

**МІНІСТЕРСТВО АГРАРНОЇ ПОЛІТИКИ УКРАЇНИ  
БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

# **ДОСЛІДЖЕННЯ СЕЧІ**

**Методичні рекомендації  
для студентів факультету ветеринарної медицини  
та слухачів Інституту післядипломного навчання  
спеціалістів ветеринарної медицини**

Біла Церква  
2005

**УДК 619:616.61:636**

Затверджено методичною радою  
факультету ветеринарної медицини  
(Протокол № 5 від 17.03.2005 р.)

Укладачі: **В.І. Левченко**, д-р вет. наук,  
**М.Я. Тишківський, В.В. Сахнюк,**  
**В.М. Безух, Н.В. Вовкотруб, В.І. Головаха,**  
**І.А. Жила, Л.О. Костенко, Л.Г. Слівінська,**  
**В.М. Соколюк**, кандидати вет. наук

**Дослідження сечі:** Методичні рекомендації для студентів факультету ветеринарної медицини та слухачів Інституту післядипломного навчання спеціалістів ветеринарної медицини / В.І. Левченко. М.Я. Тишківський, В.В. Сахнюк та ін. – Біла Церква, 2005. – 74 с.

У методичних рекомендаціях викладені фізичні і хімічні методи дослідження сечі та мікроскопія осаду сечі, інтерпретація патологічних змін її складу у сільськогосподарських тварин.

Рецензент: доцент **В.Л. Тарасевич**

© БДАУ, 2005

## ВСТУП

Лікар повинен спостерігати, чи така ж сеча у хворого, як у здорового, і чим менше подібності, тим більш тяжка хвороба.

**Гіппократ**

(460–377 рр. до н. е.)

Сеча є кінцевим продуктом обміну речовин. За її складом можна визначати функціональний стан не лише нирок і сечовивідних шляхів, а й печінки, серця, підшлункової залози, ендокринних органів, шлунково-кишкового тракту та обміну речовин в організмі. Сечу доцільно досліджувати у тварин контрольної групи при проведенні диспансеризації, а також у хворих при встановленні діагнозу, вивченні глибини патології, прогнозуванні закінчення хвороби, контролі ефективності лікувальних заходів. З цією метою проводять фізичне, хімічне та мікроскопічне, а за необхідності – і бактеріологічне дослідження сечі.

Особливе значення має дослідження сечі при діагностуванні хвороб сечовидільної системи, серед яких виділяють хвороби нирок і сечових шляхів – ниркової миски, сечоводу, сечового міхура та уретри. Хвороби нирок поділяють на дві основні групи: 1) запальні процеси – нефрити (гломерулонефрит, інтерстиціальний нефрит, піелонефрит, нефросклероз, абсцес нирок, пери- і паранефрит, піонефроз); 2) дистрофічні процеси (нефротичний синдром, гідронефроз).

При *гломерулонефриті* запальний процес охоплює судинну систему – мальпігієві клубочки та капсулу Шумлянського-Боумена, а при *інтерстиціальному нефриті* – міжканальцеву сполучну тканину і навколлубочковий інтерстицій. *Нефросклероз* – це хронічне інтерстиціальне запалення нирок, яке характеризується склеротичним ураженням ниркових артеріол, атрофією ниркової паренхіми і заміною її сполучною тканиною.

*Піелонефрит* – це неспецифічне інфекційно-запальне захворювання, при якому в патологічний процес втягуються ниркова миска (у корів відсутня), чашечка (у коней і собак відсутня) і паренхіма нирки з переважачим ураженням інтерстиціальної тканини. Піелонефрит може ускладнюватися різною патологією: у нирках утворюються *абсцеси*, а при їх злитті – *карбункули*; гнійний процес може переходити на фіброзну капсулу (*перинефрит*) або в приниркову клітковину (*паранефрит*), а його термінальною стадією є *піонефроз*, при якому нирка перетворюється у велику тонкостінну порожнину або в кілька порожнин, заповнених гнійним ексудатом, сечею і продуктами розпаду тканин.

*Нефротичний синдром*, або *нефроз* – характеризується дистрофічними змінами нирок з переважаючим ураженням ниркових каналців і базальної мембрани клубочків, порушенням водно-сольового і білкового обміну. *Гідронефроз* – це розтягнення ниркових мисок і чашечок сечою, яке в подальшому супроводжується атрофією паренхіми нирок.

Серед хвороб сечових шляхів розрізняють такі: *уроцистит* – запалення слизової оболонки сечового міхура; *уролітіаз* – утворення і відкладання камінців у нирках, нирковій мисці, сечовому міхурі та уретрі; *хронічну гематурію великої рогатої худоби* – уроцистит, який характеризується кровотечею в порожнину сечового міхура з ерозій та виразок його слизової оболонки; *нейрогенну дисфункцію сечового міхура* (параліч, парез і спазм), *непрохідність і запалення уретри*.

Дослідженню сечі велике значення надавали медики всіх часів. У своїх “Афоризмах” Гіппократ (460–377 рр. до н. е.) писав: “Коли при лихоманці сечі виділяється мало, вона каламутна, зі згустками, то збільшення її кількості і прозорості свідчить про поліпшення”. На ілюстраціях у манускриптах, у скульптурах та на картинах, починаючи з XII ст., лікар, як правило, зображувався зі спеціальною посудиною для дослідження сечі, яка називалася матулою. Матула виготовлялася із прозорого скла, мала форму сечового міхура, кругле дно. У той же час Ендрю Бурдл (1490–1549), лікар англійського короля Генріха VIII, радив “не покладатися на сечу як на єдиного свідка”, оскільки, на його думку, “умовивід, побудований тільки на оцінці аналізу сечі, такий же тендітний, як і посудина для її збирання”.

## ОДЕРЖАННЯ ТА ЗБЕРІГАННЯ СЕЧІ

Сечу одержують при природному сечовиділенні. Акт сечовиділення можна викликати масажем препуція у самців, а в самок – шкіри нижче соромітних губ. У великих тварин виконують, окрім того, масаж сечового міхура через пряму кишку, а в дрібних – через черевну стінку. При хворобах статевих органів, а також для бактеріологічних досліджень сечу одержують із сечового міхура катетером (протипоказанням для катетеризації є гнійне запалення сечовивідного каналу), а в собак і кішок – пункцією (цистоцентез). У хутрових звірів сечу збирають у підвішені під клітку чисті емальовані кювети, покриті сіткою або марлею.

Для дослідження беруть близько 200 мл сечі, найкраще брати пробу сечі вранці. Одержання проб натще важливе тому, що за ніч нагромаджуються продукти метаболізму, які менше пов’язані з годівлею та іншими зовнішніми факторами. За необхідності досліджують сечу, збра-

ну протягом доби чи іншого проміжку часу. Тоді її збирають у сечоприймальники, які кріплять до тварини.

Якщо дослідити сечу відразу після взяття неможливо, то її зберігають закритою протягом 1,5 год у холодильнику або в термосі з льодом. Використання консервувальних речовин небажане, але воно допускається, якщо сечу необхідно транспортувати з господарств у лабораторію. Із консервантів використовують тимол (один кристалик на 100–150 мл сечі), толуол (покривають тонким шаром поверхню сечі), хлороформ (1–2 краплі на 200 мл сечі), 40 %-ний формальдегід (дві краплі на 25 мл сечі). Для бактеріологічних досліджень сечу не консервують. При використанні консервувальних речовин слід урахувувати те, що хлороформ розчиняє жири й утруднює визначення вмісту цукру, а тимол і формальдегід – білка. Зберігання сечі протягом тривалого часу при кімнатній температурі призводить до розвитку в пробах мікрофлори й грибів, що змінює величину рН, руйнуються лейкоцити та циліндри. За необхідності сечу можна зберігати замороженою. При дослідженні уробіліногену сечу оберігають від прямого сонячного освітлення.

## 1. ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ СЕЧІ

Відразу після одержання сечі визначають її кількість (за необхідності – добову), колір, прозорість, консистенцію, запах, відносну густину, реакцію сечі або величину рН.

