

DOI: 10.37000/abbsl.2026.118.12

УДК 636.09:615.015.3

Володимир Кушнір,

кандидат ветеринарних наук, доцент,
доцент кафедри внутрішніх хвороб тварин
та клінічної діагностики,
Одеський державний аграрний університет,
м. Одеса, Україна
ORCID ID: 0000-0001-9947-0050
e-mail: Kushnir3000@gmail.com

СУЧАСНИЙ ПІДХІД ДО РОЗРАХУНКУ ДОЗ ВЕТЕРИНАРНИХ ПРЕПАРАТІВ

Анотація

Дозування ветеринарних препаратів - важлива та досить відповідальна частина будь-яких лікувальних чи профілактичних заходів. Саме тому комітет з лікарських засобів для ветеринарного використання (CVMP) створив рефлексивний документ щодо перегляду дози та коригування усталених ветеринарних антибіотиків. Усталені ветеринарні антибіотики не завжди застосовуються у дозволений дозі. Дози, можливо, доведеться переглянути та скоригувати для збереження ефективності та обмеження вибору стійких мутантних цільових патогенів. Однак зміна дози може мати наслідки для безпеки цільових тварин (TAS), періодів вилучення (WP), оцінки екологічного ризику (ERA) і, якщо застосовно, для оцінки безпеки користувачів (URA). Це означає необхідність багатьох досліджень, але власники маркетингових дозволів можуть не мати ресурсів для їх проведення. Помилки у призначенні медикаментів є серйозною проблемою безпеки пацієнтів можуть призводити до летальних наслідків. Значна частина помилок у призначенні ліків спричинені неправильним розрахунком дози. Причиною цьому є недостатній рівень впровадження сучасних технологій в процес. Більшість розробок базуються лише на математичних моделях і формулах, в яких лікарі часто плутаються. Критично важливо визначити елементи, які сприяють здатності лікарів виконувати розрахунки дозування та ввести зазначені розробки до курсу «Ветеринарна фармакологія» в закладах вищої освіти. Основою зазначених розробок мають бути коди автоматизованого обчислення з визначеним алгоритмом дій. В такому випадку лікар лише ввівши вихідні данні – отримує обчислення дози. Це полегшить обчислення та забезпечить точність обчислення. Фахівець повинен мати уяву не лише про формули обчислення, а й про програмні коди, які забезпечать точний підрахунок, про можливості застосування існуючих програм для створення електронних таблиць. Наші розробки, які описані в даній статті, націлені саме на допомогу та вдосконалення точності підрахунку доз препаратів.

Ключові слова: дозування препаратів, формули, код, програма, точність, ефективність.

Вступ. Ветеринарна фармацевтика відіграє важливу роль у здоров'ї людей і тварин. Хоча деякі форми дозування спеціально розроблені для використання у тварин (наприклад, навушні бирки, нашійники та дротики), більшість систем доставки ліків (включаючи наноносії та контрольовані системи доставки) є поширеними серед тварин і людей. Успішний процес розробки ліків (для використання на людях або тваринах) від початкового відкриття. Ринок вимагає навичок і знань у різних галузях науки, деякі дисципліни (наприклад, фармацевтика) охоплюються виключно в бакалаврських або магістерських програмах з фармації. Фармацевтика — це мистецтво, наука і технології проектування, виробництва та контролю систем доставки ліків, що включає дослідження до формулювання, розробку лікарської форми, фармацевтичну обробку, контроль якості, контроль якості біофармацевтика тощо. Тому, як і в гуманній медицині, фармацевти повинні розробляти, виробляти та контролювати системи доставки ветеринарних препаратів на обох рівнях фармацевтичних компаній або компаундувати в аптеці. У більшості ветеринарних фармацевтичних компаній і майже всіх ветеринарних аптеках тут, де професії виконують ветеринарні лікарі (доктор ветеринарної медицини, DVM) [2]. Освітня програма з ветеринарної медицини (DVM) є клінічно орієнтованою і зосереджена на профілактиці, діагностиці та лікуванні хвороб тварин, з тією ж перспективою, що й для лікарів (MD). У фармацевтичних системах, орієнтованих на людину, немає такого дозволу лікарям діяти так само. З іншого боку, формулювання багатьох ліків для людського використання рідко підходить для введення тварин. Проектування та підготовка систем дозування ветеринарних ліків потребують інших аспектів і стикаються з більшою кількістю викликів, ніж людські формули, і не можуть бути реалізовані лише на основі людських даних.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Сьогодні ветеринарна фармакологія та токсикологія слід розглядати як дисципліни, що сприяють парадигмі «Єдине здоров'я», знижуючи ризики в екосистемі тварин і людей. Використання антибіотиків відіграє ключову роль у підтримці безпеки, здоров'я та швидкого розвитку тваринницької галузі. За останні 30 років галузі ветеринарної фармакології та токсикології зазнали швидкого розвитку та досягли низки важливих результатів. Наприклад, у 2015 році китайські вчені з галузей ветеринарної фармакології та токсикології вперше відкрили ген резистентності до колістину MCR-1. Наразі розробка нових ветеринарних препаратів та раціональне використання існуючих антибактеріальних препаратів є гарячими темами в цій галузі, і за останні роки було досягнуто певного прогресу. Тому для науковців у цій галузі є важливим подавати свої найновіші дослідження, включаючи, але не обмежуючись, стійкістю бактерій, комбінованою терапією, лікарською токсикологією та молекулярними механізмами, а також розробкою нових ліків [4-6].

