контрольної групи.

Збільшення у раціонах відгодівельних бугайців вмісту Цинку та незамінних поліненасичених жирних кислот родин  $\omega$ -6 і  $\omega$ -3 приводить до їх накопичення у печінці та скелетних м'язях, що сприяє підвищенню біологічної цінності яловичини.

Найвищі середньодобові прирости маси тіла та вміст жирних кислот у печінці й скелетних м'язях відгодівельних бугайців отримано за додаткового згодовування 176,0 мг сульфату цинку семиводного та лляної і соняшникової олій в кількості відповідно 65 і 35 мл/гол/добу.

#### Список використаної літератури

1. Богданов Г. О. Інформаційна база даних хімічного складу кормів України для організації обрентованої годівлі сільськогосподарських тварин. Харків : ІТ УААН, 2010. 215 с.

2. Влізло В. В., Седіло Г. М. Мікроелементне забезпечення корів західного регіону України. Тваринництво степу України. 2022. Т. 1, № 2. С. 90–94.

3. 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.

4. Годівля сільськогосподарських тварин : навч. посіб. / В. А. Бурлака та ін. Житомир : ДАУ, 2004. 460 с.

5. Гопаненко О. О., Рівіс Й. Ф. 25-ОН-вітамін D<sub>3</sub>-синтезувальна здатність і склад жирних кислот естерифікованого холестеролу печінки кроликів за гострого аргінінового панкреатиту та його корекції лляною олією. *Біологічні студії*. 2013. Т. 7, № 1. С. 81–88.

6. Дябога Ю. З., Рівіс Й. Ф. Концентрація альдостерону і кортизолу в плазмі крові щурів за різного вмісту та жирнокислотного складу етерифікованого холестеролу в їх організмі. *Біологія тварин*. 2012. Т. 14, № 1/2. С. 101–107.

7. Квачов В. Г., Сокирко Т. О. Ліпідний гомеостаз мембран і імунологічна компетентність мононуклеарних фагоцитів, механізми взаємозв'язку і нові підходи до розробки імуноактивних препаратів. *Біологія тварин*. 2003. Т. 5, № 1/2. С. 83–88.

#### References

1. Bohdanov H. O. Information database of chemical composition of feed in Ukraine for the organization of reasonable feeding of farm animals. Kharkiv : IT UAAN, 2010. 215 p.

2. Vlizlo V. V., Sedilo H. M. Trace element provision of cows in the western region of Ukraine. *Tvarynytsvo stepu Ukrainy*. 2022. Vol 1. No 2. P. 90–94.

3. 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.

4. Feeding of farm animals: education manual / V. A. Burlaka et al. Zhytomyr : DAU, 2004. 460 p.

5. Hopenenko O. O., Rivis Y. F. 25-OH-vitamin D<sub>3</sub>-synthesizing ability and fatty acid composition of esterified cholesterol in rabbit liver by acute arginine pancreatitis and its correction with linseed oil. *Biologichni studii*. 2013. Vol. 7, No 1. P. 81–88.

6. Dliaboha Yu. Z., Rivis Y. F. The concentration of aldosterone and cortisol in the blood plasma of rats with different content and fatty acid composition of esterified cholesterol in their body. *Biologhiia tvaryn*. 2012. Vol. 14, No 1/2. P. 101–107.

7. Kvachov V. H., Sokyрко T. O. Lipid membrane homeostasis and immunological competence of mononuclear phagocytes, mechanisms of interaction and new approaches to the development of immunoactive drugs. *Biologhiia tvaryn*.

