

Науковий вісник Львівського національного університету
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.

Серія: Ветеринарні науки

Scientific Messenger of Lviv National University
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.

Series: Veterinary sciences

ISSN 2518-7554 print
ISSN 2518-1327 online

doi: 10.32718/nvlvet11711
<https://nvlvet.com.ua/index.php/journal>

UDC 636.4:636.085.25

Effect of calcium butyrate supplement on blood profile and growth rate in starter pigs

V. M. Rakytianskyi¹, V. H. Yefimov^{2✉}, O. D. Chrystyna³, V. D. Pylypchuk³, O. V. Yanovska²

¹Private enterprise “Kovcheg-A”, Bogodukhiv, Kharkiv region, Ukraine

²Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro, Ukraine

³Private enterprise “VetAgro”, Sokylnyky, Lviv Region, Ukraine

Article info

Received 27.12.2024

Received in revised form
27.01.2025

Accepted 28.01.2025

Dnipro State Agrarian and
Economic University,
Serhiy Yefremov Str., 25,
Dnipro, 49600, Ukraine.
Tel.: +38-067-727-55-75
E-mail: yefimov.v.h@dsau.dp.ua

PE “VetAgro”,
Lvivska bichna Str., 3,
Sokylnyky, Lviv Region,
81130, Ukraine.

PE “Kovcheg-A”,
Industrialnaya Str., 12,
Bogodukhiv, Kharkiv region,
62103, Ukraine.

Rakytianskyi, V. M., Yefimov, V. H., Chrystyna, O. D., Pylypchuk, V. D., & Yanovska, O. V. (2025). Effect of calcium butyrate supplement on blood profile and growth rate in starter pigs. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences, 27(117), 80–86. doi: 10.32718/nvlvet11711

The use of butyric acid salts in animal husbandry is quite widespread, particularly in improving the condition of the intestines in calves, chickens, and piglets. At the same time, among the various forms of butyrates, the effect of calcium butyrate on blood parameters and the productivity of starter pigs during the growing period has not been fully studied. The aim of the work was to study the effect of the feed additive calcium butyrate on blood parameters and weight gain of piglets during the starter period. The study was conducted in a typical pig farm on hybrid piglets obtained from F1 sows (large white X landrace) and terminal line meat boars. Clinically healthy animals aged 50 days were selected for the study. According to the principle analogs, 2 groups of 60 piglets each were formed. The control group received a standard diet, the experimental group received a standard diet with the addition of calcium butyrate (TM GLOBAMAX B 700, Global Nutrition, France) at the rate of 1.5 kg per 1 ton of feed. The animals were kept in the same conditions. The duration of feeding was 33 days. After the end of the experimental period, morphological blood parameters were examined on a hematological analyzer Micro CC-20 Plus (High technology, USA). The leukogram was calculated in blood smears stained according to Pappenheim. Biochemical parameters were determined in blood serum on an automatic analyzer BioSystems BA 400 (Spain). Determination of the level of vitamins A and E in blood serum was carried by HPLC. During the period of feeding the supplement, an analysis of animal morbidity was carried out. Weight gains were assessed based on the results of weighing animals in both groups. It was established that the addition of calcium butyrate did not affect the morphological composition of the blood. The urea content in the experimental group of animals increased by 16.2 % compared to the control, while the level of inorganic phosphorus decreased by 10.2 %. At the same time, an increase in alkaline phosphatase activity was observed by 17.2 % and a decrease in creatine kinase activity by 21.2 %. The average daily gains in the experimental animals were 4.88 % higher than in the control, while feed consumption did not differ significantly. Thus, the addition of calcium butyrate affected the intensity of absorption of nutrients in the diet, which led to an increase in body weight gains in piglets. At the same time, the frequency of nonspecific digestive disorders was reduced under the action of the additive.

Key words: piglets, growth, calcium butyrate, blood biochemistry, blood cells, weight gain.

Вплив добавки бутирату кальцію на показники крові та продуктивність поросят в період дорощування

В. М. Ракитянський¹, В. Г. Єфімов^{2✉}, О. Д. Христина³, В. Д. Пилипчук³, О. В. Яновська²

¹Приватне підприємство “Ковчег-А”, м. Богодухів, Харківська область, Україна

²Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро, Україна

3Приватне підприємство “ВетАгро, с. Сокільники, Львівська область, Україна”

