

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/nvlvet10601

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

UDC 616:616.993.1

## Development of methods for prevention of cryptosporidiosis of calves

T. I. Fotina<sup>✉</sup>, O. I. Shkromada, A. V. Berezovskyi, R. V. Petrov, H. A. Fotina, O. L. Nechyporenko, A. I. Fotin

Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

### Article info

Received 08.03.2022

Received in revised form  
11.04.2022

Accepted 12.04.2022

Sumy National  
Agrarian University,  
Gerasim Kondratiev Str., 160,  
Sumy, 40000, Ukraine.  
Tel.: +38-095-495-29-33  
E-mail: [tif\\_ua@meta.ua](mailto:tif_ua@meta.ua)

**Fotina, T. I., Shkromada, O. I., Berezovskyi, A. V., Petrov, R. V., Fotina, H. A., Nechyporenko, O. L., & Fotin, A. I. (2022). Development of methods for prevention of cryptosporidiosis of calves. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences, 24(106), 3–9. doi: 10.32718/nvlvet10601**

Cryptosporidiosis of calves, caused by the parasite *Cryptosporidium parvum*, is a dangerous disease for calves for up to one month. Sick animals suffer from debilitating diarrhea, intoxication, and dehydration, which can lead to death. Currently, effective preventive and curative measures have not been developed. Therefore, new strategies for preventing cryptosporidiosis in cattle are being sought. The study was conducted on the farm for raising young cattle in Holstein LTD agricultural firm “Lan” Sumy region in February 2021. The circulating microflora in the calf and the clinical condition of the animals were determined. The first experimental group of calves used the antimicrobial agent Trimeratinvet powder (water-soluble powder for oral administration). In the second experimental group, calves were fed the acidifier Kronocid L. As a control, healthy calves were used, which received a regular diet. Conducted a study of fecal masses of calves from birth to one month. The presence of *Cryptosporidium* spp. in fecal masses of calves was determined microscopically and by nested polymerase chain reaction. The count of microorganisms was performed after cultivation on elective media and determined the number of colony-forming units in CFU/cm<sup>3</sup>. The EXPERTISTM Rainbow diagnostic kit was used to diagnose Rotavirus and Coronavirus. Studies have shown that *Cryptosporidium* in calves under one month of age is the most common cause of diarrhea (42 %). Acidifier Kronocid L and Trimeratinvet inhibited the reproduction of cryptosporidia by stopping sporulation. Acidifier at a pH of 4.5 penetrated the oocyst's shell, causing cytoplasm compression. At 60 minutes of exposure, Kronocid L reduced the possibility of sporulation and destroyed 90 % of treated oocysts, which is 20 % more than the antimicrobial agent Trimeratinvet. In the experimental group using Trimeratinvet, the onset of chewing occurred later than eight days compared to the control group and with Kronocid L. Calves of the experimental groups had an average weight gain during the month with Trimeratinvet less by 20.8 % ( $P \leq 0.05$ ), with Kronocid L – by 14.3 % compared to healthy. Prospects for further research are to determine the effect of Kronocid L and other species of *Cryptosporidium* in adult cattle.

**Key words:** *Cryptosporidium*, oocysts, cessation of sporulation, weight gain, calves.

## Розробка методів профілактики криптоспоридіозу телят

Т. І. Фотіна<sup>✉</sup>, О. І. Шкромادا, А. В. Березовський, Р. В. Петров, Г. А. Фотіна, О. Л. Нечипоренко,  
А. І. Фотін

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

Криптоспоридіоз телят, який викликаний паразитом *Cryptosporidium parvum* є небезпечним захворюванням телят до місяця. Хворі тварини страждають від виснажливої діареї, інтоксикації та зневоднення, що може привести до загибелі. Наразі ефективні профілактичні та лікувальні заходи не розроблені. Тому ведеться пошук нових стратегій щодо профілактики криптоспоридіозу великої рогатої худоби. Дослідження проводилось у господарстві з вирощування молодяку великої рогатої худоби породи голштин (ТОВ агрофірма “Лан” Сумської області) у лютому 2021 року. Визначали циркулюючу мікрофлору у телятнику та клінічний стан тварин. Першій дослідній групі телят застосовували протимікробний засіб Трімєратінвет порошок (водорозчинний порошок для перорального застосування). У другій дослідній групі телятам випоювали підкислювач Кроносід L. В якості контролю використовували здорових телят, які отримували звичайний раціон. Проводили дослідженням фекальних мас