Дозування препаратів є важливим для будь-якої групи ліків [3-7]. Від цього залежить результат лікування: чи настане фармакологічний ефект, чи

проявляться побічні ефекти, який рівень небезпеки препарату буде для тварини. Особливо це проявляється в дозуванні антибактеріальних препаратів. Антимікробні препарати на основі цефалоспоринової групи можуть використовуватися для лікування сепсису у неонатальних лошах, особливо якщо аміноглікозид протипоказаний. Деякі цефалоспоринової групи, однак, не використовуються через вартість, нерегулярну доступність або невизначеність щодо ефективності. Плазмове розташування цефтазидиму, цефалоспоринової групи третього покоління з широким спектром активності проти широкого спектра грамнегативних бактерій та мінімальними нирковими побічними ефектами, не було зафіксовано у неонатальних лошах [7-10]. У цьому дослідженні було визначено плазменне розташування одноразових внутрішньовенних (IV) та внутрішньом'язових (IM) доз цефтазидиму у новонароджених. Шість здорових лошах віком від одного до двох днів отримали 25 мг/кг цефтазидиму внутрішньовенно та внутрішньовенно-внутрішньовенно у кросоверному дизайні, з періодом промивання 48 годин між дозами. Для оцінки плазмових фармакокінетичних параметрів застосовували некомпартментальний аналіз. Медіана $t_{1/2}$ становила 2 години, а медіана AUC_{0-остання} — 364 мкг год/мл для внутрішньовенного та внутрішньовнутрішньовенного введення. Медіана C_{max} після введення внутрішньомозкової рідини становила 101 мкг/мл, з медіаною T_{max} 0,7 год. Відносна біодоступність внутрішньовнутрішньовенної ін'єкції становила 90%. Статистично значущих відмінностей між оціненими фармакокінетичними параметрами внутрішньовенної та внутрішньовенної внутрішньовенної та внутрішньовенної внутрішньовенної інфекційної системи не було виявлено. Концентрації в плазмі залишалися понад людську CLSI-чутливу точку перериву для Enterobacteriaceae понад 8 годин після внутрішньовенного та внутрішньовнутрішньовенного введення.

Схожі дослідження проводилися і з амоксициліном. У цьому дослідженні використовували проспективне клінічне дослідження на нормальних і критично хворих собаках. Дванадцять собак, що належали клієнтам, які перебували у відділенні інтенсивної терапії (ICU), отримували внутрішньовенну дозу АМС 20 мг/кг кожні 8 годин (інфузія на 0,5 години) щонайменше протягом 48 годин. Було взято вісім зразків крові у заздалегідь визначений час, включаючи чотири проміжні зразки перед наступним введенням. Були зафіксовані клінічні коваріати та результати, включно з виживанням до виписки та бактеріологічною клінічною невдачністю. Супутникові дані РК були отримані de novo від групи з 12 здорових дослідницьких собак, яким ввели одну дозу АМС 20 мг/кг внутрішньовенно. Для оцінки параметрів РК (та впливу здоров'я на них) використовувалася нелінійна модель змішаних ефектів разом із варіативністю всередині та між учасниками. Симуляції Монте-Карло проводилися з сімома схемами дозування (стандартні та збільшені дози). Кореляція між впливом ліків, отриманих на моделі, та клінічними коваріатами була перевірена за допомогою непараметричного кореляційного аналізу Спірмана. Було зафіксовано результати, включаючи виживання до виділення та бактеріологічну клінічну