Застосування солей масляної кислоти у тваринництві має достатнє поширення, зокрема, для покращення стану кишечника у телят, курчат та поросят. Водночас, серед різних її кальцієвої солі на показники крові та продуктивність поросят у період дорощування до кінця не вивчені. За мету роботи було дослідити вивчення впливу кормової добавки бутирату кальцію на показники крові поросят у період дорощування та прирости маси тіла. Дослідження проводилося в типовому свинарському господарстві на гібридних поросятах, отриманих від свиноматок F1 (велика біла Х ландрас) та м'ясних кнурів термінальної лінії. Для досліджень відбирались клінічно здорові тварини віком 50 діб. За принципом пар-аналогів було сформовано 2 групи по 60 поросят у кожній. Контрольна група отримувала стандартний раціон, дослідна – стандартний раціон з додаванням бутирату кальцію (ТМ ГЛО-БАМАКС В 700, Global Nutrition, Франція) з розрахунку 1,5 кг на 1 т комбікорму. Тварини утримувалися в однакових умовах. Тривалість згодовування склала 33 доби. Після закінчення дослідного періоду досліджували морфологічні показники крові на гематологічному аналізаторі Micro CC-20 Plus (High technology, США). Лейкограму обчислювали у мазках крові, пофарбованих за Паппенгеймом. В сироватці крові визначали біохімічні показники на автоматичному аналізаторі BioSystems BA 400 (Іспанія). Визначення рівню вітамінів А і Е в сироватці крові проводили методом ВЕРХ. В період згодовування добавки здійснювали аналіз захворюваності тварин. Прирости маси оцінювали за результатами зважування тварин обох груп. Встановлено, що добавка бутирату кальцію не впливала на морфологічний склад крові. Уміст сечовини у тварин дослідної групи зріс на 16,2 % порівняно з контролем, тоді як рівень неорганічного фосфору знизився на 10,2 %. Одночасно спостерігалось підвищення активності лужної фосфатази на 17,2 % і знижувалась активність креатинінази на 21,2 %. Середньодобові прирости у дослідних тварин були на 4,88 % вищими від контрольних, тоді як споживання корму суттєво не відрізнялося. Отже, добавка кальцію бутирату впливала на інтенсивність всмоктування поживних речовин раціону, що зумовило підвищення приростів маси тіла поросят. Водночас, за дії добавки зменшувалась частота прояву неспецифічних розладів травлення.

Ключові слова: поросята, ріст, бутират кальцію, біохімія крові, клітини крові, прирости маси.

Вступ

З кінця минулого століття в годівлі сільськогосподарських тварин почали активно використовуватись коротколанцюгові жирні кислоти для корекції фізіологічних процесів та в якості альтернативи антимікробним засобам (Amin et al., 2022; Masiuk et al., 2024). До цього класу речовин відноситься масляна кислота (або її похідні – бутирати), яка є однією з найбільш поширених у тваринництві, зокрема свинарстві. Природним шляхом бутирати постійно утворюються в кишечнику з жирів корму, а також шляхом мікробної ферментації неперетравних цукрів та полісахаридів (Kien et al., 2007) і є цінним джерелом енергії (до 10 % від загального пулу) (Bedford & Gong, 2018).

Бутирати відомі своєю потужною антимікробною дією через посилення клітинної ланки імунітету. За їх дії активуються макрофаги, прискорюється їх диференціація і “навчання” до розпізнавання специфічних патогенів сальмонел, патогенних штамів *E. coli*, стрептококів), активується синтез антимікробних пептидів (Schulthess et al., 2019). Таким чином, посилюється бар’єрна функція слизової оболонки травного каналу, що особливо актуально для поросят у поствідлучний період. Слід також відзначити, що бутирати знижують рівень медіаторів запалення, чим обумовлена їх протизапальна дія (Vinolo et al., 2011). Все це стримує дисемінацію (розповсюдження) збудників інфекції з місць зараження по всьому організму. Відомим є також той факт, що бутирати мають безпосередній вплив на кишечник, вони є головним джерелом енергії для ентероцитів та колоноцитів (Hamer et al., 2007), прискорюючи проліферацію та диференціацію клітин слизової оболонки тонкої та товстої кишки (Kien et al., 2007; Mazzoni et al., 2008). За деякими даними, безпосередня інфузія бутирату в сліпу кишку або його внутрішньовенне введення вдвічі пришвидшує проліферацію клітин слизової оболонки в тонкій та товстій кишці (Bartholome et al., 2004; Kien et al., 2007). При цьому одночасно збільшується глибина крипт та висота ворсинок слизової.

На практиці використовується ряд продуктів на основі масляної кислоти – це бутирини і бутирати. Бутирини – ефіри масляної кислоти та гліцеролу, які в залежності від кількості залишків масляної кислоти поділяються на моно-, ди- та трибутирини (Makowski et al., 2022). Оскільки бутирини швидко піддаються дії ліпази у верхніх відділах кишечника і в меншій кількості доходять до товстої кишки, вони не набули широкого використання в тваринництві. Бутирати – солі масляної кислоти, натрієва та кальцієва. Бутирати в свою чергу діляться на захищені (вкриті захисною плівкою) та незахищені. Їх використання у вигляді інкапсульованих солей попереджає швидке розкладання масляної кислоти в травному тракті (Kotunia et al., 2004; Casanova-Higes et al., 2018), а також зменшує рівень запаху, яким володіють чисті бутирати. За рахунок цього забезпечується рівномірне вивільнення продукту у всіх відділах кишечника, зокрема, його накопичення у товстій кишці (Bedford & Gong, 2018).

Серед бутиратів найбільш вивченим є вплив натрієвої солі масляної кислоти на організм свиней різного віку (Bernad-Roche et al., 2021; da Silva et al., 2022; Djordjeviae et al., 2022). Водночас, стосовно впливу бутирату кальцію є достатня кількість повідомлень щодо його дії на організм птиці (Ahafonov et al., 2018; Adhikari et al., 2023). Проте, його дія на організм свиней висвітлена у незначній кількості публікацій (Maito et al., 2022; Richard-Dazeur et al., 2024).