**1.1. Кількість сечі** або діурез є важливим показником видільної функції нирок і стану водного обміну. Коні виділяють за добу 3–10 л сечі, велика рогата худоба – 6–12 (максимально – 25 л), вівці і кози – 0,5–2, свині – 2–6 л, собаки, залежно від породи, – 0,05–2 л (20–40 мл сечі на 1 кг маси тіла), коти – 0,1–0,2 л (20–30 мл сечі на 1 кг маси). При патології ці показники можуть змінюватися. *Зменшення* добового діурезу називається *олігурією*. Виникає вона внаслідок зниження фільтрації або підвищення реабсорбції первинної сечі у нирках, буває двох видів – ниркова і позаниркова. *Ниркова олігурія* виникає при гострому і хронічному перебігу дифузного гломерулонефриту та нефротичному синдромі, а *позаниркова* – за серцево-судинної недостатності, зневоднення організму внаслідок гастроентериту, при асциті та плевриті, збільшенні секреції вазопресину і альдостерону, які посилюють резорбцію води і натрію в ниркових каналцях. Припинення сечовиділення – *анурія*.

*Збільшення* добової кількості виділеної сечі – *поліурія* – відмічається при значному згодовуванні соковитих кормів, введенні рідини в організм, нефросклерозі, інколи – за хронічного перебігу гломерулонефриту,

цукровому і нецукровому діабеті, в період розсмоктування набряків, ексудату, трансудату. У собак поліурія буває при синдромі Кушинга (гіперраденкортицизм), який характеризується посиленою продукцією кортизолу, внаслідок чого розвиваються гіперглікемія, полідипсія і поліурія. Нецукровий діабет виникає при зменшенні секреції вазопресину (АДГ) або глибоких дистрофічних змінах клітин ниркових канальців, що робить їх резистентними до дії вазопресину (*нефрогенний нецукровий діабет*).

**1.2. Колір сечі.** У коней свіжа сеча має колір від блідо- до бурожовтого, у жуйних – від світло-жовтого до світло-коричневого. У свиней вона світло-жовта, у собак і котів – від світло-жовтого до жовтого кольору. При зберіганні сеча може темніти. Колір сечі у здорових тварин залежить від умісту в ній солей і пігментів. У хворих тварин її забарвлення може змінюватися. Світлий колір із слабим блідо-жовтуватим відтінком буває при хронічній нирковій недостатності та цирозі нирок (нефросклерозі), оскільки вони втрачають властивість виділяти хромогеми, а також при цукровому та нецукровому діабеті (внаслідок поліурії).

Темно-жовтий колір сеча має при високій її концентрації, що є наслідком сильного потовиділення, тривалої гарячки, серцевої декомпенсації. Забарвлення сечі від насиченого темно-жовтого до коричневого із зеленкуватим відтінком свідчить про наявність у ній жовчних пігментів, які спостерігаються при механічній і паренхіматозній жовтяниці. Наявність індикану в сечі, що є ознакою розвитку в організмі виразкових захворювань шлунково-кишкового каналу або гангрен легень, змінює колір сечі на темно-коричневий. Криваво-червоною, червоно-коричневою, темно-коричневою сеча буває при домішуванні до неї крові (*гематурія*), гемоглобіну (*гемоглобінурія*) і міоглобіну (*міоглобінурія*). Слід ураховувати й те, що згодовування тваринам столових буряків також надає сечі червоного забарвлення.

При гематурії необхідно визначити джерело надходження крові. Якщо кров у сечі з'являється на початку сечовиділення, то це свідчить про ураження уретри. Наявність крові в кінцевих порціях сечі дає підстави підозрювати ураження сечового міхура, а якщо вся сеча забарвлена в червоний колір, то це є ознакою ураження нирок. Часто крові в сечі міститься мало (*мікрогематурія*), її домішки можна виявити лише мікроскопічним або біохімічним дослідженням.

Білою, непрозорою із сіруватим відтінком сеча буває від домішування гною при гнійному уроциститі та пієлонефриті. При ліпурії та виділенні надмірної кількості фосфатів сеча набуває молочно-білого забарвлення.

Лікування тварин метиленовим синім надає сечі синього або синьо-зеленого забарвлення, введення в організм препаратів карболової кислоти змінює колір сечі на коричневий або чорний.

**1.3. Прозорість сечі.** Визначають шляхом розгляду її в посудині з чистого і прозорого скла (циліндр, тонкостінна колба). За винятком однокопитних, свіжа сеча у здорових тварин прозора, чиста і не містить осаду. Лужна сеча при зберіганні протягом кількох годин при кімнатній температурі стає каламутною від утворення мукоїду – слизу сечовидільних шляхів і лужних фосфатів. При зберіганні кислої сечі, внаслідок кристалізації уратів, утворюється червонуватий осад. У коней сеча мутнувата, оскільки в ній міститься кальцію гідрокарбонат. При зберіганні сечі настає її аміачне зброджування з утворенням нерозчинного кальцію карбонату, який вкриває тоненькою плівкою поверхню сечі. У собак сеча стає каламутною внаслідок випадання в осад фосфатів і карбонатів, а при чумі – кальцію оксалату.

Втрата сечею прозорості (помутніння) спостерігається за наявності в ній великої кількості солей, кров'яних та епітеліальних клітин, бактерій або слизу. Опалесцентна сеча може виділятися у здорових тварин при поїданні ними великої кількості жирів (аліментарна ліпурія). Патологічну ліпурію реєструють при тяжкому перебігу цукрового діабету, отруєнні фосфором, хілурії.

**1.4. Консистенцію сечі** визначають переливанням її зі склянки в склянку. У здорових тварин, крім однокопитних, сеча водяниста. У коней сеча слизова від домішування муцину. При пієлонефриті, амілоїдному нефрозі, запаленні сечового міхура, уретри і статевих органів консистенція сечі стає слизовою, в'язкою і драглеподібною, при зменшенні діурезу – близькою до слизової. Сеча водянистої консистенції з високим вмістом білка піниться. Ще Гіппократ в “Афоризмах”, описуючи пухирці на поверхні сечі, оцінював цю ознаку як свідчення ураження нирок і тривалої хвороби. Лише тепер стало відомо, що поява пухирців у сечі пов'язана з високим вмістом у ній білка. При переливанні сеча однокопитних розтягується у вигляді ниток. Водянистою консистенцією сечі в коней стає при поліурії.

**1.5. Запах сечі** в кожного виду тварин специфічний, зокрема у собак сеча має запах часнику. При підвищенні концентрації сеча набуває різкого запаху. Після зберігання сечі при кімнатній температурі внаслідок лужного бродіння в ній посилюється запах аміаку. Аміачний запах має також свіжа сеча при її застої і зброджуванні в сечовивідних шляхах, що виявляють при паралічі та парезі сечового міхура, уроциститі, непрохід-

ності уретри. При розпаді пухлин і гангренозних процесах у сечовивідних шляхах та сечовому міхурі вона набуває гнильного запаху. Виділення із сечею великої кількості кетонових тіл (*кетонурія*) надає пробі фруктового запаху, що спостерігається при кетозі в корів і овець, лістеріозі, цукровому діабеті. При поліурії водяниста сеча майже не має запаху.

**1.6. Відносна густина сечі** залежить від концентрації розчинених у ній різних речовин і здатності нирок до концентрування та розведення сечі. Найбільше на густину сечі впливають концентрація в ній сечовини (пряма пропорційна залежність) і посилений діурез (обернена залежність). Однак, при цукровому діабеті, незважаючи на поліурію, сеча має високу відносну густину через уміст у ній цукру. Відносна густина є показником концентраційної здатності нирок.

Для визначення відносної густини у циліндр з сечею обережно опускають урометр так, щоб він вільно плавав, не торкаючись стінок циліндра. Показник густини визначають за нижнім меніском сечі.

Урометр складається з двох частин: перша – з мітками від 1,000 до 1,025, друга частина урометра – з мітками від 1,025 до 1,050. Опустити в циліндр із сечею спочатку необхідно першу частину урометра. Якщо урометр спливає на поверхню, необхідно опустити в циліндр другу частину урометра і визначити відносну густину сечі. Якщо спливає на поверхню і друга частина урометра, сечу необхідно розвести у два рази дистильованою водою, визначити її густину, а цифри, що знаходяться після коми, помножити на кратність розведення.

Визначати густину сечі необхідно при тій температурі, яка вказана на урометрі. Якщо температура сечі вища від вказаної на урометрі (як правило – це 20°C), то на кожні 3°C до показання урометра *додають поправку 0,001*, якщо температура сечі нижча – то на кожні 3° від показання урометра *віднімають поправку 0,001*.

У здорових тварин відносна густина сечі становить (г/мл, кг/л): у коней – 1,020–1,050; великої рогатої худоби – 1,015–1,045; овець і кіз – 1,010–1,040; свиней – 1,010–1,030 (у 80 % свиноматок, за даними Л.О. Костенко, – 1,010–1,020); собак – 1,020–1,050; котів – 1,020–1,050; у кролів – 1,010–1,035. Коливання цих показників залежить від складу раціону і кількості випитої води.