8. Кононский О. И. Биохимия тварин. Вища школа. Київ, 2006. 454 с.
9. Лабораторні методи досліджень у біології, тваринництві та ветеринарній медицині : довідник / В. В. Влізла, Р. С. Федорук, І. Б. Ратич та ін.; за ред. В. В. Влізла. Львів, 2012. 759 с.
10. Рівис Й. Ф. та ін. Кількісні хроматографічні методи визначення окремих ліпідів і жирних кислот у біологічному матеріалі : посібник; вид. 2-ге, уточн. та доп. Львів : СПОЛЮМ, 2017. 160 с.
11. Фізіологія сільськогосподарських тварин : Підручник : видання друге, доопрацьоване / А. Й. Мазуркевич, В. О. Трокоз, В. І. Карповський та ін.; за ред. А. Й. Мазуркевича, В. О. Трокоза. Київ, НУБіП України, 2014. 456 с.
12. Фоновий вміст мікроелементів у ґрунтах України / за ред. А. І. Фадєєва, Я. В. Пашченко. Харків : Прапор, 2003. 115 с.
13. 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. URL : [http://www.jdntruhs.org/temp/JNTRUnivHealthSci4275-8378299\\_231622.pdf](http://www.jdntruhs.org/temp/JNTRUnivHealthSci4275-8378299_231622.pdf).
14. Bioactivity and health effects of ruminant meat lipids. Invited Review / P. Vahmani et al. *Meat Sci*. 2020. Vol. 165. P. 1–12. doi: 10.1016/j.meatsci.2020.108114.
15. Den 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. 370–379. <https://doi.org/10.3390/nu11020370>.
16. 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.
17. Effect of omega-three polyunsaturated fatty acids on inflammation, oxidative stress, and recurrence of atrial fibrillation / L. Darghosian et al. *The American Journal of Cardiology*. 2015. Vol. 115, No 2. P. 196–201.
18. Effects of fatty acids on meat quality: a review / J. D. Wood et al. *Meat Science*. 2004. Vol. 66, No 1. P. 21–32.
2003. Vol. 5, No 1/2. P. 83–88.
8. Kononskyi O. I. Biochemistry of animals. Vyscha shkola. Kyiv, 2006. 454 p.
9. Laboratory research methods in biology, animal husbandry and veterinary medicine: handbook / V. V. Vlizlo, R. S. Fedoruk, I. B. Ratych et al.; Za red. V. V. Vlizla. Lviv, 2012. 759 p.
10. Rivis Y. F. et al. Quantitative chromatographic methods for the determination of individual lipids and fatty acids in biological material : handbook / Vyd. 2-he, utochn. ta dop. Lviv, 2017. 160 p.
11. Physiology of farm animals : textbook / A. Y. Mazurkevych et al.; za red. A. Y. Mazurkevycha, V. O. Trokoza. Second edition, revised. Kyiv : NUBiP Ukraine, 2014. 456 p.
12. Background content of microelements in the soils of Ukraine / za red. A. I. Fadiieva, Ya. V. Pashchenko. Kharkiv : Prapor, 2003. 115 p.
13. 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. URL : [http://www.jdntruhs.org/temp/JNTRUnivHealthSci4275-8378299\\_231622.pdf](http://www.jdntruhs.org/temp/JNTRUnivHealthSci4275-8378299_231622.pdf).
14. Bioactivity and health effects of ruminant meat lipids. Invited Review / P. Vahmani et al. *Meat Sci*. 2020. Vol. 165. P. 1–12. doi: 10.1016/j.meatsci.2020.108114.
15. Den 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. 370–379. <https://doi.org/10.3390/nu11020370>.
16. 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.
17. Effect of omega-three polyunsaturated fatty acids on inflammation, oxidative stress, and recurrence of atrial fibrillation / L. Darghosian et al. *The American Journal of Cardiology*. 2015. Vol. 115, No 2. P. 196–201.
18. Effects of fatty acids on meat quality: a review / J. D. Wood et al. *Meat Science*. 2004. Vol. 66, No 1. P. 21–32.

19. Effects of feeding steers extruded flaxseed on its own before hay or mixed with hay on animal performance, carcass quality, and meat and hamburger fatty acid composition / P. Vahmani et al. *Meat Science*. 2017. Vol. 131, No 7. P. 9–17.
20. Enhancing the nutritional and health value of beef lipids and their relationship with meat quality / N. D. Scollan et al. *Meat Science*. 2014. Vol. 97, No 3. P. 384–394.
21. Enjalbert F., Lebretton 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. No 90. P. 459–466.
22. 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, No 1. P. 18–33. doi: 10.5851/kosfa.2021.e73.
23. Fatty acids modulate cytokine and chemokine secretion of stimulated human whole blood cultures in diabetes / M. C. Simon et al. *Clin. Exp. Immunol.* 2013. Vol. 172, No 3. P. 383–393.
24. Food in the Anthropocene: The EAT–Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems / W. Willett et al. *Lancet*. 2019. Vol. 393. P. 447–492.
25. Genetic, management, and nutritional factors affecting intramuscular fat deposition in beef cattle. A review / S. J. Park et al. *Asian-Australas. J. Anim. Sci.* 2018. Vol. 31. P. 1043–1061.
26. Hilal E. Y., Elkhairy M. A. E., Osman A. O. A. The role of zinc, manganese and copper in rumen metabolism and immune function: a review article. *Open Journal of Animal Sciences*. 2016. No 6. P. 304–324. URL : <http://www.scirp.org/journal/ojas>.
27. Influence of heavy metals on metabolic processes in cows / L. G. Slivinska et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2021. Vol. 11, No 2. P. 284–291.
28. Meat and human health – Current knowledge and research gaps / N. R. W. Geiker et al. *Foods*. 2021. Vol. 10. No 7. P. 1556–1568. doi: 10.3390/foods10071556.
29. Review: Quality of animal-source foods / S. Prache et al. *Animal*. 2022. Vol. 16. Issue 1, P. 1–16.
- of Cardiology. 2015. Vol. 115, No 2. P. 196–201.
18. Effects of fatty acids on meat quality: a review / J. D. Wood et al. *Meat Science*. 2004. Vol. 66, No 1. P. 21–32.
19. Effects of feeding steers extruded flaxseed on its own before hay or mixed with hay on animal performance, carcass quality, and meat and hamburger fatty acid composition / P. Vahmani et al. *Meat Science*. 2017. Vol. 131, No 7. P. 9–17.
20. Enhancing the nutritional and health value of beef lipids and their relationship with meat quality / N. D. Scollan et al. *Meat Science*. 2014. Vol. 97, No 3. P. 384–394.
21. Enjalbert F., Lebretton 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. No 90. P. 459–466.
22. 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, No 1. P. 18–33. doi: 10.5851/kosfa.2021.e73.
23. Fatty acids modulate cytokine and chemokine secretion of stimulated human whole blood cultures in diabetes / M. C. Simon et al. *Clin. Exp. Immunol.* 2013. Vol. 172, No 3. P. 383–393.
24. Food in the Anthropocene: The EAT–Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems / W. Willett et al. *Lancet*. 2019. Vol. 393. P. 447–492.
25. Genetic, management, and nutritional factors affecting intramuscular fat deposition in beef cattle. A review / S. J. Park et al. *Asian-Australas. J. Anim. Sci.* 2018. Vol. 31. P. 1043–1061.
26. Hilal E. Y., Elkhairy M. A. E., Osman A. O. A. The role of zinc, manganese and copper in rumen metabolism and immune function: a review article. *Open Journal of Animal Sciences*. 2016. No 6. P. 304–324. URL : <http://www.scirp.org/journal/ojas>.
27. Influence of heavy metals on metabolic processes in cows / L. G. Slivinska et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2021. Vol. 11, No 2. P. 284–291.