Мета дослідження

Метою досліджень було вивчення впливу кормової добавки бутирату кальцію на показники крові поросят у період дорощування та прирости маси тіла.

Матеріал і методи досліджень

Базою для проведення досліджень було типове свинарське господарство замкнутого циклу. Для досліду були відібрані гібридні поросята, отримані від свиноматок F1 (велика біла Х ландрас) та м'ясних

кнурів термінальної лінії. Годівля здійснювалась згідно деталізованих норм та рекомендацій генетичної компанії раціоном на основі пшениці, ячменю та кукурудзи з додаванням макухи соєвої та ферментованого соєвого концентрату. Для забезпечення потреби у незамінних амінокислотах, вітамінах та мінералах вводився 4 % премікс. Профілактично вносили сорбент мікотоксинів. Тварини утримувалися груповим методом в станках по 34 поросят на щільній підлозі, роздача корму та води були автоматичними.

Для досліджень відбирались клінічно здорові тварини віком 50 діб. За принципом пар-аналогів було сформовано 2 групи по 60 поросят у кожній. Контрольна група отримувала стандартний раціон, дослідна – стандартний раціон з додаванням бутирату кальцію (ТМ ГЛОБАМАКС В 700, Global Nutrition, Франція) з розрахунку 1,5 кг на 1 т комбікорму. Додаток містить 70 % бутирату та 14 % кальцію. Під час досліду доступ поросят до води та корму був необмежений. Тривалість згодовування склала 33 доби.

Після закінчення періоду згодовування проводився відбір проб крові для лабораторних досліджень, які виконували у НДЦ біобезпеки та екологічного контролю ресурсів АПК. Морфологічні показники крові (кількість еритроцитів, лейкоцитів, тромбоцитів) визначали на гематологічному аналізаторі Місго СС-20 Plus (High technology, США). Лейкограму обчислювали у мазках крові, пофарбованих за Паппенгеймом. В зразках сироватки крові визначали вміст загального білка, альбумінів, сечовини, креатиніну, глюкози, холестеролу, НЕЖК, загального кальцію, неорганіч-

ного фосфору та магнію. Серед показників ензимної активності крові визначали АСТ, АЛТ, лужну фосфатазу, креатинкіназу і ГГТ. Дослідження проводилися з використанням готових комерційних наборів реагентів на біохімічному аналізаторі BioSystems BA 400 (Іспанія). Визначення рівню вітамінів А і Е в сироватці крові проводили методом вискоєфективної рідинної хроматографії на рідинному хроматографі Agilent Infinity II за методикою, описаною раніше (Yefimov & Sofonova, 2014).

В період згодовування добавки здійснювали аналіз захворюваності та причин вибуття тварин. Інтенсивність приростів маси оцінювали за результатами зважування тварин обох груп.

Одержані дані статистично оброблялися з використанням програми Microsoft Excel з розрахунком критерію t-критерію Стюдента.

Результати

Спостереження за піддослідними поросятами показало, що корм із додаванням бутирату кальцію через характерний маслянокислий запах добавки провокував у поросят на початку дослідження підвищений харчовий інтерес. Поросята більше часу проводили біля годівниць, активно цікавились кормом. Згодом харчова поведінка не відрізнялась від поросят контрольної групи.

Гематологічні показники крові у поросят обох піддослідних груп суттєво не відрізнялись між собою (табл. 1).

Таблиця 1

Гематологічні показники крові поросят за впливу бутирату кальцію ($M \pm m$)

Показники	Група тварин	
	контрольна (n = 10)	дослідна (n = 10)
Гемоглобін, г/л	114,5 ± 2,51	118,8 ± 2,22
Гематокрит, %	37,42 ± 1,37	38,38 ± 0,79
Еритроцити, Т/л	6,27 ± 0,17	6,37 ± 0,13
MCV(середній об'єм еритроцита), фл.	59,62 ± 1,08	60,32 ± 1,01
MCH (середня маса гемоглобіна в еритроциті), пг	18,31 ± 0,32	18,67 ± 0,26
MCHC (середня концентрація гемоглобіна в еритроциті), %	30,76 ± 0,55	30,98 ± 0,34
Кольоровий показник, од.	0,883 ± 0,015	0,901 ± 0,013
ШОЕ, мм/г	1,40 ± 0,16	1,10 ± 0,10
Тромбоцити, Г/л	382,00 ± 29,05	333,80 ± 40,05
Лейкоцити, Г/л	15,81 ± 1,74	14,99 ± 1,32
<i>Лейкограма</i>		
Еозинофіли, %	0,30 ± 0,28	0,40 ± 0,40
Паличкоядерні, %	0,30 ± 0,28	0,00 ± 0,0
Сегментоядерні, %	54,60 ± 4,40	49,80 ± 5,41
Лімфоцити, %	44,10 ± 4,39	48,60 ± 5,09
Моноцити, %	0,70 ± 0,37	1,20 ± 0,63

Можна відмітити незначне збільшення рівню гемоглобіну у крові тварин дослідної групи (на 3,8 % вище порівняно з контролем). Крім того, було встановлено тенденцію до зниження кількості лейкоцитів у крові дослідних тварин на 5,2 %. Це відбувалося за рахунок зменшення частки нейтрофільних клітин, як паличкоядерних, так і сегментоядерних клітин (на

8,8 %). Проте, внаслідок значної індивідуальної варіабельності показників, зміни не були вірогідними.

