

**Ільніцький М.Г., Підборська Р.В.**

# **ОЗОНОТЕРАПІЯ У ВЕТЕРИНАРНІЙ ПРАКТИЦІ**

**Навчально-практичний посібник**

**Спеціальність – ветеринарна медицина**

**Освітній рівень – магістр**



**БІЛА ЦЕРКВА**

**2018**

УДК 619:617:615.83

Розглянуто і затверджено Вченою  
радою факультету ветеринарної  
медицини БНАУ  
(протокол № 12 від 24.05.2018 р.)

**ОЗОНОТЕРАПІЯ У ВЕТЕРИНАРНІЙ ПРАКТИЦІ:** навчально-  
практичний посібник

**Укладачі:** **М.Г. Ільніцький**, доктор вет. наук, професор;  
**Р.В. Підборська**, канд. вет. наук, доцент

**Озонотерапія у ветеринарній практиці:** навчально-практичний  
посібник / М.Г. Ільніцький, Р.В. Підборська. – Біла Церква, 2018. –  
50 с.

У посібнику представлений сучасний метод лікування, що полягає у застосуванні озонотерапії в практиці ветеринарної медицини. Подано поняття про озон, як лікарський засіб, його характеристика, методи отримання і форми використання озонованого матеріалу, методики і способи застосування озонотерапії, показання і протипоказання при застосуванні. Описані терапевтичні властивості озону, наведені літературні та власні дані щодо характеристики впливу озону на стан тварин та представлені схеми лікування тварин за патологій різного генезу. Це дозволить більш широко впровадити у клінічну практику озонотерапію, як лікувальний засіб тварин.

Навчально-практичний посібник рекомендовано для студентів факультету ветеринарної медицини спеціальності 211 «Ветеринарна медицина» освітнього рівня «Магістр», практикуючим фахівцям ветеринарної медицини, науковцям.

**Рецензенти:** **С.В. Рубленко**, доктор вет. наук, професор;  
**Б.М. Ярчук**, кандидат вет. наук, професор  
Білоцерківський національний аграрний університет

БНАУ, 2018

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b>	4
<b>1. Основні поняття та принципи озонотерапії</b>	5
1.1 Визначення поняття озонотерапії	5
1.2 Історичний розвиток озонотерапії	5
1.3 Фізико-хімічні властивості озону	7
1.4 Терапевтична дія озону	11
<b>2. Методи та способи застосування озону</b>	21
<b>3. Методики озонування рідин, що найчастіше використовуються для терапії та профілактики захворювань тварин</b>	22
3.1 Визначення концентрації озону у ізотонічному розчині NaCl методом йодометричного титрування	23
3.2 Методика озонування 0,9 % розчину NaCl	24
3.3 Методика озонування гіпертонічного (10-15 %) розчину NaCl	25
3.4 Методика озонування рослинних олій та тваринних жирів	25
3.5 Методика великої аутогемотерапії (ВАГОТ) із озонованим 0,9 % розчином NaCl (ОФР)	26
3.6 Методика малої аутогемотерапії (МАГОТ) із озонованим 0,9 % розчином NaCl (ОФР)	26
3.7 Методика озонування молозива	26
3.8 Використання озono-кисневої газової суміші	27
<b>4. Озонопрофілактика та озонотерапія тварин з використанням озонованих рідин та озono-кисневої газової суміші</b>	27
4.1 Застосування озонотерапії за хірургічної патології	28
4.2 Застосування озонотерапії за хвороб шлунково-кишкового тракту	34
4.3 Застосування озонотерапії за респіраторних хвороб	36
4.4 Застосування озонотерапії за акушерсько-гінекологічних хвороб	39
4.5 Застосування озону в технології штучного осіменіння свиней	44
<b>Використана література</b>	46

## ВСТУП

В останні десятиріччя широкого впроваджують в практику різні методи лікування, такі як, ультразвук, лазерне випромінювання та ін. Однак недостатня ефективність засобів, що застосовуються, зміна структури та характеру перебігу захворювань призвели до необхідності пошуку нових можливостей застосування відомих фізичних факторів у нових технологіях і методиках. Одним з таких є застосування медичного озону, який згідно з результатами досліджень вітчизняних та зарубіжних авторів, а також даними наших досліджень, відкриває нові можливості лікування хвороб запального генезу.

Озон з успіхом використовувався у лікувальній практиці в різних країнах світу ще понад 100 років тому. Однак, в зв'язку із відсутність надійних, портативних та простих у застосуванні генераторів медичного озону і засобів вимірювання його концентрації, а також матеріалів стійких до дії озону, використання озонотерапії в практичній медицині тривалий час стримувалося. Протягом останніх 30–40 років, завдяки сучасному науково-технічному прогресу виробництво медичного озонаторного обладнання перейшло на якісно новий рівень. Водночас з'явилися нові наукові дослідження щодо дії різних доз озону на біологічні системи. Це послужило підставою для того, що методи озонотерапії стали інтенсивно розвиватися у всьому світі.

Озонотерапія, як метод лікування, характеризується простотою застосування, високою ефективністю, доброю переносимістю організму та практично відсутністю побічних ефектів. Застосування озono-кисневих сумішей у терапії обґрунтоване біохімічними, імунологічними, морфологічними та клінічними дослідженнями.

# 1. ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ ТА ПРИНЦИПИ ОЗОНОТЕРАПІЇ

## 1.1 ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТТЯ ОЗОНОТЕРАПІЇ

Озонотерапія – це немедикаментозний метод лікування з застосуванням озono-кисневих сумішей. Завдяки можливості сильного окислювача, озон активно вступає в реакції з органічними та неорганічними речовинами в біологічних об'єктах. В малих (терапевтичних) дозах озон виявляє стимулюючу дію на біологічні системи, зокрема, на структури клітини за рахунок дії “озонідів” – сполук озону з органічними сполуками, що містять “подвійні зв'язки”. Найбільша кількість подвійних зв'язків знаходиться в ненасичених жирних кислотах, що дозволяє вважати органічним озонідом пероксид ненасиченої жирної кислоти, котра справляє системний метаболічний ефект на всі тканини та клітини організму. Плазматичні мембрани виступають у ролі основної “мішені” біологічної дії озону на клітину.