телят від народження до місяця. Наявність *Cryptosporidium* spp. в фекальних масах телят визначали мікроскопічно та за допомогою гніздової полімеразної ланцюгової реакції. Підрахунок мікроорганізмів проводили після культивування на елективних середовищах, визначали кількість колонієутворюючих одиниць в КґО/см<sup>3</sup>. Для діагностики *Rotavirus* та *Coronavirus* використовували діагностичний набір EXPERTIS™ Rainbow. Дослідженнями встановлено, що *Cryptosporidium* у телят віком до місяця є найбільш часто виявленим збудником діареї (42 %). Підкислювач Кроноцид L та Трімератінвет стримували розмноження криптоспоридій за рахунок припинення споруляції. Підкислювач в концентрації рН 4,5 проникає крізь оболонку ооцисти, викликає стискання цитоплазми. При експозиції 60 хвилин Кроноцид L зменшував можливість споруляції та знищував 90 % оброблених ооцист, що на 20 % більше порівняно з протимікробним засобом Трімератінвет. У дослідній групі, де використовували Трімератінвет, початок жуйки відбувся пізніше на вісім діб порівняно з контрольною групою та з Кроноцидом L. Телята дослідних груп мали середнє збільшення ваги протягом місяця з Трімератінветом менше на 20,8 % ( $P \leq 0,05$ ), з Кроноцидом L – на 14,3 % порівняно зі здоровими. Перспективи подальших досліджень полягають у визначенні впливу Кроноциду L на інші види криптоспоридій у великої рогатої худоби.

**Ключові слова:** *Cryptosporidium* spp., ооцисти, припинення споруляції, приріст ваги, жуйка, телята.

## Вступ

Здоров'я телят і благополуччя тварин становлять інтерес для виробників, споживачів і лікарів (Falkenberg et al., 2022). Високі показники захворюваності та смертності призводять до величезних економічних втрат, суперечать добробуту тварин і безпечності харчових продуктів. Крім того, високі показники захворюваності пов'язані зі збільшенням використання антибіотиків і помітним зростанням резистентності до протимікробних препаратів (World Health Organization, 2014). Науковці (Tautenhahn et al., 2020) вважають, що виявлення факторів ризику високої смертності молочних телят і поганого росту сприятиме поліпшенню стратегій утримання, годівлі та управління на молочних підприємствах.

Виробники часто стикаються з хворобами шлунково-кишкового тракту в молодняку великої рогатої худоби, які займають друге місце після респіраторних захворювань і можуть бути причиною загибелі. (Govender et al., 2014). Захворювання шлунково-кишкового тракту пов'язані зі зміною мікрофлори (Rybachuk et al., 2020), причиною чого є порушення технології вирощування телят та невиправдане використання антибактеріальних препаратів.

Діарея телят є поширеною хворобою молодих тварин, яка все ще є основною причиною продуктивності та економічної втрати виробників великої рогатої худоби в усьому світі. Відомо, що низка патогенних мікроорганізмів викликають розвиток діареї у телят. Також навколишнє середовище і методи вирощування впливають на появу і розвиток захворювання. Комплексна природа діареї у телят ускладнює ефективну профілактику цього захворювання у великої рогатої худоби (Cho & Yoon, 2014).

Частою причиною діареї у телят є криптоспоридії, які належать до класу *Sporozoa*, підкласу *Coccidia*. Розвиток криптоспоридій відбувається в організмі одного господаря і завершується утворенням ооцист, які виділяються у зовнішнє середовище з фекальними масами. Телята уражуються ооцистами *Cryptosporidium* spp. фекально-оральним шляхом або безпосередньо через контакт з фекаліями інфікованих тварин. Також не виключений варіант ураження через забруднені їжу або воду (Cavalier-Smith, 2014). Більше 30 видів *Cryptosporidium* spp. на даний момент відомі. Генотип В ("бичачий тип") комплексу *C. Parvum* є основним ентеропатогеном у новонароджених телят (Holzhausen et al., 2019).

Криптоспоридіоз є поширеною паразитарною інвазією найпростіших, яка викликає діарею у новонароджених телят. Високе виділення ооцист сприяє спалаху криптоспоридіозу у телят. Були обстежені 58 ферм (512 телят) у Німеччині (Саксонія та Бранденбург) і загалом 88,9 % телят мали мікроскопічно позитивний результат на *Cryptosporidium* spp. (Avenidaño et al., 2018).