Внаслідок визначення біохімічних показників було встановлено, що в сироватці крові поросят за дії бутирату виражених змін вмісту загального білка та його основних фракцій не спостерігалися (табл. 2).

Таблиця 2

Біохімічні показники сироватки крові поросят за впливу бутирату кальцію ($M \pm m$)

Показники	Група тварин	
	контрольна (n = 10)	дослідна (n = 10)
Загальний протеїн, г/л	57,3 $\pm$ 1,44	58,6 $\pm$ 0,99
Альбуміни, г/л	38,1 $\pm$ 1,35	39,0 $\pm$ 0,61
Глобуліни, г/л	19,20 $\pm$ 1,44	19,60 $\pm$ 0,73
Білковий коефіцієнт, од.	2,11 $\pm$ 0,18	2,01 $\pm$ 0,09
Сечовина, ммоль/л	3,28 $\pm$ 0,20	3,81 $\pm$ 0,14*
Креатинін, мкмоль/л	62,7 $\pm$ 3,10	57,1 $\pm$ 1,43
АСТ, Од/л	53,5 $\pm$ 8,07	53,0 $\pm$ 13,93
АЛТ, Од/л	52,40 $\pm$ 2,01	47,10 $\pm$ 2,73
Лужна фосфатаза, Од/л	258,20 $\pm$ 14,89	302,70 $\pm$ 14,96*
Глюкоза, ммоль/л	4,76 $\pm$ 0,20	4,52 $\pm$ 0,22
Кальцій загальний, ммоль/л	2,21 $\pm$ 0,03	2,20 $\pm$ 0,03
Неорганічний фосфор, ммоль/л	3,83 $\pm$ 0,11	3,44 $\pm$ 0,07**
Холестерол, ммоль/л	2,19 $\pm$ 0,11	2,06 $\pm$ 0,07
Креатинкіназа, Од/л	3433,6 $\pm$ 252,5	2706,6 $\pm$ 209,5*
Неестерифіковані жирні кислоти, ммоль/л	0,122 $\pm$ 0,005	0,116 $\pm$ 0,004
ГГТ, Од/л	32,0 $\pm$ 4,19	34,4 $\pm$ 4,74
Магній, ммоль/л	1,04 $\pm$ 0,022	1,09 $\pm$ 0,041
Вітамін А, мкг/100 мл	55,51 $\pm$ 4,26	48,82 $\pm$ 2,92
Вітамін Е, мкг/мл	2,52 $\pm$ 0,25	1,92 $\pm$ 0,23

Примітки: * – $P < 0,05$; ** – $P < 0,01$ у відношенні до контрольної групи

Серед продуктів азотистого обміну встановлено вищий уміст сечовини у тварин дослідної групи (на 16,2 %, $P < 0,05$). У той же час, вірогідних змін рівню креатиніну встановлено не було. Активність ензимів переамінування (АСТ і АЛТ) в сироватці тварин обох груп також не мала суттєвої різниці. Активність ГГТ, ще одного індикаторного для печінки ензиму, також не відрізнялась. При визначенні показників вуглеводно-ліпідного обміну (глюкози, холестеролу і неестерифікованих жирних кислот) у сироватці крові поросят нами також не встановлено значної різниці у поросят контрольної і дослідної груп.

У той же час, згодовування добавки бутирату кальцію призвело до вірогідних змін окремих показників кальцій-фосфорного обміну. Зокрема, у тварин, які отримували бутират кальцію, спостерігався нижчий вміст неорганічного фосфору (на 10,2 % при $P < 0,01$) з одночасно вищою активністю лужної фосфатази (на 17,2 %, $P < 0,05$). Поряд із цим, не було встановлено відмінностей у вмісті загального кальцію та магнію.

Дослідження вказують, що застосування добавки призвело до зниження в сироватці крові поросят дослідної групи загальної активності креатинкінази на 21,2 % ($P < 0,05$). Поряд із цим, спостерігалася тенденція до зниження вмісту ретинолу і токоферолу за дії бутирату кальцію відповідно на 12,0 % і 23,8 % ($P < 0,10$).

Як показано на [рис. 1](#), маса тіла поросят, яким давали бутират кальцію, після завершення дослідного періоду була достовірно більшою. Абсолютний приріст живої маси за 33 дні досліді у поросят контроль-

ної групи склав 19,59 кг, тоді як у тварин дослідної групи – 20,55 кг ($P < 0,01$), а різниця з контролем складала 4,90 %. Середньодобові прирости у дослідних тварин були на 4,88 % вищими від контрольних ([рис. 2](#)).

Середньодобове споживання корму у поросят дослідної групи склало 1,12 кг, тоді як у контрольній групі – 1,08 кг. Показник конверсії корму суттєво не відрізнявся між групами, склавши відповідно 1,79 у дослідних поросят і 1,82 – у контрольних.