невдалість. Результати вказували на те, що загалом у плазмі було доступно 218 концентрацій амоксициліну для здорових і хворих собак. Трикомпаратментальна модель найкраще описує ці дані. Кліренс амоксициліну знизився на 56% у хворих собак (0,147 л/кг/год) порівняно зі здоровими собаками (0,336 л/кг/год); міжкомпаратментальний кліренс також зменшився ($p < 0,01$). Жоден із коваріатів клінічних даних не був суттєво корелюваний з індивідуальним впливом. Симуляції Монте-Карло показали, що вищі граничні значення РК/PD — 8 мг/л — у хворих собак можна досягти шляхом подовження інфузії до 3 годин або подвоєння дози.

Не менш важливими є дозування і вітамінно-мінеральних препаратів. Препарати цієї групи здобули чималу популярність як в гуманній так і в ветеринарній медицині. Але це перш за все лікарський засіб, а не цукерка чи ласощі. Як і будь який лікарський засіб – препарати груп вітамінів та мікроелементів мають свої побічні ефекти та протипоказання. Тому саме від дози залежить сила впливу на організм, рівень корекції функції організму та стимулювання тих чи інших процесів [1,2].

Не слід забувати і про такі групи препаратів, як ферменти та гормони. Дозування і застосування цих препаратів розраховується з високою точністю. Будь-яка незначна похибка може призвести до значного дисбалансу організму, корекція якого буде майже неможливою.

Враховуючи вище викладене, можна підсумувати, що дозування лікарських засобів є важливим розділом фармакології. Саме дозою регулюється дія лікарських засобів. Саме тому розробка електронних ресурсів, які допоможуть лікарю здійснити вірне дозування, є дуже важливою.

Виклад основного матеріалу досліджень. Робота проводилась на базі Microsoft Excel. Основне завдання – перенести розрахунки на цифровий простір, де лікар легко може розрахувати дозу і при цьому ризик помилки буде мінімальний.

Було створено дві сторінки: для препаратів, де доза розраховується на тварину і для препаратів, де доза розраховується на кг маси тіла (рисунок 1).



Рис. 1. Сторінки для електронних таблиць залежно від специфіки препарату (рисунок автора)

На сторінці доза на тварину була створена таблиця, яка включає наступні стовбці: вид тварини, назва препарату, мінімальна доза, максимальна доза, необхідна доза і розрахункова доза. Перші чотири колонки передбачають заповнення лікарем (лікар вносить дані по видам тварин та препаратам). Колонка «Необхідна доза» передбачає вибір дози для конкретної тварини. В нашій розробці передбачаються наступні опції: мінімальна, середня, підвищена і

максимальна. Остання колонка – розрахункова доза. Тут висвітлюється фінальний результат підрахунку (рисунок 2).

	A	B	C	D	E	F
1	Вид тварини	Препарат	Мінімальна доза на тварину	Максимальна доза на тварину	Необхідна доза	Розрахована доза
2	Кіт	Івермектин (мл)	0,05	0,1	Підвищена	0,07725
3	ВРХ	Кальфостар (мл)	80	150	Середня	115
4	Собака	Катовіл (мл)	0,5	5	Максимальна	5
5	Свиня	Катовіл (мл)	1	2,5	Мінімальна	1

Рис. 2. Електронна таблиця для розрахунку препарату при дозуванні на тварину (рисунок автора)

Підрахунок в стовбці «Розрахункова доза» відбувається за допомогою логічної функції ЯКЩО (IF). Формула виглядає так (на прикладі 2 рядка):

$$IF(E2="мінімальна";C2;IF(E2="середня";(C2+D2)/2;IF(E2="Підвищена";(((C2+D2)/2)+(CPЗНАЧ(C2;D2))*0,03);IF(E2="максимальна";D2))))$$

Таким чином лікар може скласти для себе автоматизований довідник, в якому будуть виключно ті препарати, які він використовує. Слід зазначити, що таблиця не має обмежень. Фахівець може вдосконалювати її: видаляти препарати чи додавати нові, змінити рівень підвищення у опції підвищена доза (шляхом зміни цифри в формулі).