## 1.2 ІСТОРИЧНИЙ РОЗВИТОК ОЗОНОТЕРАПІЇ

Озон як хімічний елемент був відкритим наприкінці XVIII століття. У 1785 році голландський фізик Мак Ван Марум спостерігав як при пропусканні електричної іскри через кисень утворюється певна газоподібна речовина зі своєрідним запахом грози. В подальшому властивості озону докладно описав професор Базельського університету Крістіан Фрідріх Шонбейн у книзі „Отримання озону хімічними способами“ (1832 р.). Він показав, що зміни властивостей кисню як і у дослідженнях Ван Марума, так і при електролізі води відбувається з утворенням одного і того ж особливого газу – трьохатомного кисню, який він назвав ОЗОН (перевод із грец. „пахну“). У 1857 році Вернер фон Сіменс створив першу технічну озонову установку, що складалася із трубки магнітної індукції при проходженні через яку електроструму утворювався озон [4, 10]. На даному генераторі і вивчались фізичні та хімічні властивості озону.

Через 100 років після відкриття озону уперше був застосований окремими фахівцями у медичній практиці. Лише на початку ХХ сторіччя його застосування набуло поширення, у значній мірі, завдяки генератору озону „фіолетовий промінь“ розробки Н.Тесла. В основному озон застосовували для обробки рослинних олій та дистильованої води. У 1895 р. у Германії було засновано інститут кисневої терапії, де вперше в історії було здійснено парентеральне введення озону тваринам.

Широке застосування озону в медицині почалося під час Першої Світової війни. У 1916 році Г. Вольф вперше використовував бактерицидні властивості озону при лікуванні поранень та їх ускладнень – гнійних ран, флегмон, пролежнів, опіків, газової гангрени та інших патологічних станів. Йому вдавалосьвиліковувати хворих із незвичайною швидкістю і ефективністю. Німецькими лікарями було відмічено, що обробка ран газоподібною озоною сумішшю попереджувала нагноєння та сприяла більш швидшому загоєнню.

Відсутність ефективних антибактеріальних препаратів (антибіотиків) стимулювала широке експериментування із застосуванням озону в усіх галузях медицини. За даними медичної літератури відомий на той час американський фізіотерапевт доктор Еберхарт говорив: „В певному розумінні, оскільки кисень відіграє настільки важливу роль, можна було б легко заявити, що озон потрібен при будь-якому фізичному нездужанні. Існують хвороби, при яких він особливо корисний. Серед них анемія, всі захворювання органів дихання, включаючи туберкульоз, інфекційні захворювання, всі гіпоксичні стани“.

Певний час дослідження були перервані в зв'язку з отриманням антибіотиків, що відкривало перспективи більш ефективної боротьби з інфекціями. Іншою причиною відмови від озонотерапії була відсутність достатньо точних і компактних генераторів  $O_3$ , методів контролю його концентрації, а також озоностійких матеріалів. На початку 70-х років ХХ століття інтерес до озонотерапії зріс, зокрема, у тих випадках де сучасна

антибактеріальна і противірусна терапія не вирішувала проблему боротьби з інфекційними агентами. За останні десятиліття були розроблені нові методики проведення озонотерапії та були розроблені надійні компактні моделі медичних генераторів озону. Експериментально підібрані і клінічно апробовані оптимальні схеми застосування озону за різних захворювань, що дозволяє багатьом лікарям систематично використовувати дані методики у лікувальній практиці.

У нинішній час озонотерапію з успіхом використовують медичні лікарі Німеччини, Австрії, Швейцарії, США, Італії, Росії, Іспанії, Франції, Канади, Бразилії, Мексики та ін.). У Росії центрами озонотерапії стали Нижній Новгород та Москва, у Україні – Харків.

Нажаль у ветеринарній медицині озонотерапія не настільки широко застосовується в лікувальній практиці. Згідно даних доступної для нас літератури за рубежом озонотерапію використовують у ветеринарній практиці в:

- хірургії при лікуванні гнійних ран у тварин, кон'юнктиво-кератитах ВРХ, абсцесах вимені;
- акушерстві та гінекології при лікуванні ендометриту та цервіциту у корів, маститу та затримки посліду у корів, для підвищення резистентності новонароджених телят та покращення відтворної здатності свиноматок і хряків-плідників;
- терапії при лікуванні гострої бронхопневмонії у поросят та катаральної бронхопневмонії у телят.

### 1.3 ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ОЗОНУ

Озон ( $O_3$ ) – це газ із характерним різким запахом, алотропна форма кисню, яка у природних умовах утворюється під дією ультрафіолетових променів та електричного розряду (блискавки).

Озоновий шар в природі знаходиться на висоті 20–50 км над поверхнею Землі і виконує захисну роль, захищаючи живі організми від дії жорсткої ультрафіолетової радіації Сонця. Під час

грози певна частина озону утворюється у нижніх шарах атмосфери, що відчувається як своєрідний запах.

В рідкому стані озон – це темно-синя рідина із температурою кипіння – 111,9 °С. В твердому вигляді – це кристали чорного кольору із температурою плавлення – 192,5 °С. Молекулярна маса – 48, що важче за кисень у 2,5 раза. Розчинність  $O_3$  у воді і в жирах в 15 раз вища, ніж кисню. Швидкість його розпаду в розчині в 5–8 разів вища, ніж у газовій фазі. Розчинність озону в розчинах хлориду натрію підпорядкована закону Генрі: із підвищенням концентрації NaCl у воді розчинність озону зменшується. Період напіврозпаду для озонованого фізіологічного розчину складає 30 хвилин. Розчиняється озон і у плазмі крові.

Озон є дуже нестійкою сполукою та існує не більше 30 хв. Летучість цієї газоподібної речовини зумовлена самою структурою: його молекула містить три атома кисню і має один вільний зв'язок, який забезпечує озону велику активність у приєднанні до живих клітин. Швидкий розпад на молекулу кисню та атомарний кисень забезпечує основну хімічну властивість озону як сильного окисника. Окисно-відновний потенціал озону у 2 рази вищий, ніж у кисню, активнішим за нього є лише фтор. У водному середовищі озон окислює Fe (II) до Fe (III), Mn (II) до  $MnO_4$ , переводить нижчі оксиди до вищих. При кімнатній температурі він окислює всі метали і неметали, в тому числі і органічні сполуки, за винятком золота й платинових. Термодинамічно ці реакції можуть проходити до повного окислення, тобто до утворення води, окису вуглецю та вищих оксидів інших елементів.