Ооцисти мають здатність довго зберігатись у навколишньому середовищі. Їх загибель можлива тільки під впливом прямого сонячного випромінювання. Дуже обмежена кількість дезінфікуючих засобів здатна знищувати ооцисти кокцидій (Shkromada & Nedzheria, 2020). Оскільки ооцисти *C. parvum* дуже важко знищити у навколишньому середовищі, то єдиним заходом контролю є зменшення забруднення тваринницьких приміщень. Також важливо проводити ретельне видалення фекальних мас та підстилки з місць отелення та очищення парною або гарячою водою і ефективним дезінфектантом (Petersen & Enemark, 2018). Після проковтування ооцисти *Cryptosporidium* spp. твариною у шлунково-кишковому тракті вивільняються чотири спорозоїти, які закріплюються у клубовій кишці. Після приєднання спорозоїти входять до складу паразитофорної вакуолі, утвореної мембраною господаря, але залишаються екстрацитоплазматичними. Вакуоль унікальна для *Cryptosporidium* spp. і присутня на всіх внутрішньоклітинних стадіях, діє як зв'язок між паразитом і організмом господаря. Вакуоль живлення дозволяє паразиту отримувати всі необхідні поживні речовини від господаря, залишаючись захищеним від імунної відповіді організму (Zambriski et al., 2013).

Лікування телят від криптоспоридіозу відбувається препаратами з групи хіназолінонів. Однак їх не можна використовувати виснаженим тваринам та з ознаками діареї, яка триває більше ніж 24 годин. Препарат рекомендовано задавати більше для профілактики, а не для лікування криптоспоридіозу. Крім того, препарат токсичний і має побічний ефект на мікробіоту шлунково-кишкового тракту телят. Лікування галофугінону лактатом не повністю гарантує видужання, але може зменшити виділення ооцист і тривалість діареї (Trotz-Williams et al., 2011).

Також деякі антибіотики, такі як паромоміцин, показали ефективність проти виділення ооцист *Cryptosporidium* spp., клінічних захворювань і смертності у телят, ягнят і козенят, але ці сполуки не зареєстровані для використання у телят. Крім того, проведено порівняльне лікування мишей, заражених крип-

госпоридіозом, показали практично однакову ефективність куркуміну та паромоміцину. Однак у тварин, де застосовували для лікування куркумін, концентрація малонового діальдегіду (MDA) в уражених тканинах була знижена, що вказує на відсутність токсичного впливу препарату, на відміну від антибіотика параміцину (Asadpour et al., 2018).

Досі не розроблені вакцини для запобігання захворюванню, а доступні варіанти лікування обмежені й часто покладаються на регідратаційну терапію (Meganck et al., 2014). Тому ведуться пошуки альтернативних засобів для профілактики криптоспоридіозу. Невеликі концентрації кислот мають протимікробну та кокцидіостатичну дію.

**Метою роботи** було діагностувати криптоспоридіоз телят на ранніх стадіях захворювання та визначити ефективність профілактичних засобів.

*Завдання дослідження:*

1. Провести моніторинг збудників діареї у телят.
2. Визначити ефективність профілактичних засобів Трімератінвету та Кроноциду L за криптоспоридіозу телят.

### Матеріал і методи досліджень

Досліди проводили у господарстві Сумської області з вирощування молодняка великої рогатої худоби породи голштин ТОВ агрофірма “Лан”. Дослідження у лютому 2021 року. В цей період контролювали циркулюючу мікрофлору у телятнику та клінічний стан тварин.

Для дослідження мікрофлори, яка циркулює у приміщеннях для утримання телят, застосовували бактеріальний метод і визначали склад мікроорганізмів та їх кількість. Як елективне середовище для бактерій кишкової групи *Escherichia* використовували агар Ендо на чашках Петрі; наявність та кількість *Staphylococcus aureus* – на жовточно-сольовому агарі Чистовича, наявність та кількість пліснявих грибів та дріжджів – на поживному агарі Сабуро. Наявність *Cryptosporidium* spp. в фекальних масах телят визначали мікроскопічно та за допомогою гніздової полімеразної ланцюгової реакції (ПЛР) (Thomson et al., 2016). Підрахунок мікроорганізмів проводили після культивування на елективних середовищах, визначали кількість колонієутворюючих одиниць в КУО/см<sup>3</sup>. Для діагностики коронавірусу та ротавірусу використовували діагностичний набір EXPERTIS TM Rainbow (MSD Animal Health, Великобританія).