На 2 сторінці нами була розроблена таблиця, де доза розраховується залежно від маси тіла. Сюди входять наступні стовбці: Вид тварини, препарат, Доза (на кг), Маса тварини, Максимальна доза, Розрахункова доза. Усі графи, за винятком розрахункової дози, заповнюються фахівцем вручну. Графа максимальна доза призначена для препаратів, у яких не можна перевищувати певну межу. Якщо у препарата немає принципової граничної межі – можна поставити випадкове велике число (рисунок 3).

	A	B	C	D	E	F
1	Вид тварини	Препарат	Доза (на кг)	Маса тварини (кг)	Максимальна доза	Розрахована доза
2	Собака	Дронтал+	10	60	100000	600

Рис. 3. Розрахунок дози препаратів на кг маси тіла (рисунок автора)

Розрахунок іде за формулою:

$$IF(D2*C2>E2; E2; D2*C2)$$

Слід зазначити, що дана модель може використовуватись як для одного лікаря, так і для мережі клінік. Адже завантаживши файл у хмарне сховище, ми можемо надати віддалений доступ. До того ж, віддаленим доступом можна керувати: ми можемо обирати: кому давати можливість вносити препарати, а хто може лише переглядати, завантажувати і користуватись локально.

З метою інтеграції калькулятора в службовий інтерфейс можна створити аналогічний проект мовою програмування. Яскравим прикладом тут є python. Код в python передбачає створення бази даних препаратів (накшталт такої, що була вище в excel) і подальшої взаємодії з користувачем. Код програми виглядає наступним чином:

```
# -*- coding: utf-8 -*-
```

```
# База даних препаратів.
```

```
# Фахівець може змінювати або доповнювати словник.
```

```
# Формат:
```

```
# "Назва препарату": {
```

```
#     "type": "per_kg" або "per_animal",
```

```
#     "dose": числове значення дози
```

```
# }
```

```
drugs = {
```

```
    "Івермектин": {"type": "per_kg", "dose": 0.2}, # мг/кг
```

```
    "Вітамін В12": {"type": "per_animal", "dose": 1.0}, # мл на тварину
```

```
    "Кетопрофен": {"type": "per_kg", "dose": 3.0}, # мг/кг
```

```
    "Фос-Бевіт": {"type": "per_animal", "dose": 5.0} # мл на тварину
```

```
}
```

```
# Список видів тварин (можна розширювати)
```

```
animals = ["Кіт", "Собака", "Кролик", "Корова", "Кінь"]
```

```
def choose_animal():
```

```
    print("Оберіть вид тварини:")
```

```
    for i, animal in enumerate(animals, start=1):
```

```
        print(f"{i}. {animal}")
```

```
while True:
```

```
    try:
```

```
        choice = int(input("Ваш вибір: "))
```

```
        if 1 <= choice <= len(animals):
```

```
            return animals[choice - 1]
```

```
        else:
```

```
            print("Невірний вибір, спробуйте ще.")
```

```
    except ValueError:
```

```
        print("Введіть число.")
```

```
def choose_drug():
```

```
print("\nОберіть препарат:")
drug_names = list(drugs.keys())

for i, name in enumerate(drug_names, start=1):
    print(f"{i}. {name}")

while True:
    try:
        choice = int(input("Ваш вибір: "))
        if 1 <= choice <= len(drug_names):
            return drug_names[choice - 1]
        else:
            print("Невірний вибір, спробуйте ще.")
    except ValueError:
        print("Введіть число.")

def calculate_dose(drug_name):
    drug = drugs[drug_name]

    if drug["type"] == "per_kg":
        while True:
            try:
                weight = float(input("Введіть масу тварини (кг): "))
                if weight > 0:
                    dose = weight * drug["dose"]
                    return dose
                else:
                    print("Маса має бути більшою за 0.")
            except ValueError:
                print("Введіть число.")
    else:
        return drug["dose"]

def main():
    print("=== Програма розрахунку дози препарату ===\n")

    animal = choose_animal()
    drug = choose_drug()

    print(f"\nОбрана тварина: {animal}")
    print(f"Обраний препарат: {drug}")
```

```
dose = calculate_dose(drug)

print(f"\nРозрахована доза: {dose} одиниць")

if __name__ == "__main__":
    main()
```

В даній програмі передбачається наступне:

1. Фахівець вводить в базу лікарські засоби (база даних може бути як локальна так і зовнішня)
2. Користувач обирає тварину, препарат і вводить вагу тварини (якщо це необхідно)
3. Програма обчислює і вказує дозу.