Окисна дія озону може проявлятися по-різному:

- 1) окиснення за участю лише одного атома кисню;
- 2) окиснення за участю всіх трьох атомів кисню;
- 3) окиснення з утворенням сполук вихідної речовини з молекулою озону (озоніди).

Незважаючи на високий окисний потенціал озону, взаємодіє він надзвичайно селективно. Причиною цієї селективності є полярна будова молекули озону, або точніше – позитивно



поляризований атом кисню, що надає всій молекулі електрофільний характер. Тому молекули з високою щільністю електронів є найбільш реакційно здатними елементами. Сполуки з вільними подвійними зв'язками  $C = C$  реагують миттєво, феноли й вільні аміни окисляються за секунди, у той час як, наприклад, спирти окисляються тільки за години.

Контакт озону з органічними молекулами з подвійними і потрійними зв'язками приводить до утворення багатьох складних і поки що ще не повністю вивчених перехідних сполук (цвіттерони, малозоніди, циклічні озоніди), які можуть гідролізуватися, окислятися, відновлюватися або термічно розщеплюватися на різноманітні речовини, переважно альдегіди, кетони, кислоти, спирти. Озон реагує з насиченими вуглеводами, амінами, сульфгідрильними групами і ароматичними сполуками.

Важливими для біологічних систем є аспекти взаємодії озону з тканинами, особливо з клітинами крові. Доведено, що саме плазматичні мембрани з щільним упакуванням ліпідів і білків є основною мішенню біологічної дії озону в зв'язку з високою його реакційною здатністю. Зміни фізичного і структурного стану мембран пов'язані з окисною деструкцією ліпідів (накопичення ліпофосфатидів, окислених стеринів і вільних жирних кислот) і білків (ковалентні міжбілкові зв'язки, окислення тіолових груп і триптофанів). Виражена метаболічна активність озону по відношенню до органічних субстратів, висока швидкість реакцій з ними супроводжується активацією кисневозалежних процесів, зміною фізико-хімічних властивостей біологічних мембран.

Шляхи отримання озону різноманітні і ґрунтуються на утворенні атомарного кисню, який отримують в озонаторах при пропусканні електричного струму через кисень, в результаті ультрафіолетового чи радіаційного опромінення або в умовах електричного розпаду води.

На сьогодні у світі існує досить широкий перелік якісних моделей озонаторних установок. В своїх дослідженнях ми використовували медичний озонатор "Озон УМ-80" (Україна).

Даний апарат забезпечує широкий діапазон концентрації озону у газовій суміші (від 0,1 до 80 мг/л), працює у заданому автоматичному режимі, підтримуючи і контролюючи цим задану концентрацію озону на виході (рис. 1).



Рисунок 1 - Прилад „Озон УМ-80“ (Україна)

Механізм одержання озono-кисневої суміші із медичного кисню полягає в тому, що кисень надходить у два послідовно сполучені високовольтні електроди, що знаходяться під напругою різної потужності створюючи електричне поле. За рахунок потужного електричного поля частина молекул кисню перетворюється в атомарну форму, яка вступаючи в реакцію з іншими молекулами кисню, утворює молекули озону ( $O_3$ ). В залежності від величини напруги і швидкості потоку досягається різна концентрація озону на виході приладу.

#### 1.4 ТЕРАПЕВТИЧНА ДІЯ ОЗОНУ

В основі молекулярних механізмів дії озону лежить його висока біохімічна селективність до з'єднань, що містять подвійний  $C=C$  зв'язок. Це, в першу чергу, поліненасичені жирні кислоти, що входять до складу фосфоліпідів клітинних мембран. В результаті

біохімічної реакції приєднання до них озону утворюються проміжні перекисні з'єднання. Саме цими з'єднаннями, на думку ряду авторів, пояснюється більшість біологічних ефектів озону. Зайцев В.Я. [3] вказує на важливу роль вторинних озонідів, що є похідними ПНЖК, в реалізації біологічної дії озону. Озоніди, що утворились, є вторинними месенджерами і, крім того здатні відщепляти активний кисень, що швидко включається в біохімічні процеси. Окисне руйнування ліпідів мембран змінює їх фізико-хімічні властивості і призводить до збільшення їх проникності та підвищення лабільності, яке зумовлює функціональну активацію клітини.

Озонотерапія проявляє певні механізми дії на організм:

- антимікробна, протівірусна, протигрибкова дії;
- антигіпоксична дія, покращення мікроциркуляції;
- протизапальний ефект;
- детоксикаційний ефект;
- підвищення антиоксидантного захисту крові;
- активація метаболізму
- імуномодуюча дія.

Маючи широкий діапазон впливу його дія на організм є універсальною і проявляється на усіх рівнях: молекулярному, субклітинному, клітинному, тканинному, органному та системному.

Озонотерапія є новим перспективним і високоефективним методом лікування багатьох захворювань.

Патогенетичний ефект озонотерапії визначається високим окисно-відновним потенціалом озону, що забезпечує подвійний механізм дії: перший – місцевий, із дезінфікуючою активністю у відношенні бактерій, вірусів, грибків; другий – системний, метаболічний у відношенні білково-ліпідних комплексів плазми і мембран клітин, призводячи до підвищення  $PO_2$ , посилення активності імунокомпетентних клітин, покращення киснево-транспортної функції крові.

Одним із потужних терапевтичних ефектів озонотерапії є **антимікробна дія**. Озон за своїми властивостями щодо знищення бактерій у 2,5–6 разів ефективніший за УФ-промені і у 600–3000 разів сильніший за хлор. Антимікробні властивості озону проявляються по відношенню до всіх видів грам позитивних та грам негативних мікроорганізмів.

Механізм бактерицидної дії озону пояснюється його здатністю проникати через плазматичні мембрани мікробних клітин за рахунок окиснення фосфоліпідів і ліпопротеїнів, що входять до її складу, зумовлюючи втрату життєздатності та розмноження мікроорганізмів шляхом припинення клітинного дихання внаслідок руйнування дегідрогенази.