Першій дослідній групі телят застосовували протимікробний засіб Трімератінвет® порошок (водорозчинний порошок для перорального застосування), який містить сульфадимидин – 100,0 мг; триметоприм – 20,0 мг, виробник ООО “Ветсинтез”, м. Харків, Україна. Препарат застосовували згідно з інструкцією. У другій дослідній групі 10 телятам випоювали підкислювач Кроноцид L, який містить: екстракт майорану хелат міді, заліза, марганцю та кислоти мурашину, ортофосфору, оцтову, бензойну. Для визначення дози до 1 літру води додавали поступово по 0,2 мл Кроноциду L та вимірювали рН, не менше

4,5. Як контроль використовували здорових телят, які отримували звичайний раціон.

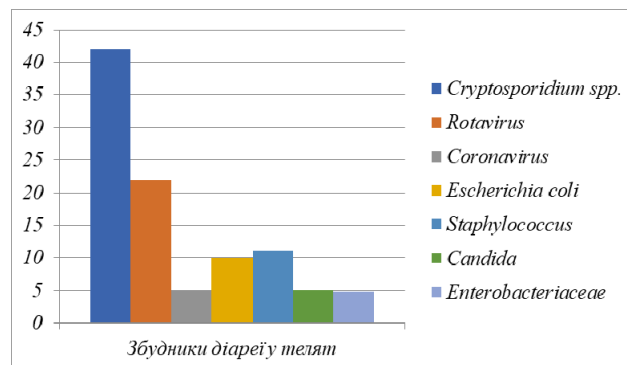
Копроскопічні дослідження проводили у телят від народження до місяця. Визначали за допомогою мікроскопії рівень ураження ооцистами *Cryptosporidium* до та після терапії.

Діагноз на криптоспоридіоз встановлювали за результатами лабораторного дослідження екскрементів телят. У чашки Петрі поміщали 10–15 зразків ооцист *Cryptosporidium parvum*, додавали робочий розчин підкислювача або Трімератінвету. При цьому отримано 18 дослідних зразків з різними варіантами рН 4,5–5,0 та один контрольний з водою (табл. 1). Контрольними були чашки Петрі з ооцистами та 5 см<sup>3</sup> дистильованої води. Припинення споруджання свідчило про ефективність препарату. Ооцисти відмивали від розчинів препаратів та ставили проби на споруджання. Мікроскопічно визначали в ооцистах морфологічні зміни – колір, форму, наявність полярної гранули, розмір (Dinler et al., 2017).

Для обробки результатів досліджень користувались програмою Microsoft Excel 2010, статистичний аналіз проводили методом Фішера-Стьюдента з урахування статистичних похибок та вірогідності показників більше 95 % (P < 0,05).

### Результати та їх обговорення

Результати обстеження господарств з вирощування великої рогатої худоби за 2020–2021 роки показують, що криптоспоридіоз був основною причиною діареї у телят (рис. 1).



**Рис. 1.** Моніторинг мікроорганізмів, які викликають ентерит у телят

Виходячи з отриманих результатів, варто зазначити, що *Cryptosporidium* spp. у телят віком до 1 місяця найчастіше виявляли із збудником діареї (42 %) у дослідних господарствах Сумської області. Захворювання вірусної етіології складають *Rotavirus* 22 % та *Coronavirus* – 5 %. Хвороби бактеріальної природи із мікроскопічними грибками складають 31 %. Крім того, проблемою є відсутність специфічного лікування, тобто не розроблений досі засіб, який би безпосередньо руйнував криптоспоридії. Наразі у господарствах практикується застосування протимікробних засобів таких як Трімератінвет, Салінофор-ВС, Туріл 5 %, норсульфазол, Рейкокс, метронідазол, Ампролінвет. Ці засоби мають кокцидіостатичну дію. Вони

зменшують споруючі ооцист криптоспоридій і таким чином не дають розмножуватись в організмі тварин, однак цьому немає офіційних підтверджень, зазначених в інструкції виробника. Тому були проведені дослідження ефективності препарату Трімератінвет та підкислювача Кронацид L на телят, у яких був діагностований криптоспоридіоз (рис. 2).