*Підвищення відносної густини сечі* відмічається за обмеження споживання рідкого корму і води, важкої роботи з виділенням великої кількості поту, зневоднення організму (діарея, блювота, гарячка), при розвитку набряків і водянок, гострому гломерулонефриті, протеїнурії, глюкозурії.



*Зниження відносної густини сечі* відмічають внаслідок порушення реабсорбції води у ниркових канальцях, тобто порушенні концентраційної функції нирок, зокрема при нефросклерозі, хронічній нирковій недостатності, зменшеній секретії антидіуретичного гормону, при споживанні великої кількості води, тривалому голодуванні і низькій концентрації протеїну в раціоні. *Гіпостенурія* – це значне зниження відносної густини сечі з утриманням її на низькому рівні (1,001–1,005) внаслідок важких уражень нирок із втратою ними екскреторної і концентраційної функцій.

**1.7. Водневий показник (рН) сечі** визначають одразу після одержання проб. При зберіганні її величина рН збільшується. Водневий показник визначають за допомогою індикаторних смужок або рН-метром. Нині випускають індикаторні смужки, які показують не лише якісну реакцію, а й допомагають визначити кількісний результат.

У клінічно здорових тварин реакція свіжої сечі становить: у великої і дрібної рогатої худоби – 7,5–8,5; у коней – 8,5–9,5 (у новонароджених телят і лоша́т сеча є слабокислою або нейтральною – 5,7–7,0); у свиней – 6,0–7,3; собак і котів – 5,0–6,5.

Реакція сечі залежить від виду тварин і характеру корму, який вони споживають. Корми рослинного походження містять більше лужних елементів, а тваринного – кислих, тому сеча травоядних тварин є слабо-лужною, м'ясоїдних – слабокислою, а всеїдних – близькою до нейтральної. При зміні традиційного фізіологічного типу годівлі, характерного для тварин певного виду, реакція сечі змінюється. Так, при згодовуванні травоядним тваринам кормів з високим умістом протеїну (зернових кормів) сеча стає кислою. Згодовування протягом деякого часу м'ясоїдним тваринам кормів рослинного походження (овочів, фруктів, крупів, картоплі) призводить до зміщення рН сечі в лужну сторону.

**Реакцію сечі** визначають лакмусовими смужками. Змочують у свіжій сечі синю і червону лакмусові смужки і спостерігають за зміною їх кольору. Якщо синя лакмусова смужка червоніє, а червона не змінює забарвлення – реакція сечі кисла; якщо червона лакмусова смужка синіє, а синя не змінює забарвлення, то реакція сечі – лужна. При нейтральній реакції сечі червона і синя лакмусові смужки не змінюють свого забарвлення.

*Кисла реакція сечі* у травоядних виникає при голодуванні, надлишку зернових концентратів та кормів, що містять багато цукру (цукровий і напівцукровий буряк, кукурудза в стадії молочно-воскової стиглості), а також при захворюваннях, які перебігають із виникненням респіраторного або метаболічного ацидозу (пневмонії, діареї, кетоз, ацидоз рубця).

*Лужна реакція сечі* є наслідком алкалозу рубця, респіраторного або метаболічного алкалозу. Різко лужною реакція сечі буває при піелонефриті, гнильному уроциститі. При патології органів сечової системи розвивається аміачне зброджування сечі, внаслідок чого утворюється амонію карбонат, який змінює реакцію сечі в лужний бік. Слаболужна реакція сечі у м'ясоїдних буває при частому блюванні.

Тривале порушення нормальної реакції сечі є обережним для прогнозу, оскільки при цьому можуть утворюватися сечові камені: за кислій реакції – з цистину, уратів і сечової кислоти, а за лужної – з фосфатів. Оксалатні камені утворюються за будь якої реакції сечі.

## **2. ХІМІЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ СЕЧІ**

Хімічне дослідження сечі проводять з метою визначення вмісту білка, глюкози, кетонових тіл, крові, міоглобіну, білірубіну, уробіліну, жовчних кислот, нітратів, індикану, сечовини, креатиніну. Для проведення якісного, напівкількісного та кількісного аналізу сечі існує цілий ряд методів. Використання універсальних індикаторних смужок дозволяє досліджувати хімічні показники безпосередньо в господарствах.

### **2.1. ВИЗНАЧЕННЯ БІЛКА В СЕЧІ**

Через ендотелій ниркових клубочків у первинну сечу фільтруються у людини близько 5 г альбуміну, деяка кількість глікопротеїнів. Більшість їх (близько 99 %) реабсорбується і розщеплюється у клітинах ниркових каналців. У результаті цього у здорової людини із сечею виділяється протягом доби 20–80 мг білка. Виділення більше 150 мг білка, у тому числі понад 30 мг альбуміну, є патологічним. Сеча здорових тварин містить дуже малу кількість білка (не більше 0,015 г/л). Поява білка в сечі у кількості, яку можна визначити, називають *протеїнурією*. Детальний аналіз протеїнурії відкриває перспективи в диференціальній діагностиці хвороб сечової системи і тому цілком правомірно одержав назву “біохімічна біопсія нирки”.

### **ЯКІСНІ РЕАКЦІЇ НА БІЛОК У СЕЧІ**

Всі реакції на наявність білка в сечі ґрунтуються на осадженні його з розчину, в результаті чого утворюється помутніння рідини. Сечу перед дослідженнями необхідно профільтрувати (інколи двічі) через паперовий фільтр. Сеча повинна бути свіжою і прозорою. Якщо реакція сечі лужна, то її обов'язково перед проведенням дослідження

необхідно підкислити додаванням декількох крапель 10 %-ного розчину оцтової кислоти. При дослідженні лужної сечі в осад випадають фосфати.

У клінічній практиці найбільш поширене визначення білка в сечі пробами з кип'ятінням, з азотною і сульфосаліциловою кислотами, а останнім часом – універсальними індикаторними смужками.

### **2.1.1. Проба кип'ятінням**

У пробірку наливають 3–5 мл попередньо підкисленої (кількома краплями 10 %-ного розчину оцтової кислоти) до слабокислої реакції прозорої сечі і нагрівають до кипіння (для точності результату ставлять 2–3 спарені проби). За наявності білка він звертається і випадає в осад. Залежно від кількості білка в сечі у пробірці утворюється легка опалесценція рідини, помутніння, випадання пластівців, утворення згустку. При відсутності помутніння не можна одразу робити висновок про негативну реакцію на білок у сечі, оскільки при значному підкисленні сечі він не випадає в осад при кип'ятінні. Для контролю необхідно до гарячої прозорої сечі додати рівний об'єм насиченого розчину натрію хлориду. За наявності білка в пробірці одразу утворюється характерне помутніння. *Чутливість проби становить 0,001 г/л або 0,001 ‰ (pro mille – кількість грамів білка на 1000 мл сечі).*

### **2.1.2. Проба з азотною кислотою**

На дно пробірки піпеткою вносять 1–2 мл 5 %-ного розчину азотної кислоти, приготовленого на 20–30 %-ному розчині натрію хлориду. Чистою піпеткою обережно нашаровують на кислоту 1–2 мл підкисленої і профільтрованої сечі. За наявності білка на межі двох рідин утворюється біле кільце. Якщо білка 0,033 г/л, то кільце утворюється через 2,5–3 хв. *Чутливість проби 0,033 г/л (0,033 ‰).* За відсутності білка в сечі і правильному нашаруванні на кислоту сечі на межі двох рідин утворюється темне кольорове кільце.

### **2.1.3. Проба із сульфосаліциловою кислотою**

У пробірку наливають 2–3 мл підкисленої та профільтрованої сечі і додають по краплях 20 %-ний розчин сульфосаліцилової кислоти (розчин кислоти зберігається в темноті). За наявності білка в сечі кожна крапля кислоти, що опускається на дно пробірки, утворює помутніння. При незначному струшуванні вся рідина в пробірці мутніє.

Під впливом сульфосаліцилової кислоти в осад випадають не лише білок, але й альбумози. При підігріванні альбумози розчиняються, а білковий осад залишається нерозчинним. *Чутливість проби становить 0,015 г/л (0,015 ‰).*

#### **2.1.4. Проба з калієм заліzosинеродистим**

У пробірку наливають 10 мл підкисленої сечі і обережно додають по краплі 5 %-ний розчин калію заліzosинеродистого. За наявності у сечі білка від кожної краплі розчину утворюється виражений осад у вигляді пластівців.