Після 5-хвилинної експозиції в озонованому фізіологічному розчині відбувається 100 % загибель добових культур штамів золотистого стафілокока, протей, кишкової та синьогнійної палички. Жоден із широко використовуваних антисептиків (3 % розчин борної кислоти, 1% розчин діоксидину, водний розчин фурациліну 1:5000, 0,1% водний розчин хлоргексидину) не проявляє такої бактерицидності.

Таким чином, озонований розчин по механізму дії на ранову мікрофлору можна розглядати як фізичний природний антисептик. На відміну від багатьох антисептиків озон не проявляє руйнівної та подразнювальної дії на тканини, так як клітини багатоклітинного організму мають антиоксидантну систему захисту.

Перевагою озону у порівнянні з іншими антисептичними засобами є швидка інактивація бактерій, вірусів, грибів, спор та цист найпростіших.

Антимікробні властивості озону найбільш активно проявляються у вологому середовищі, так як при розпаді озону у воді утворюється високо реакційний гідроксильний радикал. Безпосередніми ж причинами загибелі бактерій при дії озону є, з однієї сторони, місцеві пошкодження плазматичної мембрани в процесі ознолізу  $C=C$ , з іншої – озоніндукована модифікація

внутрішньоклітинного вмістимого (окиснення білків, порушення функції органел) за рахунок дії вторинних окисників.

Підтвердженням вище сказаного є проведене нами мікробіологічне дослідження гнійного ексудату відібраного із гнійних ран собак за лікування яких використовували озонотерапію визначаючи загальне мікробне число та видовий склад мікроорганізмів.

Мікробіологічному дослідженню піддавали проби із гнійним ексудатом до лікування та проби вмістимого із порожнини рани через 30 хв після промивання озонованим розчином. Також проводили мікробіологічне дослідження гнійного ексудату, який попередньо піддавали обробці озоно-кисневою сумішшю із концентраціями озону 3, 5, 7 та 9 мг/л "in vitro" у пробірці в кількості 2 мл шляхом його пропускання через весь ексудат. Швидкість потоку ОКС була 0,5 л/хв з тривалістю обробки 10 хв.

За культурально-морфологічними та біохімічними властивостями виділені мікроорганізми були ідентифіковані як *Staf. aureus*, *Str. faecalis* та *E.coli*. Мікробні пейзажі були представлені асоціаціями цих мікроорганізмів.

При дослідженні мікробного обсіменіння гнійного ексудату у запальному вогнищі до лікування ступінь мікробного обсіменіння становив від  $6,76 \cdot 10^{10}$  до  $3,9 \cdot 10^8$  колонієутворюючих одиниць у 1 мл ексудату (КУО/мл).

Через 30 хв після промивання гнійної рани озонованим 0,9 % розчином натрію хлориду у кількості 250 мл при дослідженні ранового вмістимого у всіх дослідних пробах наявність мікроорганізмів була відсутньою. Це свідчить про 100 % загибель даних асоціацій мікроорганізмів уже після одноразового промивання гнійної рани. Навіть найменша застосована при барботажі концентрація озону (3 мг/л) повністю попередила ріст *Staf. aureus*, *Str. faecalis* та *E.coli*.

Це узгоджується із даними І.Д. Муратова [11], результати яких показують, що озон у концентрації від 1 до 5 мг/л приводить до

загибелі 99,9 % *E. colli*, *Str. faecalis*, *M. tuberculosis*, *Cryptosporidium* протягом 4-20 хв.

Інші дані (І.А. Сидорович, 1997) також вказують, що завдяки місцевій бактерицидній дії озонованого фізіологічного розчину мікробне обсіменіння знижується нижче критичного рівня при концентрації озону 4-6 мг/л, діючи переважно на кишкову паличку, стафілококи та ентерококи.

Підвищена концентрація озону у розчині може тільки посилити антибактеріальний ефект при бактеріологічному титрі аеробних мікроорганізмів більше  $10^4$  КУО/мл.

В подальшому, при визначенні антимікробної дії різних концентрацій озono-кисневої суміші (3, 5, 7 та 9 мг/л ) після обробки гнійного ексудату, яку проводили "in vitro" нами було встановлено, що після 10 хв барботажу усіх застосованих дослідних концентраціях ступінь мікробного обсіменіння не перевищував  $10^4$  колонієутворюючих одиниць у 1 мл ексудату. Так, при обробці озono-кисневою сумішшю із концентрацією озону 3 мг/мл ступінь мікробного обсіменіння коливався від  $5 \cdot 10^4$  до  $2,12 \cdot 10^4$  КУО/мл. При концентрації озону 5, 7 та 9 мг/мл мікробне обсіменіння становило від  $10^4$  до  $10^3$  КУО/мл.

Ріст мікроорганізмів у чашках із пробами гнійного ексудату оброблених озono-кисневою сумішшю із концентрацією озону 7 мг/мл був відсутнім уже в 5 ступені розведення, в той час, як у посівах із необробленим гнійним ексудатом при тому ж самому розведенні кількість мікроорганізмів була багаточисельною. Що є підтвердженням того, що озон володіє вираженими антимікробними властивостями.

У чашках Петрі із посівом проби гнійного ексудату, обробленого озono-кисневою сумішшю 7 мг/л в 4 ступені розведення виявили ріст 4 мікробних колоній (рис. 2), а у необробленій пробі в 9 ступені розведення у чашці Петрі нараховували 42 колонії (рис. 3).

Озон проявляє високу антимікробну ефективність щодо виділених асоціацій мікроорганізмів - *Staf. aureus*, *Str. faecalis* та

*E.coli*, що проявляється зниженням їх кількості в 1 мл гнійного ексудату в середньому від  $10^4$  до  $10^3$ .