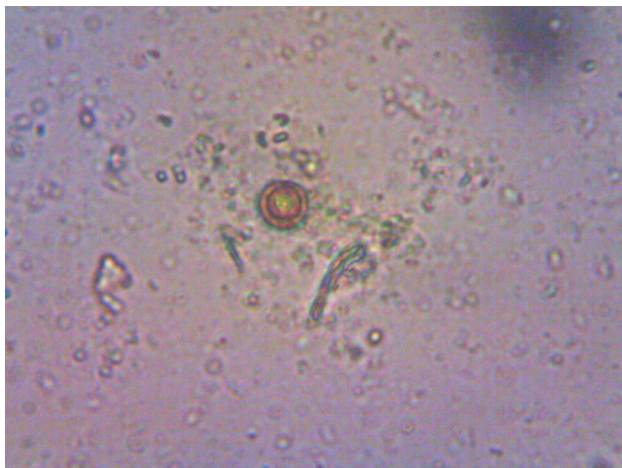
**Таблиця 1**

Ефективність дії засобів на ооцист *Cryptosporidium parvum*

Засіб	Концентрація рН води	Час експозиції	% відсутність споруючі ооцист	% загибелі ооцист
Кронацид L	5,0	30 хв	50	-
		60 хв	70	-
	4,5	30 хв	75	15
		60 хв	50	35
Трімератінвет	1 г/л	30 хв	40	-
		60 хв	70	-

Кронацид L призводив до зменшення споруючі ооцист та загибелі ооцист *Cryptosporidium parvum*, на відміну від препарату Трімератінвет. Однак Трімератінвет у зазначеній концентрації призводив до припинення споруючі в ооцистах.

Дослідження (Ezzaty Mirhashemi et al., 2015) вказують на труднощі в роботі з невеликою кількістю ооцист або криптоспоридіальної ДНК під час роботи зі зразками, отриманими з навколишнього середовища або фекалій. Таким чином, використання одразу декількох методів дослідження для діагностики криптоспоридіозу залишається важливою проблемою для подальших епідеміологічних досліджень. Тому в роботі використовували мікроскопічний метод дослідження, оскільки визначали криптоспоридіоз на ранніх стадіях захворювання. Виявляли невелику кількість ооцист *Cryptosporidium* spp. (Graef et al., 2018), а телята не мали характерних клінічних ознак захворювання, таких як діарея, виснаження, дегідратація і т. п. Велику рогату худобу здатні уражувати чотири види криптоспоридій: *C. andersoni*, *C. parvum*, *C. ryanae* і *C. bovis*. Телят до місяця уражають лише *C. parvum* (рис. 2) з характерними симптомами (Fayer et al., 2008).



**Рис. 2.** Ооциста *Cryptosporidium parvum* в нормі

Згідно з інструкцією робочий розчин підкислювача Кронацид L при розведенні з водою не повинен мати рН менше ніж 4,5, щоб не викликати опіків слизової оболонки шлунка та кишечника телят (табл. 1).

У старших тварин захворювання відбувається безсимптомно з виділенням ооцист.

Підкислювач в концентрації рН 4,5 проникав крізь оболонку ооцисти, викликав стискання цитоплазми (рис. 3). Крім того, при експозиції 60 хвилин Кронацид L зменшував можливість споруючі та знищував 90 % оброблених ооцист, що на 20 % більше порівняно з протимікробним засобом Трімератінвет.



**Рис. 3.** Результат обробки ооцисти *Cryptosporidium parvum* Кронацид L, стискання цитоплазми

Руйнування ооцисти криптоспоридій є дуже складним завданням через її будову та хімічний склад. Стінка ооцисти є міцною структурою, стійкою до різних впливів навколишнього середовища та хімічних впливів. Ця стійкість дозволяє ооцистам виживати протягом тривалих періодів. Стінка є двошаровою і утворена послідовним виділенням вмісту двох спеціалізованих органел. Стінка ооцисти містить понад 90 % білка, але деякі з цих білків були вивчені. Одна група багата на цистеїн, і можна припустити, що вона зшивається через дисульфідні містки. Інша група білків стінки багата на тирозин. Ці шиті дитирозином білки можуть забезпечувати структурний матрикс для складання стінки ооцисти та сприяти її пружності (Bones et al., 2019).

Жоден із запропонованих засобів (Трімератінвет та Кронацид L) не є специфічним для профілактики криптоспоридіозу. Однак виходячи з роботи (Kváč et al., 2014), одним з факторів є стан мікрофлори та слизової оболонки кишечника, яка може впливати на здатність паразита інфікувати кишечник. Тому ми припустили, що використання протимікробного засобу “Трімератінвет” знищує патогенну мікрофлору кишечника та припиняє споруляцію в ооцистах криптоспоридій, справляє загалом позитивний терапевтичний ефект (табл. 2).