#### **КІЛЬКІСНЕ ВИЗНАЧЕННЯ БІЛКА В СЕЧІ**

Кількісне визначення білка в сечі проводять лише після позитивних результатів якісних проб.

#### **2.1.5. Визначення білка в сечі із 3 %-ною сульфосаліциловою кислотою**

*Принцип методу.* Інтенсивність помутніння при осадженні білка сульфосаліциловою кислотою пропорційна його концентрації.

*Обладнання.* Фотоелектроколориметр (КФК-2, КФК-3), пробірки, піпетки на 1 і 2 мл.

*Реактиви:* 1) 3 %-ний розчин сульфосаліцилової кислоти; 2) стандартний розчин альбуміну (5 мг/мл).

*Хід визначення.* У пробірку вносять 0,5 мл профільтрованої сечі, додають 1,5 мл розчину сульфосаліцилової кислоти, перемішують. Через 5 хв вимірюють екстинкцію проби при довжині хвилі 590–650 нм (оранжевий чи червоний світлофільтр) проти контролю у кюветі товщиною робочого шару 5 мм. Контроль готують аналогічно, але замість розчину сульфосаліцилової кислоти використовують ізотонічний розчин NaCl.

Розрахунок умісту білка проводять за калібрувальним графіком, для побудови якого з концентрованого розчину альбуміну (5 мг/мл) готують наступні розведення (табл. 1).

Таблиця 1 – Розведення розчину альбуміну

| № п/п | Альбумін (5 мг/мл) | Ізотонічний розчин NaCl | Кінцева концентрація білка, мг/мл |
|-------|--------------------|-------------------------|-----------------------------------|
| 1     | 0,05               | 4,95                    | 0,05                              |
| 2     | 0,1                | 4,9                     | 0,1                               |
| 3     | 0,2                | 4,8                     | 0,2                               |
| 4     | 0,5                | 4,5                     | 0,5                               |
| 5     | 1,0                | 4,0                     | 1,0                               |

Кожний із одержаних розчинів обробляють як і дослідні (0,5 мл розчину альбуміну + 1,5 мл розчину сульфосаліцилової кислоти). Вимірюють екстинцію і будують калібрувальний графік залежності екстинції від концентрації білка.

Лінійна залежність зберігається до 1 мг/мл. За більшої концентрації білка в сечі пробу необхідно розвести і провести повторне визначення, врахувавши кратність розведення сечі.

### **2.1.6. Метод з азотною кислотою (Робертса-Стольникова)**

*Принцип методу* ґрунтується на тому, що при пробі з азотною кислотою біле кільце на межі її з сечею з'являється між 2,5 і 3-ма хв за наявності 0,033 г/л білка. Якщо кільце утворюється раніше, то білка в такій сечі більше 0,033 г/л, і тому сечу розбавляють до тих пір, поки кільце не буде утворюватись у зазначений термін (між 2,5 і 3-хв інтервалом).

*Хід визначення.* Спочатку виконують пробу з азотною кислотою і нативною сечею. Якщо вміст білка в сечі перевищує 0,033 г/л, то біле кільце на межі двох рідин утворюється відразу. Тоді сечу необхідно розвести дистильованою водою у 2, 4, 8, 10, 20, 30, 50, 100 і 200 разів і т.д., і з кожним розведенням виконати пробу з азотною кислотою. В тому розведенні, в якому кільце з'явиться між 2,5 і 3-ма хв, вміст білка становить 0,033 г/л. Множенням 0,033 г/л на кратність розведення сечі знаходять вміст білка в нативній сечі, який виражають кількістю грамів білка на 1 л сечі. Наприклад, кільце появилось в термін між 2,5 і 3-ма хв у пробірі з розведенням сечі у 200 разів. Отже,  $0,033 \text{ г/л} \times 200 = 6,6 \text{ г/л}$  сечі.

### **2.1.7. Експрес-метод визначення білка в сечі діагностичними смужками**

Проводиться за допомогою діагностичних смужок типу “Біоскан” (Росія), АльбуФАН, Penta-Phan (Ла-Хема, Чехія). Метод ґрунтується на зміні кольору кислотно-основного індикатора під впливом білків. Діагностичну смужку необхідно опустити в свіжу сечу і не пізніше 1 хв порівняти її забарвлення з відповідною кольоровою шкалою на тубусі. Результат виражається в г білка на 1 л сечі.

### ***ДІАГНОСТИЧНЕ ЗНАЧЕННЯ ПРОТЕЇНУРІЇ***

**Протеїнурія** буває преренальною (переднирковою), ренальною (нирковою) і постренальною (післянирковою).

*Передниркова* (преренальна) протеїнурія зумовлюється появою в плазмі крові підвищеної кількості білків, які фільтруються до канальців у кількості, що перевищує їхню реабсорбційну ємність. До такої патології належать гемоглобінурія (при гемолітичних синдромах) та міоглобінурія (внаслідок пошкоджень м'язів). Тривала преренальна протеїнурія спричинює пошкодження клубочків і розвиток нефротичного синдрому із значною втратою білка.

*Ниркова (ренальна) протеїнурія* буває функціонального або органічного походження, а залежно від місця ураження – клубочковою або канальцевою. *Функціональна* ниркова протеїнурія спостерігається в новонароджених тварин протягом перших 10-ти днів життя та в корів перед отеленням, характеризується короткочасним перебігом і не супроводжується клінічними симптомами. Функціональна протеїнурія може розвиватися при серцевій недостатності, гарячці та гіпертонії. *Органічна ниркова* протеїнурія виникає внаслідок структурних змін у нирках і спричинюється підвищеною проникністю ниркових клубочків (*клубочкова*) або пошкодженням канальців (*канальцева протеїнурія*).

*Клубочкова протеїнурія* зустрічається найчастіше і зумовлюється багатьма хворобами різної етіології. Характер протеїнурії залежить від пошкодження клубочків: при незначних пошкодженнях виділяється білок з малою молекулярною масою (альбумін і трансферин). Прогресування хвороби призводить до зростання протеїнурії внаслідок підвищення проникності клубочків, через які починають проходити білки з більшою молекулярною масою. При гострому гломерулонефриті в сечі виявляють від 0,1 до 1,5 % білка.

*Канальцева протеїнурія* спричинюється порушенням реабсорбції білків у канальцях і характеризується зростаючим виділенням із сечею білків з малою молекулярною масою, які вільно проходять через стінку клубочків ( $\beta_2$ -макроглобулін, лізоцим,  $\alpha_1$ -мікроглобулін та ряд інших білків). При нефротичному синдромі протеїнурія становить 1–5 %. Більш висока протеїнурія, порівняно з гломерулонефритом, пояснюється двома причинами: а) більшою кількістю крові, що фільтрується у клубочках при нефрозі, ніж при гломерулонефриті; б) при ураженні канальців підвищується реабсорбція води, внаслідок чого концентрація білка в сечі зростає. Канальцева протеїнурія часто поєднується із клубочковою.

При нефросклерозі протеїнурія є незначною (0,1–0,2 %). Це пояснюється прогресуючим зменшенням кількості функціонуючих клубочків і зниженням внаслідок цього фільтрації білка.

*Післяниркова протеїнурія* розвивається при захворюваннях сечового міхура, уретри та уролітіазі. Кількість білка в сечі при цьому не перевищує 1 г/л.

Ниркова протеїнурія від післяниркової відрізняється більшим умістом білка в сечі (при післянирковій він рідко перевищує 1 г/л), наявністю в осаді сечі циліндрів та іншими симптомами ураження нирок. Трапляються випадки одночасного ураження нирок і сечовивідних шляхів. Така протеїнурія називається *змішаною*.

Протеїнурія також діагностується при захворюванні статевих органів: у самок – при запаленнях матки і піхви, у самців – при запаленні передміхурової залози. Якщо білок до сечі домішується зі статевих органів, то протеїнурія є *несправжньою*.

## **2.2. ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ ГЛЮКОЗИ В СЕЧІ**

У сечі здорових тварин містяться сліди глюкози, які не виявляються хімічними реакціями, що застосовуються в лабораторіях, а тому сечу прийнято вважати вільною від глюкози та інших цукрів. Уміст глюкози слід визначати відразу після одержання сечі, оскільки за зберігання проб при кімнатній температурі під дією ферментів мікроорганізмів і грибків відбувається ферментативне зброджування вуглеводів. Серед усіх цукрів сечі найбільш важливе значення має вміст глюкози, оскільки інші вуглеводи в ній містяться в незначній кількості.