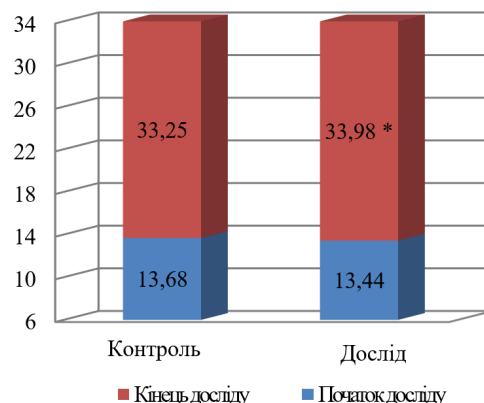


Рис. 1. Середня маса тіла піддослідних поросят на початку і наприкінці досліді за згодовування бутирату кальцію)

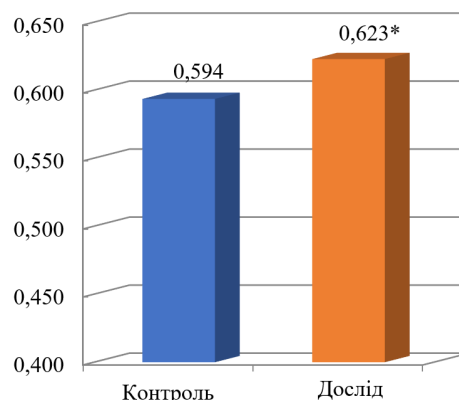


Рис. 2. Середньодобові прирости маси тіла поросят контрольної та дослідної групи

Щоденне спостереження за клінічними проявами розладів шлунково-кишкового тракту показало, що у поросят контрольної групи протягом досліді було виявлено 12 випадків діарей різного характеру – від м'яких, які ледь просочуються крізь щільну підлогу, до рідких та водянистих. В 6 з цих випадків тваринам надавалась лікарська допомога. В групі, що отримувала бутират, було нараховано 5 таких випадків, і в жодному з них лікарська допомога не надавалась. Протягом 1–2 доби діареї проходили спонтанно без ознак загострення та погіршення загального стану тварин.

Таким чином, проведені дослідження вказують на підвищення приростів маси тіла поросят після згодовування кормової добавки бутирату кальцію, а також зменшення частоти прояву розладів травлення.

Обговорення

Застосування засобів підвищення резистентності поросят у період дорошування залишається актуальним, оскільки саме в цей час у тварин відбувається становлення імунної системи, спостерігається формування травної системи та адаптація до нових умов існування у післявідлучний період (Connolly et al., 2024; Masiuk et al., 2024).

Застосування добавки бутирату кальцію у наших дослідженнях не мало суттєвого впливу на показники еритроцитопоезу. Напевне, це пов'язано саме з переважним ефектом дії добавки на клітини кишечника, на що вказують літературні дані (Bedford & Gong, 2018; Wan et al., 2024). Відсутність змін з боку показників еритропоезу у поросят після відлучення за дії натрію бутирату була також відмічена в дослідженнях Oliveira et al. (2018). За даними цих же авторів, добавка сприяла зниженню кількості лейкоцитів за рахунок популяцій нейтрофільних клітин. Подібна тенденція спостерігалася і у наших дослідженнях, що ми схильні вважати наслідком протимікробної дії бутирату. Це, напевне, сприяло зниженню антигенного навантаження на імунні утворення травного тракту поросят. У той же час, Dang et al. (2023) показано, що бутират здатний регулювати нейтрофільний гомеостаз через дозрівання цих клітин у червоному кістковому мозку.

За дії кальцію бутирату у поросят на дорошуванні вірогідно зростає рівень сечовини у сироватці крові. Вона є кінцевим продуктом розпаду білків у організмі, що утворюється у печінці (Gallego-Durán et al., 2022), а встановлені зміни можуть свідчити про вищу інтенсивність оновлення білків в організмі поросят за дії препарату або ж бути наслідком кращого засвоєння протеїну з раціону. Подібне підвищення рівня азоту сечовини за споживання інкапсульованого натрію бутирату спостерігалось в дослідженнях You et al. (2023).

За дії добавки нами спостерігалася тенденція до зниження рівню вітамінів А і Е в сироватці крові. Водночас, їх вміст мав високі фізіологічні значення у поросят обох груп (Yefimov & Sofonova, 2014). Оскільки токоферол є прямим антиоксидантом, а ретинол – непрямим (Blaner et al., 2021), встановлені зміни можуть вказувати на більше використання цих вітамінів для усунення наслідків оксидативного стресу та стабілізації клітинних мембран. Це може підтверджуватися зниженням активності загальної креатинкінази на 21,2 % ($P < 0,05$), вихід якої у плазми крові відбувається при руйнуванні міоцитів (Thorén-Tolling & Jönsson, 1983). Аналогічне зниження рівня вітаміну Е за впливу інкапсульованого бутирату отримали Stas et al. (2024). У той же час, рівень взаємозв'язок між рівнем вітамінів А і Е у сироватці крові та інтенсивністю формування м'язової тканини є сумнівним (Huang et al., 2023).