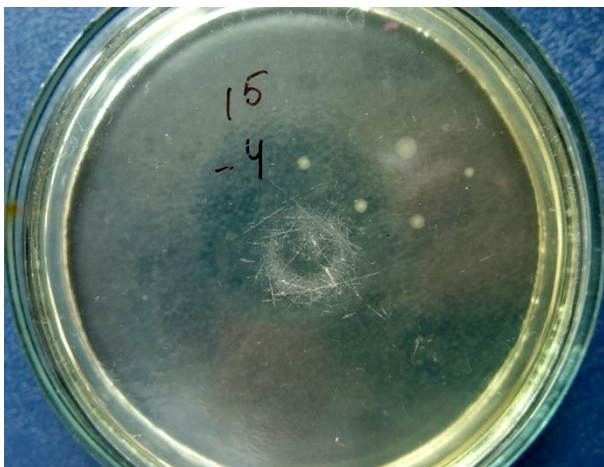


Рисунок 2 - Ріст колоній у обробленому озонем гнійному ексудаті в 4 ступені розведення



Рисунок 3 - Ріст колоній у необробленому озонем гнійному ексудаті в 9 ступені розведення

За результатами клінічного дослідження на 3-ю добу лікування тварин дослідної групи спостерігали відсутність гнійного ексудату у порожнині рани, набряку, болючості та гіперемії навколоранових тканин. Температура тіла тварин була у межах норми. Повне очищення відбувалося в середньому на 2,5 добу лікування. Це зумовлювало в подальшому і прискорений початок процесів регенерації (гранулювання та епітелізація). Повне закриття ранового дефекту грануляційною тканиною відмічали в середньому на 8-7-у добу лікування.

Морфологічне дослідження крові собак із гнійними ранами при лікуванні озонотерапією показало, що на 3-ю добу лікування у тварин кількість лейкоцитів була в межах норми. Також встановлено збільшення кількості еритроцитів рівня гемоглобіну в крові, який був у межах норми. Така динаміка гематологічних показників вказує на більш активний перебіг фази очищення та в цілому ранового процесу у собак. Варто відмітити, що при лікуванні тварин не використовувались ніякі антимікробні препарати.



**Противірусна дія** озону реалізується на рівні рецепторів поверхні вірусу. При цьому відбувається окиснення “вірусного шипа”, за рахунок якого здійснюється взаємодія з клітинами-мішенями. Певну роль відіграє “непереносимість” пероксиду інфікованими клітинами та зміна активності ферменту зворотної транскриптази, що бере участь у синтезі білків вірусних клітин. Капсульовані віруси більш чутливі до дії озону, ніж некапсульовані.

**Протизапальний ефект** озону ґрунтується на його властивостях окислювати сполуки, що містять подвійний зв’язок, у тому числі арахідонову кислоту та простагландини, які з неї синтезуються і мають протизапальну дію. Крім того, озон відновлює метаболічні процеси у зоні запалення.

Важливими для біологічних систем є аспекти взаємодії озону з тканинами, особливо клітинами крові. Основною мішенню біологічної дії озону, у зв’язку із високою його реакційною здатністю, є плазматичні клітини із щільним упакуванням ліпідів і білків у зв’язку з високою його реакційною здатністю. За внутрішньовенного використання озонованого фізрозчину відбувається реакція озону з мембранами клітин крові, яка впливає на внутрішньоклітинний метаболізм у еритроцитах.

Виражена метаболічна активність озону по відношенню до органічних субстратів, висока швидкість реакції з ними супроводжується активацією кисневозалежних процесів, що зумовлює зменшення появи тканинної гіпоксії, яка лежить в основі більшості патологічних станів організму.

За даними літератури [2, 4, 8] найбільш частим і дієвим вважається внутрішньо-судинний шлях введення озону, при якому ця високоактивна сполука в першу чергу контактує з клітинами крові і плазмою.

**Антигіпоксичний ефект** – один із найбільш потужних системних дій озонотерапії [5, 16, 20]. Він супроводжується покращенням киснево-транспортної функції крові та її реологічних властивостей, активізацією біоенергетичних процесів за рахунок



збільшення концентрації кисню в плазмі. При цьому знижується кисневе голодування тканин, підвищується метаболічна активність формених елементів крові і тканинних клітин. Це супроводжується зростанням активності ферментів мітохондріального дихального ланцюга та окисного фосфорилування, що приводить до утворення АТФ, АМФ, 2,3-ДФГ та відновлення енергоутворення. При збільшенні 2,3-ДФГ в еритроциті полегшується віддача кисню в тканини.

Активація транспорту кисню до тканин під дією озонотерапії пов'язана із підвищенням його парціального тиску та деформабельності еритроцитів, здатних проникати в більш дрібніші капіляри зумовлюючи покращення периферичного кровообігу.

Важливим є і посилення процесів утилізації глюкози еритроцитами. При цьому активується гліколітичний і пентозофосфатний шляхи окислення глюкози, активується цикл Кребса. Дані реакції посилюють синтетичні процеси у вогнищі запалення.

В механізмах протигіпоксичної дії окрему роль відіграє вазодилатація, яка стосується в першу чергу артеріол та пост капілярних венул. Вазодилатаційний ефект озону пов'язаний із виділенням ендотеліоцитами так званого „ендотеліального фактора розслаблення судин“ – оксиду азоту.

Мембраностабілізуючий ефект озонотерапії проявляється у зниженні процесів ПОЛ та зменшенні агрегаційної здатності еритроцитів, що сприяє покращенню периферичного кровообігу.

Хімічні властивості озону як сильного окисника, здатність швидко насичувати тканини киснем дають можливість використовувати його для корекції гіпоксичних порушень при парентеральному введенні в організм.

У тварин після проведення інфузій озонованим фізіологічним розчином визначали рівень оксигемоглобіну в крові, який є формою гемоглобіну і відповідає за транспорт та віддачу кисню тканинам. Так, у тварин, яким застосовували озонований розчин із концентрацією озону 3 мг/л, через 15 хв після інфузії відмічали

його збільшення у периферичній крові собак на 13,7 %, порівняно із рівнем оксигемоглобіну у крові собак до інфузії. Через 2 год після озонування вміст оксигемоглобіну у крові тварин був збільшеним на 16 % ( $p < 0,05$ ). У тварин, яким застосовували озонований розчин із концентрацією озону 5 та 7 мг/л через 15 хв після внутрішньовенного введення відмічали збільшення рівня оксигемоглобіну, відповідно, на 11,4 % та 18,4 % ( $p < 0,01$ ). У обох групах тварин через 2 год після інфузії у крові тварин оксигемоглобін був у найбільшій кількості – на 18,4 % ( $p < 0,001$ ) та 19.1 % ( $p < 0,001$ ) відповідно.

Виходячи із проведених досліджень, можна зазначити, що при застосуванні озонотерапії покращується насиченість крові киснем, що в свою чергу і зменшує ступінь тканинної гіпоксії.