Уміст глюкози досліджують якісними і кількісними пробами. Для експрес-аналізу використовують індикаторні смужки. Якісні проби ґрунтуються на відновлювальних властивостях глюкози. Це проби Бенедикта, Гайнеса, Ніляндера, Фелінга та ін. Кількісне визначення цукрів у сечі проводять методом зброджування в цукрометрах Ейнгорна, Ласара-Кона, Альтгаузена, орто-толуїдиновим та глюкозо-оксидазним методами.

### **ЯКІСНІ РЕАКЦІЇ ВИЗНАЧЕННЯ ГЛЮКОЗИ В СЕЧІ**

#### **2.2.1. Проба Гайнеса**

*Принцип методу.* Глюкоза у лужному середовищі окиснюється гідратом окису міді  $[Cu(OH)_2]$ , що утворюється з міді сульфату. При нагріванні міді гідроксид (блакитного кольору) відновлюється, утворюючи гідрат закису міді жовтого кольору  $[Cu(OH)]$ , який може розпадатися з утворенням закису міді  $(Cu_2O)$  червоного кольору. Чутливість проби – близько 0,03 %.

*Приготування реактиву Гайнеса.* 0,5 г міді сульфату ( $CuSO_4$ ) розчиняють у 250 мл суміші, приготовленої з рівних об'ємів дистильованої води і чистого гліцерину. До отриманої рідини додають 100 мл розчину натрію гідроксиду (12,5 г  $NaOH$  + 100 мл дистильованої води). Реактив зберігають у посуді з темного скла.

*Хід визначення.* В пробірку наливають 1–2 мл реактиву Гайнеса і підігрівують до кипіння. На гарячий реактив піпеткою нашаровують 1–2 мл попередньо підлуженої і профільтрованої сечі. За наявності глюкози на межі двох рідин утворюється золотисте кільце, а весь реактив поступово мутніє.

Проба дуже чутлива і може бути використана для дослідження сечі домашніх тварин усіх видів.

### **2.2.2. Проба Ніляндера**

(проба на відновлення вісмуту)

*Принцип методу.* За наявності глюкози в сечі, вісмуту нітрат (тривалентний вісмут) при нагріванні спочатку відновлюється у вісмуту оксид коричневого кольору, а у подальшому – до металічного вісмуту (чорне забарвлення рідини).

*Приготування реактиву Ніляндера.* 2,0 г вісмуту нітрату змішують у ступці з 4,0 г сегнетової солі і отриману суміш розчиняють у 100 мл 10 %-ного розчину натрію гідроксиду ( $NaOH$ ). Розчин фільтрують. Реактив нестійкий при зберіганні.

*Хід визначення.* В пробірку наливають 3–5 мл профільтрованої сечі, додають 1–2 мл реактиву Ніляндера, обережно нагрівають суміш і кип'ятять протягом 3 хв, тримаючи над полум'ям верхню частину пробірки. За наявності глюкози в сечі на початку кип'ятіння рідина поступово набуває темно-коричневого, а потім – чорного забарвлення. *Чутливість проби становить 0,05%.*

*Примітка.* За наявності білка і альбумоз у сечі кип'ятінням з вісмуту нітратом (III) у лужному середовищі від'єднується сірка і утворюється вісмуту сульфат (III) з розвитком чорного забарвлення, так як і в реакції за наявності глюкози у сечі. Чорне забарвлення рідини в пробірці з відновленням вісмуту утворюється також за наявності в сечі деяких препаратів (саліцилова кислота, антипірин та ін.).

### **2.2.3. Проба з сегнетовою сіллю**

Для аналізу беруть два реактиви – 5 %-ний розчин міді сульфату ( $CuSO_4$ ) і 20 %-ний розчин сегнетової солі в 4 %-ному розчині  $KOH$  (100 мл).



*Хід визначення.* В пробірку наливають 1,5 мл розчину міді сульфату і 3 мл розчину сегнетової солі. Суміш реактивів обережно підігрівають до кипіння і на гарячий реактив нашаровують 4,5 мл підігрітої сечі. За наявності глюкози у сечі рідина набуває жовтого забарвлення і настає її помутніння.

## **КІЛЬКІСНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ЦУКРІВ У СЕЧІ**

Кількісне визначення цукрів у сечі проводять шляхом зброджування у цукрометрах Ейнгорна, Ласара-Кона, Альтгаузена, а також поляризаційним, орто-толуїдиновим і глюкозо-оксидазним (ферментативним) методами.

### **2.2.4. Визначення глюкози глюкозо-оксидазним методом**

*Принцип методу.* Глюкоза в присутності глюкозооксидази окиснюється до глюконової кислоти і перекису водню, який у присутності пероксидази взаємодіє з фенолом і 4-амінофеназоном з утворенням хіноніміну червоно-фіолетового кольору, інтенсивність забарвлення якого є прямо пропорційною концентрації глюкози в сечі.

*Обладнання:* фотоелектроколориметр, фотометр, спектрофотометр (довжина хвилі 500–546 нм), кювети з товщиною робочого шару 5 або 10 мм.

*Реактиви:* 1) розчини ферментів – пероксидаза 7500 У/л; 2) буферний розчин – фосфатний буфер (рН 7,4); 3) антикоагулянт – суха суміш 0,536 г натрію щавелевокислого і 3,4 г натрію хлориду; 4) стандартний розчин глюкози – 10,0 ммоль/л (1802 мг/л).

*Приготування робочого розчину.* У колбу ємністю 200 мл перенести вміст флакона з буферним розчином, додати 100–120 мл дистильованої води, розчин ферментів і довести до мітки дистильованою водою.

*Хід визначення.* В дослідну пробірку піпеткою відбирають 0,02 мл сечі і додають 2,0 мл робочого розчину. Перемішують, витримують 20 хв при кімнатній температурі (+ 18–25 °С), або 12 хв при температурі 37 °С.

Контрольний розчин – 0,02 мл 0,85 %-ного розчину натрію хлориду і 2,0 мл робочого розчину (інкубація проводиться аналогічно дослідному зразку).

Визначають екстинцію дослідної проби проти контролю при довжині хвилі 500–546 нм.

Результат визначають за формулою:

$$X \text{ (ммоль/л)} = 10 \times D_{\text{п}} \text{ (дослідна проба)} \times \text{коэф. розведення.}$$

*Примітка.* Сечу перед дослідженням розвести у 10–50 разів.

### 2.2.5. Визначення глюкози за кольоровою реакцією з ортотолуїдином

*Принцип методу.* Глюкоза при нагріванні з ортотолуїдином (**реактив токсичний!**) у розчині оцтової кислоти утворює сполуку, інтенсивність кольору якої пропорційна концентрації глюкози.

*Обладнання:* ФЕК-56 М, КФК-2 або КФК-3, водяна баня.

*Реактиви:* 1) 3 %-ний розчин трихлорооцтової кислоти (ТХОК); 2) ортотолуїдиновий реактив: у 94 мл льодяної оцтової кислоти розчиняють 0,15 г тіосечовини і додають 6 мл ортотолуїдину. Реактив стійкий при зберіганні в холодильнику; 3) 500 мг%-ний стандартний розчин глюкози, приготовлений у 0,2 %-ному розчині бензойної кислоти.

*Хід визначення.* У пробірку вносять 1,8 мл 3 %-ного розчину ТХОК і додають до неї 0,2 мл свіжої або стабілізованої сечі. Центрифугують 15 хв при 1500 об/хв. У чисту пробірку відбирають 0,5 мл центрифугату і додають 4,5 мл ортотолуїдинового реактиву. Пробірки ставлять у киплячу водяну баню (вода має безперервно кипіти) точно на 8 хв, потім виймають їх, одразу охолоджують під проточною водою. Оптичну щільність вимірюють на фотоелектроколориметрі (ФЕК-56М, КФК-2, КФК-3) при довжині хвилі 590–650 нм (оранжевий або червоний світлофільтр) у кюветі з товщиною шару 1 см. Контроль: 0,5 мл ТХОК + 4,5 мл ортотолуїдинового реактиву.

Стандартна проба ставиться як і дослідна, але замість сечі беруть стандартний розчин глюкози з концентрацією 50–100 мг/100 мл.

Розрахунок проводять за формулою:

$$C = C_{cm} \times \frac{E_{\delta}}{E_{cm}},$$

де  $C$  – концентрація глюкози у пробі, мг/100 мл крові;  $C_{cm}$  – концентрація глюкози у стандарті;  $E_{\delta}$  – оптична щільність дослідної проби;  $E_{cm}$  – оптична щільність стандарту.