**Таблиця 2**

Результати приросту живої маси телят ( $M \pm m$ ,  $n = 10$ )

Групи телят	Середня вага телят						Поява жуйки, діб
	при народженні (кг)	14 діб (кг)	Середньодобовий приріст, кг	30 діб (кг)	Середньодобовий приріст, кг	Середнє збільшенн ваги від народження до місяця (кг)	
Трімератінвет	42,5 ± 0,56	47,8 ± 0,34	0,38 ± 0,32	55,8 ± 0,29	0,50 ± 0,46	13,3 ± 0,08*	28,6 ± 0,35*
Кронацид L	42,8 ± 0,45	48,4 ± 0,87	0,40 ± 0,40	57,2 ± 0,37	0,55 ± 0,24	14,4 ± 0,13	20,0 ± 0,23
Контроль (здорові)	42,7 ± 0,27	51,1 ± 0,61	0,6 ± 0,33	59,5 ± 0,29	0,6 ± 0,35	16,8 ± 0,12	20,5 ± 0,40

Примітка: \* –  $P \leq 0,05$  порівняно з контролем

Результати досліджень показують, що телята, хворі на криптоспоридіоз, відставали від здорових у середньодобовому прирості. Однак на кінець місяця телята мали достатню вагу для переведення в наступну виробничу групу – відлучення. Таким чином, використання при криптоспоридіозі телят протимікробного засобу або підкислювача дає позитивний терапевтичний ефект. Значним недоліком у застосуванні протимікробного засобу є накопичення в організмі телят антибіотика, виділення його з сечею та фекаліями у навколишнє середовище. Крім того, виникає така проблема, як антибіотикорезистентність мікроорганізмів, тому в подальшому телята можуть мати проблеми з резистентністю та чутливістю до протимікробних засобів. Підкислювач “Кронацид L” проявив достатній профілактичний ефект для припинення розмноження криптоспоридій за рахунок припинення споруляції. Також підкислювач не впливав на процеси формування природної мікробіоти шлунково-кишкового тракту телят, що є дуже важливим для даного періоду життя тварин. Дослідження (Vélez et al., 2019) показали, що продукти дріжджового бродіння також мали позитивний ефект при лікуванні криптоспоридіозу телят, що вказує на важливість підтримки мікрофлори шлунково-кишкового тракту.

В період проведення експерименту було встановлено, що у телят контрольної групи та з випоюванням підкислювача “Кронацид L” перша жуйка з’явилась практично одночасно на 20 добу (Aschenbach et al., 2019).

У групі тварин, де застосовували Трімератінвет, жуйка з’явилась на 8 діб пізніше порівняно з контрольною групою ( $P \leq 0,05$ ). Можна припустити, що протимікробні засоби мають негативний ефект на формування мікрофлори рубця та його роботу у телят до місяця (Thomas et al., 2017; Arshad et al., 2021).

Телята, які отримували Трімератінвет, мали середнє збільшення ваги протягом місяця на 20,8 % менше порівняно зі здоровими ( $P \leq 0,05$ ). Кронацид L має здатність знищувати ооцисти та припиняти споруляцію. Телятам від народження задавали обидва препарати згідно з терапевтичними групами. При цьому контролювали кількість ооцист *Cryptosporidium* spp. у фекаліях, приріст ваги та клінічний стан. У групі телят, де застосовували Кронацид L, середнє збільшення ваги протягом місяця було на 14,3 % менше від здорових телят.

Зважаючи на отримані результати, стає зрозуміло, що використання підкислювача для профілактики криптоспоридіозу телят є безпечним та має позитивний вплив на розвиток рубця і приріст ваги.

### Висновки

1. Результати досліджень доводять, що *Cryptosporidium* у телят віком до місяця є найбільш часто виявленим збудником діареї (42 %) у дослідних господарствах.

2. Експериментально встановлено, що підкислювач Кронацид L та Трімератінвет припиняли розмноження криптоспоридій за рахунок припинення споруляції. Також Кронацид L призводив до загибелі ооцист *Cryptosporidium parvum*.

3. Отримані дані реєстрації першої жуйки у телят доводять, що у групі, де використовували Трімератінвет, початок відбувся пізніше на вісім діб порівняно з контрольною групою та з підкислювачем Кронацид L. Телята дослідних груп мали середнє збільшення ваги протягом місяця з Трімератінветом менше на 20,8 % ( $P \leq 0,05$ ), з Кронацидом L – на 14,3 % порівняно зі здоровими.