В свою чергу, зменшення ступеня тканинної гіпоксії є одним із механізмів **протизапальної дії** озонотерапії. До інших механізмів цього ефекту належить переривання циклу утворення простагландинів як ефєкторів запалення за рахунок окиснення арахідонової кислоти відновлення рН та електролітного балансу у вогнищі запалення.

**Дезінтоксикаційна дія** озону яскраво виражена і проявляється через активацію ендогенних дезінтоксикаційних механізмів і оптимізацію функції системи мікосомального окиснення в печінці, що підвищує її детоксикаційну функцію, а також через посилення ниркової фільтрації.

**Імуномодулюючий ефект** озонотерапії реалізується через вплив на мембрану макрофагів і лейкоцитів за допомогою вторинних цитокінів та лімфокінів, які застосовують безпосередню участь в регуляції активності клітинного і гуморального ланок імунітету. Ведення тваринам озонованого розчину після гострої крововтрати стимулює активність ферментів антибактеріального захисту лейкоцитів. Факторами підвищення імунокомпетентності є активація діяльності фагоцитарного апарату, зростаюча проліферативна активність лімфоцитів.

Ефекти застосування озону визначаються його концентрацією, загальною сумарною дозою і носять дозозалежний характер. У малих і оптимальних терапевтичних дозах (0,5 – 1,0 мг / л) озон виступає як імуномодулятор, під дією якого нормалізується імунограма, а саме співвідношення субпопуляцій лімфоцитів. У цих дозах озон зменшує запальний процес, сприяє мобілізації гуморальної ланки протиінфекційного захисту, активує репарацію клітин крові і внутрішньоклітинну регенерацію в печінці, стимулює гліколітичний шлях енергозабезпечення тканин.

Одним із основних біологічних ефектів системної дії озонотерапії є і **оптимізація про- та антиоксидантної систем** організму, яка реалізується через вплив на клітинні мембрани і заключається в нормалізації балансу рівня перекисного окислення ліпідів і антиоксидантної системи захисту в тканинах і органах.

Виникнення і розвиток гнійно-запальних процесів тварин, незалежно від етіології і локалізації, супроводжується енергодефіцитом та гіпоксією, які призводять до порушення рівноваги в системі «перекисне окиснення ліпідів – антиоксидантний захист». Основними механізмами активації таких реакцій є значне збільшення регенерації радикалів кисню, так званих активних форм кисню (АФК) – супероксидного аніонрадикалу ( $O_2^{\bullet-}$ ), гідроксильного радикалу ( $HO^{\bullet}$ ), синглетного кисню ( $^1O_2$ ), пероксиду водню ( $H_2O_2$ ) тощо. Процесу запуску і розвитку вільно радикальних реакцій протидіє антиоксидантна система, яка наявна у будь-якого живого організму і включає в себе ряд ферментів та інших біологічно активних речовин, механізм дії яких спрямований на недопущення активації окисних процесів у тканинах. Це досягається шляхом знешкодження прооксидантів і вільних радикалів, а також детоксикації і виведення з організму токсичних продуктів перекисного окиснення. До антиоксидантних ферментів відносяться супероксиддисмутаза, яка каталізує дисмутацію кисню в перекис водню, каталаза і глутатіонпероксидаза, що розщеплюють перекис водню до води.

Тому, за ранового процесу та його лікування, важливим є врахування стану антиоксидантної системи організму.

За результатами отриманих даних після застосування озонотерапії собакам із гнійними ранами відмічали підвищення активності супероксиддисмутази еритроцитів, загальної антиоксидантної активності плазми та зменшення процента сорбційної здатності еритроцитів, вмісту малонового діальдегіду і дієнових кон'югатів.

Таким чином, озоніди діють не тільки на мікроорганізми, а й слугують каталізатором посилюючим активність внутрішньоклітинних структур та їх ферментів, які беруть участь у процесах окислення вуглеводів, ліпідів, білків із утворенням АТФ. Завдяки цьому в організмі стимулюються окисно-відновні та обмінні процеси, покращується синтез біологічно активних речовин. Ведення озono-кисневої суміші супроводжується підвищенням кисню в крові. В результаті чого, покращується мікроциркуляція та кровозабезпечення органів і тканин, в тому числі недостатньо забезпечених киснем ділянок. Зменшення ступеню тканинної гіпоксії є одним із механізмів протизапальної дії озонотерапії. Крім того, вона відновлює обмінні процеси ушкоджених тканин, посилює процеси окислення токсичних продуктів обміну, відновлює антиоксидантний захист організму та сприяє швидшому усуненню запальних явищ.

**Знеболююча дія** озону пов'язана зі зменшенням інтенсивності симптому гострого болю в результаті безпосереднього окиснення алгопептидів, що утворюються в місці пошкодження тканини і беруть участь у передачі ноцицептивного сигналу в ЦНС. У купіруванні хронічних больових синдромів велика роль відводиться відновленню балансу між процесами перекисного окиснення ліпідів і антиоксидантного захисту, а також активізації антиноцицептивних медіаторних систем.

За сучасними тлумаченнями озон діє як загальний антагоніст болю і запалення, відновлюючи аніони і катіони в пошкодженій клітинній мембрані, активуючи симпатичну нервову систему.

**Міотропний ефект** озону на репродуктивні органи, при введенні його в організм самок, обумовлений наявністю озонідів, що утворюються в результаті контакту озону з ПНЖК крові, які беруть участь в процесах інгібування  $\beta$ -адреноблокаторів міоцитів та посилюють роботу кальцієвого насосу.

Озон, розчинений у фізіологічному розчині, при парентеральному введенні, стабілізує показники скоротливої діяльності міокарда за рахунок активізації метаболічних процесів в серцевому м'язі.

Під дією терапевтичних доз озону відбувається оптимізація системної гемодинаміки, поліпшення трофічних процесів в органах та тканинах, покращення дихання, підвищення імунного статусу організму.

Протипоказаннями до застосування озонотерапії є:

- гіпертиреоз;
- зниження згортання крові;
- гострий інфаркт міокарда;
- тромбоцитопенія;
- індивідуальна непереносимість озону.