**Примітка.** Сечу перед дослідженням розвести у 10–50 разів.

### 2.2.6. Експрес-метод визначення кількості глюкози в сечі

Проводиться за допомогою діагностичних смужок ГлюкоФАН, Пента ФАН, НонаФАН (*La-Chema*, Чехія). Діагностичну смужку необхідно опустити у свіжу сечу і не пізніше 1 хв порівняти її забарвлення з відповідною кольоровою шкалою на тубусі. Результат виражається в ммоль глюкози на 1 л сечі.

## ДІАГНОСТИЧНЕ ЗНАЧЕННЯ ГЛЮКОЗУРІЇ

Виділення глюкози із сечею називають *глюкозурією*. Рівень глюкози в крові, за якого починається глюкозурія, називається *нирковим порогом*. У моногастричних тварин він становить 8–9 ммоль/л, у жуйних – 5–6, людини – 10 ммоль/л. При ураженні нирок канальці втрачають здатність до реабсорбції глюкози, тому величина порогу знижується, і глюкоза починає виділятися із сечею при нормальній її концентрації в крові.

*Глюкозурія* буває фізіологічною і патологічною. *Фізіологічна глюкозурія* спостерігається при поїданні тваринами великої кількості кормів, що містять цукор, після значного фізичного навантаження, у перед- і післяродовий періоди, при внутрішньовенному введенні глюкози і гіпертонічного розчину натрію хлориду. Короткочасна фізіологічна глюкозурія є наслідком збудження симпатичного відділу автономної нервової системи, що, очевидно, супроводжується посиленням розпадом глікогену в печінці.

*Патологічна глюкозурія* виникає при ураженні центральної нервової системи (*неінсулярна*), інсулярного апарату підшлункової залози та інших залоз внутрішньої секреції (*ендокринна*), а також при ураженні нирок (*ренальна*).

*Неінсулярна глюкозурія* розвивається при ураженні центральної нервової системи (сказ, чума собак, лістеріоз, менінгоенцефаліт, травми і пухлини мозку) та деяких отруєннях. Серед *ендокринних* глюкозурій виділяють глюкозурії, спричинені недостатньою секрецією інсуліну (діабетична), гіперфункцією надниркових залоз (мозкової речовини і рідше – кори), гіпофіза та щитоподібної залози. До цієї ж групи належить печінкова глюкозурія, яка спричинюється порушенням глікогеносинтезувальної функції печінки.

*Ренальна* глюкозурія зумовлюється зниженням реабсорбції глюкози в ниркових канальцях (“*ренальний діабет*”) і може спостерігатися при хворобах нирок (гломерулонефриті, нефротичному синдромі, нефросклерозі). У таких випадках рівень глюкози в крові нормальний або навіть дещо знижений. Зниження реабсорбції глюкози в канальцях виникає внаслідок зменшення активності ферментів, які забезпечують цей процес (гексокінази і глюкозо-6-фосфатази).

При маститах і закупорюванні дійок у тварин може розвиватися *лактозурія* – внаслідок зворотного надходження молочного цукру з молока в кров і сечу. Лактозурію від глюкозурії відрізняють постановкою зброджувальної проби. Галактоза в сечі (*галактозурія*) з’являється при ураженнях печінки, м’язовій дистрофії та панкреатиті. Поява інших цукрів у сечі спостерігається досить рідко.

## 2.3. ВИЗНАЧЕННЯ КЕТОНОВИХ ТІЛ У СЕЧІ

До кетонів належать ацетон, бета-оксимасляна та ацетооцтова кислоти. У здорових тварин сеча містить незначну кількість кетонів, які не визначаються якісними реакціями (проба Лестраде дозволяє виявити кетони в сечі від 1,7 ммоль/л і вище). Використання індикаторних смужок, виготовлених спеціально для кожного виду тварин, допомагає виявляти посилене виділення кетонів, концентрація яких є трохи вищою за верхню межу норми. Нині випускають смужки, за допомогою яких визначають приблизну концентрацію кетонів у сечі, а точну їх кількість досліджують у спеціальних дистиляційних апаратах.

### 2.3.1. Проба Лестраде

*Принцип методу.* Натрію нітропрусид при взаємодії з ацетоном сечі у лужному середовищі утворює комплексну сполуку, що забарвлюється у вишнево-червоний колір.

*Приготування реактиву.* 1,0 г натрію нітропрусиду ( $Na_2[Fe(CN)_5NO]$ ) змішують з 20,0 г амонію сульфату  $[(NH_4)_2SO_4]$  і 20,0 г натрію карбонату ( $Na_2CO_3$ ) безводного. Реактив зберігають у флаконі зі скла темного кольору.

*Хід визначення.* На предметне скло насипають 0,1–0,2 г реактиву Лестраде (набирають на кінець скальпеля) і додають 2–3 краплі сечі. При позитивній реакції утворюється рожеве або червоно-фіолетове забарвлення.

### 2.3.2. Проба Ротера

*Принцип методу* такий же, як і проби Лестраде.

*Реактиви:* 1) сульфат амонію  $(NH_4)_2SO_4$  в порошок; 2) аміак концентрований; 3) 5 %-ний свіжоприготовлений розчин натрію нітропрусиду ( $Na_2[Fe(CN)_5NO]$ ).

*Хід визначення.* В пробірку наливають 5–8 мл сечі і насичують її амонію сульфатом. Додають 2 або 3 краплі концентрованого аміаку і 5 крапель розчину натрію нітропрусиду, перемішують. Утворюється темно-червоне або фіолетове забарвлення.

### 2.3.3. Проба Росса

*Приготування реактиву Росса.* 1,0 г натрію нітропрусиду змішують з 99 г амонію сульфату.

*Хід визначення.* У пробірку насипають 1,0 г реактиву Росса, наливають піпеткою 5 мл сечі, додають 1 кристалик NaOH і перемішують. Результати реакції читають через 5 хв при температурі не менше 18 °С. За наявності кетонових тіл у сечі вміст пробірки забарвлюється у червоно-фіолетовий колір.

### **2.3.4. Експрес-метод визначення кількості кетонових тіл**

Нині випускають діагностичні індикаторні смужки, за допомогою яких визначають приблизну концентрацію кетонових тіл у сечі: “Кето-тест” (Росія), Кето ФАН і Діа ФАН (*La-Chema*, Чехія), *Penta* ФАН. Діагностичну смужку опускають в сечу і протягом 1 хв порівнюють колір із стандартом, який нанесений на тубус. В основі тесту лежить реакція Легала. Проба більш чутлива до ацето-оцтової кислоти, ніж до ацетону, і не чутлива до  $\beta$ -гідроксимаєляної кислоти. Кольорова шкала на етикетці відображає концентрацію ацето-оцтової кислоти в сечі. Ця проба дозволяє виявити кетонові тіла у сечі від 1,5 до 15 ммоль/л.

### ***ДІАГНОСТИЧНЕ ЗНАЧЕННЯ КЕТОНУРІЇ***

У здорових коней вміст кетонових тіл у сечі становить 0,06–0,66 ммоль/л, у корів – 0,6–1,5, овець – 0,59–1,46 ммоль/л. Збільшення вмісту кетонових тіл у сечі називається *кетонурією*. Зумовлена вона недостатнім забезпеченням жуйних тварин енергією, легкоотравними вуглеводами в поєднанні з високим вмістом у раціонах білків і жирів та при згодовуванні кормів, які містять кетогенні речовини (масляну кислоту). Кетонурія є також наслідком тривалого голодування або виснаження тварин, а також підвищення температури тіла. Діагностують кетонурію при цукровому діабеті, нирковій глюкозурії, кетозі, діареях, тяжких інтоксикаціях, захворюваннях печінки, центральної нервової системи (сказ, лістеріоз, еклампсія). Визначення кетонових тіл у сечі є високоінформативним і раннім тестом при діагностиці прихованої форми кетозу корів і овець.

### **2.4. ВИЗНАЧЕННЯ БІЛІРУБІНУ В СЕЧІ**

У сечі здорових тварин білірубін звичайними методами лабораторного дослідження не визначається. При патології в сечі може міститися лише кон'югований (зв'язаний, прямий) білірубін. Некон'югований (вільний, непрямий) білірубін не розчиняється у воді і не проходить че-

рез ниркові клубочки, тому в сечі його не виявляють. Уміст білірубину в сечі визначають якісними і кількісними реакціями та індикаторними смужками. З якісних реакцій застосовують проби Розіна, Фуше, Франка, які ґрунтуються на окисненні білірубину в білівердин, що надає пробі зеленуватого забарвлення. Для великої рогатої худоби інформативною є проба Франка (із розчином метиленового синього). Кількість білірубину в сечі досліджують уніфікованим методом Ієндрашика, Клегорна і Грофа.