Не зважаючи на відсутність змін у концентрації загального кальцію у сироватці крові, нами спостерігався нижчий рівень неорганічного фосфору і зростання активності лужної фосфатази. За даними Doornenbal et al. (1983), активність лужної фосфатази

знижується з віком поросят, в той час як дослідження. У той же час, спостерігається позитивна кореляція між активністю ферменту та інтенсивністю росту свиней (Combs et al., 1959). На нашу думку, відзначені зміни вказують на вищу інтенсивність оновлення кісткової тканини, а також можуть бути пов'язані з вищими приростами маси тіла, що спостерігалися у тварин дослідної групи. Ці дані підтверджуються іншими дослідниками за дії різних форм масляної кислоти (Piva et al., 2002; Huang et al., 2015; Wang et al., 2023). Таке наростання продуктивності, очевидно, пов'язане саме з кращою утилізацією компонентів раціону, адже споживання корму у поросят за згодування кальцію бутирату не змінювалось. Це узгоджується з результатами інших джерел (Maito et al., 2022; Wang et al., 2023).

Зменшення кількості випадків діарей серед поросят, які отримували бутирати, описано в інших дослідженнях (Huang et al., 2015; Casanova-Higes et al., 2018; López-Colom et al., 2020; Maito et al., 2022). Автори це пояснюють протизапальною та антимікробною дією, зокрема проти патогенних штамів *E. coli* та *Salmonella* spp., а також покращенням бар'єрної функції кишечника та змінами якісного складу мікробіоти товстої кишки.

Висновки

Добавка кальцію бутирату (ТМ ГЛОБАМАКС В700®) не мала суттєвого впливу на клітинний склад крові поросят у період дорошування. У сироватці крові спостерігалось вірогідне підвищення вмісту сечовини та активності лужної фосфатази за рахунок вищої інтенсивності кальцій-фосфорного обміну та посилення обміну азоту. Виявлено здатність кальцію бутирату впливати на інтенсивність всмоктування поживних речовин раціону, що зумовило підвищення приростів маси тіла поросят. Водночас, за дії добавки зменшувалася частота прояву неспецифічних розладів травлення.

Перспективи подальших досліджень. Одержані результати свідчать про необхідність подальших досліджень, спрямованих на вивчення впливу кальцію бутирату на структурно-функціональні характеристики кишечника, а також на стан його бар'єрних механізмів.

Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

References

- Adhikari, B., Myers, A. G., Ruan, C., Kwon, Y. M., & Rochell, S. J. (2023). Individual and combined effects of a direct-fed microbial and calcium butyrate on growth performance, intestinal histology and gut microbiota of broiler chickens. *Poultry*, 2(1), 63–81. DOI: 10.3390/poultry2010008.
- Ahafonov, I., Yefimov, V., & Sofonova, D. (2018). Blood parameters and productivity of cross Cobb-500 chicken broilers after adding feed supplement of calcium