### 3. МЕТОДИКИ ОЗОНУВАННЯ РІДИН, ЩО НАЙЧАСТІШЕ ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ ДЛЯ ТЕРАПІЇ І ПРОФІЛАКТИКИ ЗАХВОРЮВАНЬ ТВАРИН

При проведенні озонотерапії необхідно враховувати, що озон в розчині досить швидко руйнується і його концентрація у водних розчинах залежить від часу після закінчення насичення рідини озоном і його вихідної концентрації в розчині.

Приблизно через 1 годину після озонування концентрація озону в розчині знижується приблизно в 2 рази. У наступні 60 хвилин швидкість розпаду озону сповільнюється і до кінця 2-ї години його концентрація становить приблизно 40–45% від вихідної. У зв'язку з цим необхідно контролювати концентрацію озону в використовуваних розчинах. Найбільш прийнятним і легко здійсненним є визначення озону в розчині методом йодометричного титрування.

#### 3.1 ВИЗНАЧЕННЯ КОНЦЕНТРАЦІЇ ОЗОНУ У ІЗОТОНІЧНОМУ РОЗЧИНІ NaCl МЕТОДОМ ЙОДОМЕТРИЧНОГО ТИТРУВАННЯ

У колбу з притертою пробкою вносять 5 см<sup>3</sup> насиченого розчину KI. Потім додають 5 см<sup>3</sup> 4,5 Н розчину H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> і 100 см<sup>3</sup> озонованого ізотонічного розчину хлориду натрію. Суміш інкубують при кімнатній температурі протягом 10 хвилин. Додають 2 см<sup>3</sup> 5% розчину крохмалю. Користуючись мікробюреткою, титрують 0,005 Н розчином сірчаноокислого натрію до зникнення синього забарвлення. Вміст озону в розчині обчислюють за формулою:

$$X = \frac{(a - b) \cdot K \cdot N \cdot 24 \cdot 1000}{V}, \text{ де}$$

X - вміст озону в розчині, мг / л

a - кількість розчину тіосульфату натрію, витраченого на титрування проби в см<sup>3</sup>,

$b$  - кількість розчину тіосульфату натрію, витраченого на титрування холостої проби в  $\text{см}^3$ ,

$K$  - поправочний коефіцієнт до нормальності розчину сірчаноокислого натрію,

$N$  - нормальність розчину тіосульфату натрію,

24 - вміст озону, що відповідає 1  $\text{см}^3$  1,0  $N$  розчину сірчаноокислого натрію в мг,

$V$  - об'єм проби в  $\text{см}^3$ , взятої для визначення.

Для визначення поправочного корегуючого коефіцієнта  $K$  в колбу з притертою пробкою всипають 0,5 г кристалічного  $KJ$  і розбавляють 0,5  $\text{см}^3$  води. Потім додають 5  $\text{см}^3$  1,0  $N$  розчину сірчаної кислоти, 10  $\text{см}^3$  0,005  $N$  розчину  $K_2Cr_2O_7$  і 50  $\text{см}^3$  води. Колбу залишають в темному місці на 10 хвилин.

Щоб виділився йод титрують розчином тіосульфату натрію відповідної нормальності в присутності крохмалю, що додається під кінець титрування, до зникнення синього забарвлення.

За кількістю сірчаноокислого натрію, який пішов на титрування, розраховують коефіцієнт  $K$  за формулою:

$$K = 10 / a, \text{ де}$$

$a$  - кількість розчину тіосульфату натрію в  $\text{см}^3$ , який пішов на титрування.

При введенні озонованих рідин в організм тварини дотримуються всі вимоги асептики, антисептики і температурних режимів.

## ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Ганиев А.А. Эффективность озонотерапии в комплексе лечебных процедур при различных формах мастита у коров : автореф. дис. на соиск. науч. степени канд. вет. наук : спец. 16.00.07. / А.А. Ганиев. –Саратов, 2003. – 23с.
2. Донець Д.Г. Озонотерапія в клініці внутрішніх хвороб / Д.Г. Донець // Фармакологія та лікарська токсикологія. – 2009. – № 2 (9). – С. 9 –14.
3. Зайцев В.Я. Озонидотерапия / В.Я. Зайцев, Разумовський С.Д. // Тез. Докладов III Всероссийской научно-практической конференции „Озон и методы эфферентной терапии в медицине“ – Н. Новгород. – 1998. – С. 11-12.
4. Ільніцька Л.І. Механізми терапевтичного ефекту озонікисневих сполук за даними аналітичних досліджень / Л.І. Ільніцька // Галицикий лікарський вісник – 2007. –Т. 14. – №3. – С. 118 – 121.
5. Ільніцький М.Г. Вплив різних концентрацій озono-кисневої суміші на мікробний пейзаж гнійних ран у собак / М.Г. Ільніцький, Р.В. Підборська, С.І. Тарануха // Вісник Полтавської держ. аграр. акад. – 2009. – №4. – С. 154 –158.
6. Ільніцький М.Г. Озонотерапія у практиці ветеринарної хірургії: методичні рекомендації / М.Г. Ільніцький, Р.В. Підборська, В.Л. Солodчук. – Біла Церква, 2011. – 23 с.
7. Ільніцький М.Г. Озонотерапія як безпечний та перспективний метод у ветеринарній практиці / М.Г. Ільніцький, Р.В. Підборська // Вісник ЖНАЕУ. – 2015. – №2 (50). – Т. 1. – С. 348 –354.
8. Крайс В.В. Озонотерапия поросят при острой бронхопневмонии : дис. на соиск. науч. степени канд. вет. наук : спец. 16.00.01. / В.В. Крайс. – Воронеж, 2003. – 155 с.
9. Конопельцев И.Г. Озонотерапия и озонпрофилактика воспалительных заболеваний и функциональных расстройств матки у коров : дис. на соиск. науч. степени доктора вет. наук : спец. 16.00.07 / И. Г. Конопельцев. – Киров, 2004. – 361 с.



10. Матвеев О.Б. Патогенетические механизмы клинических эффектов озонотерапии / О.Б.Матвеев, А.А. Горлов, И.А. Грецкий // Вестник физиотерапии и курортологии. – 2006. – №3. – С. 86 –88.

11. Муратов И.Д. Использование озона для местного лечения гнойно –воспалительных процессов / И.Д. Муратов // Детская хирургия – 2005. – №1. – С. 50 – 53.