Перспективи подальших досліджень полягають у визначенні впливу Кронацид L на інші види криптоспоридій у дорослої великої рогатої худоби.

### Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

### References

Arshad, M. A., Hassan, F. U., Rehman, M. S., Huws, S. A., Cheng, Y., & Din, A. U. (2021). Gut microbiome

- colonization and development in neonatal ruminants: Strategies, prospects, and opportunities. *Animal nutrition (Zhongguo xu mu shou yi xue hui)*, 7(3), 883–895. DOI: 10.1016/j.aninu.2021.03.004.
- Asadpour, M., Namazi, F., Razavi, S. M., & Nazifi, S. (2018). Comparative efficacy of curcumin and paromomycin against *Cryptosporidium parvum* infection in a BALB/c model. *Veterinary parasitology*, 250, 7–14. DOI: 10.1016/j.vetpar.2017.12.008.
- Aschenbach, J. R., Zebeli, Q., Patra, A. K., Greco, G., Amasheh, S., & Penner, G. B. (2019). Symposium review: The importance of the ruminal epithelial barrier for a healthy and productive cow. *J Dairy Sci*, 102(2), 1866–1882. DOI: 10.3168/jds.2018-15243.
- Avendaño, C., Ramo, A., Vergara-Castiblanco, C., Sánchez-Acedo, C., & Quílez, J. (2018). Genetic uniqueness of *Cryptosporidium parvum* from dairy calves in Colombia. *Parasitology research*, 117(5), 1317–1323. DOI: 10.1007/s00436-018-5818-6.
- Bones, A. J., Jossé, L., More, C., Miller, C. N., Michaelis, M., & Tsaousis, A. D. (2019). Past and future trends of *Cryptosporidium* in vitro research. *Experimental parasitology*, 196, 28–37. DOI: 10.1016/j.exppara.2018.12.001.
- Cavalier-Smith, T. (2014). Gregarine site-heterogeneous 18S rDNA trees, revision of gregarine higher classification, and the evolutionary diversification of Sporozoa. *European journal of protistology*, 50(5), 472–495. DOI: 10.1016/j.ejop.2014.07.002.
- Cho, Y. I., & Yoon, K. J. (2014). An overview of calf diarrhea - infectious etiology, diagnosis, and intervention. *Journal of veterinary science*, 15(1), 1–17. DOI: 10.4142/jvs.2014.15.1.1.
- Dinler, C., Ulutas, B., Dinler, C., & Ulutas, B. (2017). Cryptosporidiosis in ruminants: update and current therapeutic approaches. *Am. J. Anim. Vet. Sci*, 12(3), 96–103. DOI: 10.3844/ajavsp.2017.96.103.
- Ezzaty Mirhashemi, M., Zintl, A., Grant, T., Lucy, F. E., Mulcahy, G., & De Waal, T. (2015). Comparison of diagnostic techniques for the detection of *Cryptosporidium* oocysts in animal samples. *Experimental parasitology*, 151-152, 14–20. DOI: 10.1016/j.exppara.2015.01.018.
- Falkenberg, U., Krömker, V., Konow, M., Flor, J., Sanfleben, P., & Losand, B. (2022). Management of calves in commercial dairy farms in Mecklenburg-Western Pomerania, Germany and its impact on calf mortality and prevalence of rotavirus and *Cryptosporidium parvum* infections in pre-weaned calves. *Veterinary and Animal Science*, 16, 100243. DOI: 10.1016/j.vas.2022.100243.
- Fayer, R., Santín, M., & Trout, J. M. (2008). *Cryptosporidium ryanae* n. sp. (Apicomplexa: Cryptosporidiidae) in cattle (*Bos taurus*). *Veterinary parasitology*, 156(3-4), 191–198. DOI: 10.1016/j.vetpar.2008.05.024.
- Govender, M., Choonara, Y. E., Kumar, P., du Toit, L. C., van Vuuren, S., & Pillay, V. (2014). A review of the advancements in probiotic delivery: Conventional vs. non-conventional formulations for intestinal flora supplementation. *AAPS PharmSciTech*, 15(1), 29–43. DOI: 10.1208/s12249-013-0027-1.
- Graef, G., Hurst, N. J., Kidder, L., Sy, T. L., Goodman, L. B., Preston, W. D., Arnold, S., & Zambriski, J. A. (2018). Impact of confinement housing on study endpoints in the calf model of cryptosporidiosis. *PLoS neglected tropical diseases*, 12(4), e0006295. DOI: 10.1371/journal.pntd.0006295.