- butyrate to the diet. *Theoretical and Applied Veterinary Medicine*, 6(2), 19–24. URL: <https://bulletin-biosafety.com/index.php/journal/article/view/175>.
- Amin, A. B., Trabi, E. B., Zhu, C., & Mao, S. (2022). Role of butyrate as part of milk replacer and starter diet on intestinal development in pre-weaned calves. A systematic review. *Animal Feed Science and Technology*, 292, 115423. DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2022.115423.
- Bartholome, A., Albin, D., Baker, D., Holst, J., & Tappenden, K. (2004). Supplementation of total parenteral nutrition with butyrate acutely increases structural aspects of intestinal adaptation after an 80% jejunoleal resection in neonatal piglets. *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition*, 28(4), 210–222. DOI: 10.1177/0148607104028004210.
- Bedford, A., & Gong, J. (2018). Implications of butyrate and its derivatives for gut health and animal production. *Animal Nutrition*, 4(2), 151–159. DOI: 10.1016/j.aninu.2017.08.010.
- Bernad-Roche, M., Bellés, A., Grasa, L., Casanova-Higes, A., & Mainar-Jaime, R. C. (2021). effects of dietary supplementation with protected sodium butyrate on gut microbiota in growing-finishing pigs. *Animals*, 11(7), 2137. DOI: 10.3390/ani11072137.
- Blaner, W. S., Shmarakov, I. O., & Traber, M. G. (2021). Vitamin A and Vitamin E: will the real antioxidant please stand Up? *Annual Review of Nutrition*, 41(1), 105–131. DOI: 10.1146/annurev-nutr-082018-124228.
- Casanova-Higes, A., Andrés-Barranco, S., & Mainar Jaime, R. C. (2018). Use of a new form of protected sodium butyrate to control Salmonella infection in fattening pigs. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 16(4), e05SC02. DOI: 10.5424/sjar/2018164-13888.
- Combs, G. E., Wallace, H. D., Alsmeyer, W. L., & Koger, M. (1959). Growth Potential of Swine as Measured by Serum Alkaline Phosphatase. *Journal of Animal Science*, 18(1), 361–364. DOI: 10.2527/jas1959.181361x.
- Connolly, K. R., Sweeney, T., & O'Doherty, J. V. (2024). Sustainable Nutritional Strategies for Gut Health in Weaned Pigs: The Role of Reduced Dietary Crude Protein, Organic Acids and Butyrate Production. *Animals*, 15(1), 66. DOI: 10.3390/ani15010066.
- da Silva, C. A., Dias, C. P., Callegari, M. A., Romano, G. de S., Lais de Souza, K., Jacob, D. V., Ulbrich, A. J., & Goossens, T. (2022). Phyto-genics and encapsulated sodium butyrate can replace antibiotics as growth promoters for lightly weaned piglets. *PLOS ONE*, 17(12), e0279197. DOI: 10.1371/journal.pone.0279197.
- Dang, A. T., Begka, C., Pattaroni, C., Caley, L. R., Floto, R. A., Peckham, D. G., & Marsland, B. J. (2023). Butyrate regulates neutrophil homeostasis and impairs early antimicrobial activity in the lung. *Mucosal Immunology*, 16(4), 476–485. DOI: 10.1016/j.mucimm.2023.05.005.
- Djordjeviae, J., Baltiae, B., Glisiae, M., Boskoviae, M., Sefer, D., Raduloviae, S., Radovanoviae, A., Periae, D., Peuraea, M., & Markovis, R. (2022). Advantages of sodium butyrate in weaned piglet diet. *Animal Nutrition and Feed Technology*, 22(2), 245–260. DOI: 10.5958/0974-181x.2022.00020.8.
- Doornenbal, H., Tong, A. K. W., Martin, A. H., & Sather, A. P. (1983). Studies on the performance, development and carcass composition of the growing pig: effects of sex, feeding regime and age on blood serum parameters. *Canadian Journal of Animal Science*, 63(4), 977–984. DOI: 10.4141/cjas83-112.
- Gallego-Durán, R., Ampuero, J., Pastor-Ramírez, H., Álvarez-Amor, L., del Campo, J. A., Maya-Miles, D., Montero-Vallejo, R., ... Romero-Gómez, M. (2022). Liver injury in non-alcoholic fatty liver disease is associated with urea cycle enzyme dysregulation. *Scientific Reports*, 12(1), 3418. DOI: 10.1038/s41598-022-06614-9.
- Hamer, H. M., Jonkers, D., Venema, K., Vanhoutvin, S., Troost, F. J., & Brummer, R. -J. (2007). Review article: the role of butyrate on colonic function. *Alimentary Pharmacology & Therapeutics*, 27(2), 104–119. DOI: 10.1111/j.1365-2036.2007.03562.x.
- Huang, C., Song, P., Fan, P., Hou, C., Thacker, P., & Ma, X. (2015). Dietary sodium butyrate decreases post-weaning diarrhea by modulating intestinal permeability and changing the bacterial communities in weaned piglets. *The Journal of Nutrition*, 145(12), 2774–2780. DOI: 10.3945/jn.115.217406.
- Huang, J., Zhang, X., Hong, Z., Lin, X., Chen, F., Lan, J., ... & Deng, H. (2023). Associations of plasma retinol and α -tocopherol levels with skeletal muscle health in Chinese children. *British Journal of Nutrition*, 130(12), 2174–2181. DOI: 10.1017/S0007114523001265.
- Kien, C. L., Blauwiel, R., Bunn, J. Y., Jetton, T. L., Frankel, W. L., & Holst, J. J. (2007). Cecal infusion of butyrate increases intestinal cell proliferation in piglets. *The Journal of Nutrition*, 137(4), 916–922. DOI: 10.1093/jn/137.4.916.
- Kotunia, A., Woliński, J., Laubitz, D., Jurkowska, M., Romé, V., Guilloteau, P., & Zabielski, R. (2004). Effect of sodium butyrate on the small intestine development in neonatal piglets fed [correction of feed] by artificial sow. *Journal of physiology and pharmacology : an official journal of the Polish Physiological Society*, 55(2), 59–68. URL: https://www.jpp.krakow.pl/journal/archive/06_04_s2/pdf/59_06_04_s2_article.pdf.
- López-Colom, P., Castillejos, L., Rodríguez-Sorrento, A., Puyalto, M., Mallo, J. J., & Martín-Orúe, S. M. (2020). Impact of in-feed sodium butyrate or sodium heptanoate protected with medium-chain fatty acids on gut health in weaned piglets challenged with *Escherichia coli* F4+. *Archives of Animal Nutrition*, 74(4), 271–295. DOI: 10.1080/1745039x.2020.1726719.
- Maito, C. D., Melo, A. D. B., Oliveira, A. C. da F. de, Genova, J. L., Filho, J. R. E., Macedo, R. E. F. de, Monteiro, K. M., Weber, S. H., Koppenol, A., & Costa, L. B. (2022). Simultaneous feeding of calcium butyrate and tannin extract decreased the incidence of diarrhea and proinflammatory markers in weaned piglets. *Animal Bioscience*, 35(1), 87–95. DOI: 10.5713/ab.21.0011.
- Makowski, Z., Lipiński, K., & Mazur-Kuśnerek, M. (2022). The effects of different forms of butyric acid on the performance of turkeys, carcass quality, incidence of footpad dermatitis and economic efficiency. *Animals*, 12(11), 1458. DOI: 10.3390/ani12111458.
- Masiuk, D. M., Nedzvetsky, V. S., & Kokariiev, A. V. (2024). Modulation of immunity and barrier function in pre-and postnatal animal ontogenesis. *Immu-*