12. Назаренко А.И. Озонотерапия телят при катаральной бронхопневмонии : автореф. дис. на соиск. науч. степени канд. вет. наук : спец. 16.00.01. / А.И. Назаренко. – Воронеж, 2000. – 22 с.

13. Озонотерапия в клинике внутренних болезней / О.В. Александров, П.В. Стручков, А.В. Зубкова [и др.] // Российский медицинский журнал. – 2002. – №3. – С. 47 – 50.

14. Підборська Р. В. Озонотерапія – безпечна альтернатива антибіотикотерапії / Р. В. Підборська, В. С. Шаганенко // Науковий вісник ветеринарної медицини. – 2016. – Вип. 2. – С. 69 –74.

15. Применение озона в ветеринарии: метод. рекомендации предназначены для ветеринарных специалистов сельскохозяйственных предприятий различных форм собственности / [М.И. Рецкий, А.Г. Шахов, В.С. Бузлама, Л.Ю. Сашнина, О.Ю. Искусных и др.]. – Воронеж, 2003. – 31 с.

16. Применение озона для лечения бронхопневмонии телят : [Электронный ресурс] / Н.П. Пекарская, Н.К. Шишков, Н.В. Шаронина, А.З. Мухитов. – 2016 р <https://www.scienceforum.ru/2016/pdf/22688.pdf>.

17. Селицкий А.В. Возможности применения озона в комплексном лечении местных гнойно –воспалительных процессов у детей / А.В. Селицкий // Детская хирургия – 2008. – №1. – С. 44 – 46.

18. Advantages and risks of ozone therapy / I. Oepen, W. Eisenmenger, H. Schmitt [et al.] // Offentl Gesundheitswes. – 1983. – Vol.45. – №7. – P. 323 –326.

19. Antoszewski Z. Ozonoterapia i jej zastosowanie w medycynie / Z. Antoszewski, P. Madej. – Bielsko –Biala (Poland): α –medicapress, 1997. – 174 с.

20. Bocci V. Does ozone therapy normalize the cellular redox balance? Implications for therapy of human immunodeficiency virus infection and several other diseases / V. Bocci // *Medical Hypotheses*. – 1996. – Vol.46. – №2. – P. 150 –154.

21. Doroszkiewicz W. Ozone as sensitizer of bacteria to the bactericidal action of complement / W. Doroszkiewicz, I. Sikorska, S. Jankowski // *Acta Microbiologica Polonica*. – 1993. – 42 (3 – 4). – P. 315 –319.

22. Effects of ozone on some biological activities of cells in vitro / V. Cardile, X. Jiang, A. Russo [et al.] // *Cell Biology and Toxicology*. – 1995. – Vol.11. – №1. – P. 11 –21.

23. Hernandez F. Decrease of blood cholesterol and stimulation of antioxidative response in cardiopathy patients treated with endovenous ozone therapy / F. Hernandez, S. Menendaz, R. Wong // *Free Radical Biology and Medicine*. – 1995. – Vol.19. – №1. – P. 115 –119.

24. Hooker M.N. Ozone –treated in the treatment of HIV infection / M.H. Hooker, B.G. Gazzard // *AIDS*. – 1992. – №6(1). – P. 131.

25. Influence of ozone on hemoglobin oxygen affinity in type –2 diabetic patients with peripheral vascular disease: in vitro studies / L. Coppola, R. Giunta, G. Verrazzo [et al.] // *Diabetes et Metabolizme*. – 1995. – Vol.21. – №4. – P. 252 –255.

26. Hyperbaric oxygen, oxygen –ozone therapy, and rheologic parameters of blood in patient with peripheral occlusive arterial disease / G. Verrazzo, L. Coppola, C. Luongo [et al.] // *Undersae and Hyperbaric Medicine*. – 1995. – Vol.22. – №1. – P. 17 –22.

27. Maslennikov O.V. Ozone therapy in Practice : [Health Manual] / O.V. Maslennikov, Kontorshchikova C.N., Gribkova I.A. – Nizhny Novgorod (Russia) 2008. – 42 p.

28. Ozone in the Treatment of Diabetic Leg Ulcers : [Electronic resource] / V. Gérard, M.D. Sunnen. – March 2007. – Access mode : <http://www.triroc.com/sunnen/topics/diabetes.leg.htm>

29. Ozone therapy in the advanced stages of arteriosclerosis obliterans / A. Valdes Romero, S. Cepero Menendes, M. Moraleda Gomes [et al.] // *Angiologia*. – 1993. – Vol.45. – №4. – P. 146 –148.

30. Protective effect of ozone treatment on the injury associated with hepatic ischemia –reperfusion: antioxidant –prooxidant balance / C. Peralta, O.S. Leon, C. Xaus [et al.] // Free. Radic. Res. – 1999. – Vol.31. – №3. – P.191 –196.

31. Some aspects of ozone therapy / Z. Antoszewski, J. Kulej, M. Wygledowski [et al.] // Przegl. Lek. – 1997. – Vol.54. – №7 –8. – P. 561 –564.

32. Studies of the biological effects of ozone: 7. Generation of reactive oxygen species (ROS) after exposure of human blood to ozone / V. Bocci, G. Valacchi, F. Corrodeschi [et al.] //J. Biol. Regul. Homeost. Agents. – 1998. – № 12(3). – P. 67 –75.

33. Wolff A. Ozon in der Wundbehandlung / A. Wolff // Btrl.klin.Wschr. – 1920. – II. – P. 785.

НАВЧАЛЬНО – ПРАКТИЧНИЙ ПОСІБНИК

**ОЗОНОТЕРАПІЯ У  
ВЕТЕРИНАРНІЙ ПРАКТИЦІ**

**М.Г. Ільніцький**, доктор ветеринарних наук, професор

**Р.В. Підборська**, кандидат ветеринарних наук, доцент



## **ІЛЬНИЦЬКИЙ**

*Микола*

*Григорович*

Доктор вет. наук, професор  
кафедри хірургії та хвороб  
дрібних домашніх тварин  
Білоцерківського НАУ



## **ПІДБОРСЬКА**

*Раїса*

*Володимирівна*

Кандидат вет. наук, доцент  
кафедри паразитології та  
фармакології  
Білоцерківського НАУ