### 2.4.1. Проба Розіна

*Принцип методу* ґрунтується на властивості білірубину окиснюватися в білівердин у присутності речовин-окиснювачів (йод, азотна і трихлороцтова кислоти).

*Реактив:* 1) розчин Люголя (1 г йоду і 2 г калію йодиду розчиняють у 300 мл дистильованої води); або 2) 1 %-ний спиртовий розчин йоду.

*Хід визначення.* До 4–5 мл сечі нашаровують розчин Люголя чи 1 %-ний спиртовий розчин йоду. За наявності в сечі білірубину на межі двох рідин утворюється зелене кільце.

### 2.4.2. Проба Фуше

*Принцип методу* ґрунтується на окисненні білірубину заліза хлоридом у білівердин після осадження барію хлоридом.

*Реактиви:* 1) 15 %-ний розчин барію хлориду; 2) реактив Фуше (100 мл 25%-ного розчину трихлороцтової кислоти + 10 мл 10 %-ного розчину заліза півторахлорного).

*Хід визначення.* До 10–12 мл досліджуваної сечі додають 5–6 мл 15 %-ного розчину барію хлориду, перемішують (барію хлорид осаджує білірубін). Уміст пробірки фільтрують. На витягнутий з лійки фільтр (попередньо його розправляють на сухому фільтрувальному папері) наносять 2–3 краплі реактиву Фуше. За наявності в сечі білірубину на фільтрі з'являється зелено-синє чи блакитне забарвлення. Ця проба є однією з найбільш чутливих і застосовується у випадках, коли отримані неясні чи сумнівні результати з іншими реактивами.

### 2.4.3. Експрес-метод визначення білірубину в сечі

Використовують індикаторні смужки ГексаФАН, Гепта-, Окта-, Нона-ФАН СГ, Дека-ФАН АСКО, Дека-ФАН Лейко, Ікто-ФАН (*La-Chema*,

Чехія). На визначення білірубину не впливає рН сечі, проте її слід оберігати від дії прямого сонячного проміння, оскільки це призводить до зниження показників або отримання негативного результату.

### **ДІАГНОСТИЧНЕ ЗНАЧЕННЯ БІЛІРУБІНУРІЇ**

У здорових тварин білірубін у сечі якісними пробами не виявляється. Виділення білірубину із сечею називають *білірубінурією*. Наявність його в сечі свідчить про глибокі порушення в гепатобіліарній системі, коли кількість кон'югованого білірубину в крові перевищує рівень ниркового порогу. При білірубінурії сеча темніє, набуває жовто-зеленого відтінку, піниться.

Дослідження білірубину в сечі має важливе значення при диференційній діагностиці жовтяниць. Білірубінурія спостерігається при тяжких ураженнях печінки (гепатит, гепатодистрофія, цироз) та жовчовивідних шляхів (жовчнокам'яна хвороба, ехінококоз, новоутворення), що супроводжуються розвитком паренхіматозної і механічної жовтяниці. Причиною білірубінурії при паренхіматозній жовтяниці є проникнення кон'югованого білірубину в кров унаслідок руйнування і некрозу гепатоцитів. За непрохідності жовчних шляхів (механічна жовтяниця) у них виникає застій жовчі, у результаті чого пошкоджуються жовчні капіляри, через які кон'югований білірубін проникає в кров'яне русло, а з кров'ю заноситься в нирки і виділяється із сечею. При гемолітичній жовтяниці білірубінурія відсутня, оскільки в крові нагромаджується лише некон'югований (вільний, непроведений через печінку) білірубін, який не розчиняється у воді і не може виділитися нирками із сечею. Таким чином, білірубінурія властива лише механічній і паренхіматозній жовтяницям (табл. 2).

Таблиця 2 – Диференціація жовтяниць за результатами дослідження сечі

| Показники        | Жовтяниці   |                |           |
|------------------|-------------|----------------|-----------|
|                  | гемолітична | паренхіматозна | механічна |
| Білірубінурія    | –           | +              | +         |
| Уробіліногенурія | +           | +              | –         |

### **2.5. ВИЗНАЧЕННЯ УРОБІЛІНОГЕНУ ТА УРОБІЛІНУ І ЖОВЧНИХ КИСЛОТ У СЕЧІ**

Для якісного визначення уробіліну існує цілий ряд проб: Флоренса-Комарицина, Богомолова, Шлізінгера. Виявляють уробілінурію також індикаторними смужками відразу після сечовиділення, коли уробіліно-

ген окиснюється в уробілін. Мінімальна кількість уробіліногену в сечі, яку можна виявити індикаторними смужками, становить 17 мкмоль/л (1 мг/100 мл), максимальна – 203 мкмоль/л.

### **2.5.1. Проба Флоренса-Комарицина**

*Принцип методу.* Для визначення уробілінових тіл у сечі з неї попередньо видаляють білірубін і гемоглобін (за наявності). Для цього до 8 мл досліджуваної сечі додають 2 мл 10 %-ного розчину кальцію хлориду (чи барію хлориду) і кілька крапель концентрованого розчину аміаку до лужної реакції. Отриману суміш фільтрують і у фільтраті визначають уробілін. З соляною кислотою уробілін утворює сполуку, зафарбовану в червоний колір.

*Реактиви:* 1) концентрована сірчана кислота; 2) етиловий спирт; 3) концентрована соляна кислота.

*Хід визначення.* До 8–10 мл сечі додають декілька крапель концентрованої сірчаної кислоти (для підкислення), збовтують і додають 1–2 мл етилового або сірчаноокислого ефіру. Пробірку щільно закривають корком і обережно змішують рідини. В іншу пробірку вносять 2–3 мл концентрованої соляної кислоти. З першої пробірки піпеткою відбирають ефірну витяжку і нашаровують її на соляну кислоту в другій пробірці. На межі двох рідин у присутності уробіліну утвориться рожеве або червонувато-коричневе кільце, інтенсивність забарвлення якого пропорційна вмісту уробіліну в сечі.

### **2.5.2. Проба Богомолва**

*Принцип методу.* Уробілін з міді сульфатом утворює сполуку червоно-рожевого кольору.

*Реактив:* 1) 10 %-ний розчин міді сульфату; 2) хлороформ; 3) соляна кислота.

*Хід визначення.* До 8–10 мл профільтрованої сечі додають 10 крапель 10 %-ного розчину міді сульфату. Якщо після внесення розчину  $\text{CuSO}_4$  з'являється помутніння внаслідок утворення міді гідроокису, додають кілька крапель соляної кислоти до просвітління розчину. Через 5 хв додають 1–1,5 мл хлороформу. Утворення в осаді після перемішування розчину рожево-червоного забарвлення свідчить про уробілінурію.

## **ДІАГНОСТИЧНЕ ЗНАЧЕННЯ УРОБІЛІНОГЕНУРІЇ**

Уробіліноген є похідним проведеного через печінку білірубину й утворюється в позапечінкових жовчних шляхах і кишечнику з білірубі-



ну під впливом ферментів мікроорганізмів. У кишечнику частина його всмоктується в кров і через ворітну вену надходить у печінку, де повністю руйнується. Таким чином, у здорових тварин уробіліноген не виділяється із сечею.

Основна кількість білірубіну й уробіліногену в кишечнику перетворюється в стеркобіліноген, який майже повністю виділяється з калом. На повітрі стеркобіліноген окиснюється в стеркобілін. Лише незначна кількість його всмоктується в систему каудальної порожнистої вени і виводиться із сечею, але ця кількість настільки мала, що не виявляється якісними методами.

Уробіліноген і стеркобіліноген часто об'єднують в одну групу – уробіліногенових тіл, які на повітрі окиснюються і перетворюються в уробілінові тіла. Підвищення кількості уробіліногенових тіл у сечі, коли вони виявляються за допомогою якісних реакцій, називається *уробіліногенурією*.

Уробіліногенурія є показником паренхіматозної або гемолітичної жовтяниці (див. табл. 2). При ураженні печінки (паренхіматозна жовтяниця) уробіліноген не повністю руйнується гепатоцитами, заноситься кров'ю в нирки і виділяється із сечею. Відразу після виділення уробіліноген під дією кисню перетворюється в уробілін.

Збільшення кількості уробіліну в сечі називають *уробілінурією*. Уробіліногенурія спостерігається не лише при паренхіматозній жовтяниці, а й при гемолітичній, коли утворюється велика кількість уробіліногену, який, очевидно, не встигає розщеплюватися в печінці. Окрім того, при цій жовтяниці в кишечнику утворюється багато стеркобіліногену, який, обминаючи печінку, потрапляє в нирки і виводиться із сечею. Виділення стеркобіліногену із сечею спостерігається також при кишкових захворюваннях (ентероколіти, завороти, інвагінація), коли він із товстих кишок всмоктується в кров і надходить у нирки.