- tropic chemicals effect on the piglet postnatal development. Publishing House "Baltija Publishing", 251–268. DOI: 10.30525/978-9934-26-395-8-14.
- Masiuk, D., Nedzvetsky, V., & Maksymchuk, Y. (2024). The current state and prospects for the use of organic acids and their compositions in poultry feed: A literature review. *Scientific Horizons*, 27(7), 148–157. DOI: 10.48077/scihor7.2024.148.
- Mazzoni, M., Le Gall, M., De Filippi, S., Minieri, L., Trevisi, P., Wolinski, J., Lalatta-Costerbosa, G., Lallès, J.-P., Guilloteau, P., & Bosi, P. (2008). supplemental sodium butyrate stimulates different gastric cells in weaned pigs. *The Journal of Nutrition*, 138(8), 1426–1431. DOI: 10.1093/jn/138.8.1426.
- Oliveira, N. T. E. de, Carvalho, P. L. D. O., Genova, J. L., Caxias Junior, O. A. de, Cristofori, E. C., Silveira, F. H. R., & Santana, A. L. A. (2018). Additional effect of coated sodium butyrate 30% in the piglets feeding during the nursery phase. *Semina: Ciências Agrárias*, 39(6), 2771–2782. DOI: 10.5433/1679-0359.2018v39n6p2771.
- Piva, A., Morlacchini, M., Casadei, G., Gatta, P. P., Biagi, G., & Prandini, A. (2002). Sodium butyrate improves growth performance of weaned piglets during the first period after weaning. *Italian Journal of Animal Science*, 1(1), 35–41. DOI: 10.4081/ijas.2002.35.
- Richard-Dazeur, C., Anton, P. M., Badalato, N., De Koninck, M., Degraeve, M. H., Barbezier, N., & Michiels, J. (2024). Effect of calcium butyrate, tannins and their combination on the zootechnical performances, intestinal barrier and microbiota of weaned piglets. *Animal - Science Proceedings*, 15(4), 280. DOI: 10.1016/j.anscip.2024.06.212.
- Schulthess, J., Pandey, S., Capitani, M., Rue-Albrecht, K. C., Arnold, I., Franchini, F., Chomka, A., Ilott, N. E., Johnston, D. G. W., Pires, E., McCullagh, J., Sansom, S. N., Arancibia-Cárcamo, C. V., Uhlig, H. H., & Powrie, F. (2019). The short chain fatty acid butyrate imprints an antimicrobial program in macrophages. *Immunity*, 50(2), 432–445.e7. DOI: 10.1016/j.immuni.2018.12.018.
- Stas, E. B., Chen, Y., Wolfenden, R., Faccin, J. E. G., Woodworth, J. C., Tokach, M. D., DeRouchey, J. M., Goodband, R. D., & Gebhardt, J. T. (2024). Effects of butyrate-based feed additives on nursery pig performance, fecal consistency, blood criteria, and short chain fatty acid production. *Kansas Agricultural Experiment Station Research Reports*, 10(6). DOI: 10.4148/2378-5977.8625.
- Thorén-Tolling, K., & Jönsson, L. (1983). Creatine kinase isoenzymes in serum of pigs having myocardial and skeletal muscle necrosis. *Canadian journal of comparative medicine: Revue canadienne de médecine comparée*, 47(2), 207–216. URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC1235919>.
- Vinolo, M. A. R., Rodrigues, H. G., Hatanaka, E., Sato, F. T., Sampaio, S. C., & Curi, R. (2011). Suppressive effect of short-chain fatty acids on production of proinflammatory mediators by neutrophils. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 22(9), 849–855. DOI: 10.1016/j.jnutbio.2010.07.009.
- Wan, F., Wen, X., Zhao, H., Tang, S., Wang, M., Yi, B., Chen, L., Lu, Y., Zhong, R., & Zhang, H. (2024). Chemically protected sodium butyrate supplementation improves anti-inflammatory and antioxidant capacities potentially through modulating gut microbiota and short-chain fatty acids levels in piglets. *Journal of Functional Foods*, 121, 106434. DOI: 10.1016/j.jff.2024.106434.
- Wang, H., Wang, Y., Zhang, Y., Li, J., Mi, Y., Xue, Y., Li, J., & Ma, Y. (2023). Effects of a functional fatty acid blend on growth performance, intestinal morphology, and serum profiles in weaned piglets. *Animal Bioscience*, 36(5), 761–767. DOI: 10.5713/ab.22.0290.
- Yefimov, V., & Sofonova, D. (2014). Age dynamics of concentrations vitamins a and e in the serum of piglets during a rearing period. *Science and Technology Bulletin of SRC for Biosafety and Environmental Control of AIC*, 2(3), 46–50 (in Ukrainian).
- You, C., Xu, Q., Chen, J., Xu, Y., Pang, J., Peng, X., Tang, Z., Sun, W., & Sun, Z. (2023). effects of different combinations of sodium butyrate, medium-chain fatty acids and omega-3 polyunsaturated fatty acids on the reproductive performance of sows and biochemical parameters, oxidative status and intestinal health of their offspring. *Animals*, 13(6), 1093. DOI: 10.3390/ani13061093.