doi.org/10.1016/j.animal.2021.100376.

30. 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.

31. Shahidi F., Ambigaipalan P. Omega-3 Polyunsaturated Fatty Acids and Their Health Benefits. *Annu. Rev. Food Sci. Technol.* 2018. Vol. 9. P. 345–381. doi: 10.1146/annurev-food-111317-095850.

32. Simopoulos A. P. Omega-3 fatty acids in health and disease and in growth and development. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 1991. Vol. 54, No 3. P. 438–463.

33. 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.

34. Soetan K. O., Olaiya C. O., Oyewole O. E. The importance of mineral elements for humans, domestic animals and plants: A review. *African Journal of Food Science*. 2010. Vol. 4. No 5. P. 200–222.

35. Stasiv O., Sedilo H., Baumgartner W., Vlizlo V. State of cows provision with microelements in mountain, foothills and plain zones of the Ukrainian western region. *Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Стан, досягнення та перспективи аграрної науки і виробництва в умовах євроінтеграції»*. Львів-Оброшине, 2022. P. 114–116.

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

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

38. 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.

28. Meat and human health – Current knowledge and research gaps / N. R. W. Geiker et al. *Foods*. 2021. Vol. 10. No 7. P. 1556–1568. doi: 10.3390/foods10071556.

29. Review: Quality of animal-source foods / S. Prache et al. *Animal*. 2022. Vol. 16. Issue 1, P. 1–16. doi.org/10.1016/j.animal.2021.100376.

30. 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.

31. Shahidi F., Ambigaipalan P. Omega-3 Polyunsaturated Fatty Acids and Their Health Benefits. *Annu. Rev. Food Sci. Technol.* 2018. Vol. 9. P. 345–381. doi: 10.1146/annurev-food-111317-095850.

32. Simopoulos A. P. Omega-3 fatty acids in health and disease and in growth and development. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 1991. Vol. 54, No 3. P. 438–463.

33. 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.

34. Soetan K. O., Olaiya C. O., Oyewole O. E. The importance of mineral elements for humans, domestic animals and plants: A review. *African Journal of Food Science*. 2010. Vol. 4. No 5. P. 200–222.

35. Stasiv O., Sedilo H., Baumgartner W., Vlizlo V. State of cows provision with microelements in mountain, foothills and plain zones of the

Ukrainian western region. *Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Стан, досягнення та перспективи аграрної науки і виробництва в умовах євроінтеграції»*. Львів-Оброшине, 2022. P. 114–116.

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

37. The role of specific fatty acids on dairy cattle performance and fertility / J. E. P. Santos et al. *The 24th Annual*

Ruminant Nutrition Symposium,  
Gainesville, FL, February 5–6, 2013.  
Florida, 2013. P. 73–89.

38. 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.

Отримано 31 березня 2023 р.  
Погоджено до друку 10 липня 2023 р.