- Holzhausen, I., Lendner, M., Göhring, F., Steinhöfel, I., & Dausgschies, A. (2019). Distribution of *Cryptosporidium parvum* gp60 subtypes in calf herds of Saxony, Germany. *Parasitology research*, 118(5), 1549–1558. DOI: 10.1007/s00436-019-06266-1.
- Kváč, M., Němejc, K., Kestránová, M., Květoňová, D., Wagnerová, P., Kotková, M., Rost, M., Samková, E., McEvoy, J., & Sak, B. (2014). Age related susceptibility of pigs to *Cryptosporidium scrofarum* infection. *Veterinary parasitology*, 202(3-4), 330–334. DOI: 10.1016/j.vetpar.2014.02.012.
- Meganck, V., Hoflack, G., & Opsomer, G. (2014). Advances in prevention and therapy of neonatal dairy calf diarrhoea: a systematical review with emphasis on colostrum management and fluid therapy. *Acta veterinaria Scandinavica*, 56(1), 75. DOI: 10.1186/s13028-014-0075-x.
- Petersen, H. H., & Enemark, H. L. (2018). Viability Assessment of *Cryptosporidium parvum* Oocysts by Vital Dyes: Dry Mounts Overestimate the Number of “Ghost” Oocysts. *Foodborne pathogens and disease*, 15(3), 141–144. DOI: 10.1089/fpd.2017.2348.
- Rybachuk, Z., Shkromada, O., Predko, A., & Dudchenko, Y. (2020). Influence of probiotics “Immunobacterin-D” on biocenoses and development of the gastrointestinal tract of calves. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 22(98), 22–27. DOI: 10.32718/nvvet9804.
- Shkromada, O., & Nedzheria, T. (2020). Intensity of invasion in emieriosis of rabbits in different methods of keeping. *Eureka: Health Sciences*, 5, 107–114. DOI: 10.21303/2504-5679.2020.001419.
- Tautenhahn, A., Merle, R., & Müller, K. E. (2020). Factors associated with calf mortality and poor growth of dairy heifer calves in northeast Germany. *Preventive veterinary medicine*, 184, 105154. DOI: 10.1016/j.prevetmed.2020.105154.
- Thomas, M., Webb, M., Ghimire, S., Blair, A., Olson, K., Fenske, G. J., Fonder, A. T., Christopher-Hennings, J., Brake, D., & Scaria, J. (2017). Metagenomic characterization of the effect of feed additives on the gut microbiome and antibiotic resistome of feedlot cattle. *Scientific reports*, 7(1), 12257. DOI: 10.1038/s41598-017-12481-6.
- Thomson, S., Innes, E. A., Jonsson, N. N., & Katzer, F. (2016). A multiplex PCR test to identify four common cattle-adapted *Cryptosporidium* species. *Parasitology Open*, 2, E5. DOI: 10.1017/pao.2016.2.
- Trotz-Williams, L. A., Jarvie, B. D., Peregrine, A. S., Duffield, T. F., & Leslie, K. E. (2011). Efficacy of halofuginone lactate in the prevention of cryptosporidiosis in dairy calves. *The Veterinary record*, 168(19), 509. DOI: 10.1136/vr.d1492.
- Vélez, J., Lange, M. K., Zieger, P., Yoon, I., Failing, K., & Bauer, C. (2019). Long-term use of yeast fermentation products in comparison to halofuginone for the control of cryptosporidiosis in neonatal calves.

- Veterinary parasitology, 269, 57–64. DOI: 10.1016/j.vetpar.2019.04.008.
- World Health Organization. (2014). Antimicrobial resistance global report on surveillance: 2014 summary (No. WHO/HSE/PED/AIP/2014.2). World Health Organization. URL: [https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/112647/WHO\\_HSE\\_PED\\_AIP\\_?sequence=1](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/112647/WHO_HSE_PED_AIP_?sequence=1).
- Zambriski, J. A., Nydam, D. V., Wilcox, Z. J., Bowman, D. D., Mohammed, H. O., & Liotta, J. L. (2013). Cryptosporidium parvum: determination of ID<sub>50</sub> and the dose-response relationship in experimentally challenged dairy calves. Veterinary parasitology, 197(1-2), 104–112. DOI: 10.1016/j.vetpar.2013.04.022.