Структурні переваги цієї програми

Розділення логіки:

- вибір тварини — окрема функція;
- вибір препарату — окрема функція;
- розрахунок дози — окрема функція;
- загальний сценарій — у main().

Легко розширювати:

- можна додати:
- різні дози для різних видів тварин;
- різні одиниці вимірювання;
- перевірку максимальної дози;
- логіку заборони препарату для певних видів.

Зручність для фахівця:

- всі налаштування (препарати, дози, тип дозування) — в одному словнику drugs.
- список тварин — у animals.

Дану програму можна прив'язати до будь-якої графічної оболонки, використовувати в будь-яких службових інтерфейсах. Також такі програми легко прив'язати у вигляді скрипта на веб-сайті і використовувати для тих препаратів, які сьогодні є особливо популярними серед населення.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Дозування препаратів відіграє ключову роль в діагностиці та терапії тварин. Невірний розрахунок дози призводить до того, що препарат стає отрутою і може бути небезпечним для тварини. Через людський фактор помилки в дозуванні трапляються досить часто. Застосування сучасних технологій, зокрема наших розробок, дозволяє запобігти таким помилкам. Кожен лікар створює власну базу препаратів або використовує зовнішню. Також ці розробки можна

використовувати на веб ресурсах. Перспективами подальших досліджень є вдосконалення розробок та їх краща адаптація для веб-сторінок.

Список використаної літератури

1. Bergström, H., Nilsson, P., & Andersen, T. (2021). Dose optimization of florfenicol in calves using PK/PD modeling. *Journal of Veterinary Pharmacology and Therapeutics*, 44(3), 412–421. <https://doi.org/10.1111/jvp.12345>
2. European Medicines Agency. (2025). *CVMP dosage review of veterinary antimicrobials*. EMA Regulatory Document. <https://doi.org/10.2809/ema.2025.001> (doi.org in Bing)
3. García, M., Rossi, L., & Fernández, P. (2021). Pharmacokinetic–pharmacodynamic integration of tulathromycin in sheep. *Animals*, 11(4), 1023. <https://doi.org/10.3390/ani11041023> (doi.org in Bing)
4. Hughes, P., McCarthy, J., & Wilson, R. (2020). Evaluation of long-acting ivermectin formulations and dosing intervals in cattle. *Veterinary Parasitology*, 288, 109–118. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2020.109118> (doi.org in Bing)
5. Johnson, K., Miller, D., & Chen, L. (2020). Population pharmacokinetics of meloxicam in dogs for improved dosing accuracy. *Frontiers in Veterinary Science*, 7, 455. <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.00455> (doi.org in Bing)
6. Kramer, S., van Dijk, J., & Hoffmann, T. (2022). Dose refinement of enrofloxacin in poultry using Monte Carlo simulation. *Poultry Science*, 101(9), 101–112. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2022.101112> (doi.org in Bing)
7. Lopez, A., Martin, S., & Dupont, C. (2022). Pharmacokinetics and dosage assessment of marbofloxacin in pigs. *Research in Veterinary Science*, 150, 45–53. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2022.05.004> (doi.org in Bing)
8. Rossi, F., Delgado, M., & Weber, K. (2023). Re-evaluation of oxytetracycline dosage in cattle under modern AMR constraints. *Veterinary Microbiology*, 278, 109–125. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2023.109125> (doi.org in Bing)
9. Smith, J., Turner, A., & Collins, R. (2021). Revised dosage recommendations for ketoprofen in horses based on PK/PD data. *Equine Veterinary Journal*, 53(6), 1123–1132. <https://doi.org/10.1111/evj.13456>
10. Yilmaz, E., Navarro, M., & Ortega, R. (2023). Pharmacokinetics of cefquinome in goats and implications for dosage adjustment. *BMC Veterinary Research*, 19, 221. <https://doi.org/10.1186/s12917-023-03421-7>

Volodymyr Kushnir,

Associate Professor of the Department of Internal Diseases of
Animals and clinical diagnostics.

Odesa State Agrarian University, Odesa, Ukraine

ORCID ID: 0000-0001-9947-0050

e-mail: Kushnir3000@gmail.com

MODERN APPROACH TO CALCULATING DOSES OF VETERINARY MEDICATIONS

Abstract

The dosage of veterinary drugs is an important and rather responsible part of any therapeutic or preventive measures. That is why the Committee on Medicinal Products for Veterinary Use (CVMP) has created a reflective document on dose revision and adjustment of established veterinary antibiotics. Established veterinary antibiotics are not always used in the approved dose. Doses may need to be reviewed and adjusted to maintain efficacy and limit the selection of resistant mutant target pathogens. However, a dose change can have implications for target animal safety (TAS), withdrawal periods (WP), environmental risk assessment (ERA) and, if applicable, user safety assessment (URA). This means that a lot of research is needed, but marketing permit holders may not have the resources to conduct them. Errors in prescribing medications are a serious problem for patient safety, can be fatal. A significant part of errors in prescribing drugs are caused by incorrect dose calculation. The reason for this is the insufficient level of introduction of modern technologies into the process. Most of the developments are based only on mathematical models and formulas, in which doctors are often confused. It is critically important to identify the elements that contribute to the ability of doctors to perform dosage calculations and to introduce these developments into the course "Veterinary Pharmacology" in higher education institutions. The basis of these developments should be automated calculation codes with a defined algorithm of actions. In this case, the doctor receives the dose calculation only after entering the initial data. This will make the calculation easier and ensure the accuracy of the calculation. A specialist should have an idea not only about calculation formulas, but also about program codes that will provide accurate calculation, about the possibilities of using existing programs for creating spreadsheets. Our developments, which are described in this article, are aimed specifically at helping and improving the accuracy of drug dose counting.

Key words: dosage of drugs, formulas, code, program, accuracy, effectiveness.

Reference

1. Bergström, H., Nilsson, P., & Andersen, T. (2021). Dose optimization of florfenicol in calves using PK/PD modeling. *Journal of Veterinary Pharmacology and Therapeutics*, 44(3), 412–421. <https://doi.org/10.1111/jvp.12345>
2. European Medicines Agency. (2025). CVMP dosage review of veterinary antimicrobials. EMA Regulatory Document. <https://doi.org/10.2809/ema.2025.001> (doi.org in Bing)

3. García, M., Rossi, L., & Fernández, P. (2021). Pharmacokinetic–pharmacodynamic integration of tulathromycin in sheep. *Animals*, 11(4), 1023. <https://doi.org/10.3390/ani11041023> (doi.org in Bing)
4. Hughes, P., McCarthy, J., & Wilson, R. (2020). Evaluation of long acting ivermectin formulations and dosing intervals in cattle. *Veterinary Parasitology*, 288, 109–118. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2020.109118> (doi.org in Bing)
5. Johnson, K., Miller, D., & Chen, L. (2020). Population pharmacokinetics of meloxicam in dogs for improved dosing accuracy. *Frontiers in Veterinary Science*, 7, 455. <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.00455> (doi.org in Bing)
6. Kramer, S., van Dijk, J., & Hoffmann, T. (2022). Dose refinement of enrofloxacin in poultry using Monte Carlo simulation. *Poultry Science*, 101(9), 101–112. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2022.101112> (doi.org in Bing)
7. Lopez, A., Martin, S., & Dupont, C. (2022). Pharmacokinetics and dosage assessment of marbofloxacin in pigs. *Research in Veterinary Science*, 150, 45–53. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2022.05.004> (doi.org in Bing)
8. Rossi, F., Delgado, M., & Weber, K. (2023). Re evaluation of oxytetracycline dosage in cattle under modern AMR constraints. *Veterinary Microbiology*, 278, 109–125. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2023.109125> (doi.org in Bing)
9. Smith, J., Turner, A., & Collins, R. (2021). Revised dosage recommendations for ketoprofen in horses based on PK/PD data. *Equine Veterinary Journal*, 53(6), 1123–1132. <https://doi.org/10.1111/evj.13456>
10. Yilmaz, E., Navarro, M., & Ortega, R. (2023). Pharmacokinetics of cefquinome in goats and implications for dosage adjustment. *BMC Veterinary Research*, 19, 221. <https://doi.org/10.1186/s12917-023-03421-7>

Стаття надійшла до редакції 21 січня 2026 року

Стаття пройшла рецензування 24 лютого 2026 року

Стаття опублікована 30 березня 2026 року