Відсутність уробіліногену в сечі при збільшенні вмісту білірубіну в крові і сечі свідчить про наявність в організмі механічної жовтяниці. При усуненні механічної перешкоди в жовчному протоці виникає уробілінурія, яка є сприятливим показником.

### **2.5.3. Визначення вмісту жовчних кислот у сечі**

Наявність жовчних кислот у сечі визначають за допомогою проб, які знижують її поверхневий натяг. До них належать проба Гай-Крафта з порошком сірки та проба з метиленовим синім. Збільшення вмісту жовч-

них кислот у сечі спостерігається при паренхіматозній і механічній жовтяницях, коли розвивається синдром холемії.

**Проба Гай-Крафта.** На поверхню сечі в пробірку насипають щіпку сірчаного цвіту в порошку. Якщо сірчаний цвіт не тоне, значить жовчні кислоти відсутні. Швидко занурення сірчаного цвіту на дно пробірки вказує на вміст у сечі більше 0,01 % жовчних кислот.

**Проба з метиленовим синім.** В одну пробірку наливають дистильовану воду, в другу – сечу. Додають по 1 краплі 0,2 %-ного розчину метиленового синього. При позитивній реакції в пробірці з сечею з'являється зелене забарвлення.

## 2.6. ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ КРОВІ І КРОВ'ЯНИХ ПІГМЕНТІВ У СЕЧІ

У сечі можуть виявлятися кров і кров'яні пігменти (гемоглобін, метгемоглобін, гемосидерин, сульфогемоглобін), а також м'язовий білок – міоглобін. У сечі здорових тварин мікроскопією осаду можна виявити лише поодинокі еритроцити. Наявність крові в сечі називають *гематурією*. Візуально домішки крові в сечі (*макрогематурію*) можна виявити при вмісті в 1 мкл 25 тис. еритроцитів. Сеча в такому випадку набуває червоного кольору і в ній утворюється осад згустку крові.

Якщо кров не змінює колір сечі і її виявляють лише за допомогою хімічних реакцій чи мікроскопії осаду, то це свідчить про розвиток *мікрогематурії*. Якісне визначення крові та її пігментів проводять за допомогою бензидинової проби та реакції з гваяковим настоєм. Індикаторними смужками можна також визначити кількість крові та її пігментів у сечі, а більш точно концентрацію гемоглобіну визначають геміглобінціанідним методом.

### ЯКІСНІ РЕАКЦІЇ НА КРОВ

#### 2.6.1. Бензидинова проба

*Принцип методу.* В основі проби лежить здатність пігментів крові забирати кисень від його носіїв і легко передавати його бензидину, який у результаті реакції окиснюється (гемоглобін руйнує водню пероксид, а кисень, що вивільняється, окиснює бензидин).

*Приготування реактиву.* Невелику кількість бензидину (набирають на кінчик скальпеля) розчиняють у 0,5 мл льодяної оцтової кислоти і до суміші додають 5 мл 3 %-ного розчину водню пероксиду. Реактив готується перед використанням.

*Хід визначення.* У пробірку наливають 1–2 мл реактиву і обережно піпеткою нашаровують 1–2 мл сечі. За наявності в сечі пігментів крові на межі рідин утворюється смарагдово-зелене кільце, а рідина у пробірці поступово набуває зеленого, а згодом – синього забарвлення. *Проба дуже чутлива.*

### **2.6.2. Проба Колло**

(з лужним розчином фенолфталеїну)

*Приготування лужного розчину фенолфталеїну.* 2,0 г фенолфталеїну розчиняють у 100 мл 20 %-ного розчину КОН або NaOH. Розчин кип'ятять і при постійному перемішуванні додають 10,0 г металічного цинку (порошок). Кип'ятіння продовжують до повного знебарвлення розчину. Після охолодження розчин зберігають у флаконі з темного скла.

*Хід визначення.* У пробірку набирають 1–2 мл сечі, додають 1–2 мл 2 %-ного спиртового розчину оцтової кислоти і 2–3 краплі водню перекису. До цієї суміші додають 5–10 крапель лужного розчину фенолфталеїну. За наявності у сечі крові рідина у пробірці набуває малинового забарвлення. *Реакція специфічна і дуже чутлива.*

### **2.6.3. Гваякова проба**

*Принцип методу.* Проба ґрунтується на здатності пігментів крові від'єднувати кисень у його носіїв і передавати гваяковій смолі, що легко окиснюється з утворенням білого кільця на межі двох рідин.

*Приготування реактив.* 10 крапель 0,5 %-ного спиртового розчину гваякової смоли, приготовленого на 90° етиловому спирті, змішують із 10 краплями озонованої терпентинової олії або 5–6 краплями водню перекису.

*Хід визначення.* В пробірку набирають 1–2 мл підкисленої і профільтрованої сечі і обережно нашаровують приготовлену суміш. За наявності у сечі крові на межі двох рідин утворюється біле кільце, яке поступово забарвлюється у темно-синій колір. При струшуванні вся суміш забарвлюється у синій колір.

### **2.6.4. Визначення міоглобіну в сечі**

*Принцип методу.* Суть методу полягає в осадженні міоглобіну амонію сульфатом і властивості міоглобіну набувати червоно-коричневого забарвлення.

*Реактив:* амонію сульфат кристалічний.

*Хід визначення.* У 5 мл сечі розчиняють 2,8 г амонію сульфату, суміш фільтрують. Якщо фільтрат набуває червоно-коричневого забарвлення, це означає, що в сечі є міоглобін, а якщо фільтрат не змінює забарвлення, то в сечі – гемоглобін.

Сеча здорових тварин не містить міоглобіну. Наявність міоглобіну в сечі спостерігається при паралітичній міоглобінурії і травмах м'язів.

## **ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ ГЕМОГЛОБІНУ В СЕЧІ**

Кількість гемоглобіну в сечі визначається геміглобінціанідним та колориметричним (за Салі) методами і експрес-набором Nepta-Phan (*La-Chema*, Чехія).

### **2.6.5. Визначення вмісту гемоглобіну в сечі методом Салі**

*Принцип методу.* Гемоглобін крові в розчині соляної кислоти перетворюється в солянокислий гематин, який порівнюється з гематином визначеної концентрації, взятої як стандарт.

*Обладнання:* гемометр Салі, очні піпетки, скляні палички, капіляр на 20 мкм.

*Реактиви:* 0,1 N-ний розчин соляної кислоти.

*Хід визначення.* У середню пробірку (до мітки 2) очною піпеткою наливають 0,1 N-ний розчин HCl. Капіляром набирають 20 мкл (0,02 мл) сечі, кінчик його витирають ватою і сечу обережно видувають на дно пробірки, а верхнім шаром кислоти промивають капіляр. Обережно перемішують і залишають на 5 хв. Внаслідок гемолізу еритроцитів із гемоглобіну утворюється солянокислий гематин коричневого кольору. У пробірку додають по краплях дистильовану воду, перемішуючи вміст пробірки скляною паличкою до тих пір, поки колір у ній не порівняється з кольором стандартів. Кількість гемоглобіну у грамах на 100 мл визначають за нижнім меніском рідини. У міжнародній системі (SI) кількість гемоглобіну визначають у грамах на 1 літр, тому одержаний результат необхідно помножити на 10.

### **2.6.6. Визначення вмісту гемоглобіну геміглобінціанідним методом**

*Принцип методу.* Гемоглобін при взаємодії з калієм заліzosинеродистим (червона кров'яна сіль) окиснюється у метгемоглобін, що утворює

з ацетонціангідрином кольоровий геміглобінціанід, інтенсивність забарвлення якого пропорційна концентрації гемоглобіну.

*Обладнання:* фотоелектроколориметр, піпетки мірні на 0,02 мл і 5 мл; пробірки; колби мірні на 250 мл та 1 л.

*Реактиви:* ацетонціангідрин (2 ампули по 0,5 мл – 0,47 г); суміш реактивів (2 флакони по 1,2 г), у т. ч. калій заліzosинеродистий – 0,2 г, натрій двовуглекислий – 1,0 г; стандартний розчин гемоглобінціаніду (зберігається у холодильнику при +4 °С).

*Хід визначення.* До 5 мл робочого розчину в пробірку додають 0,02 мл сечі і перемішують. Через 10 хвилин записують показники фотоелектроколориметра при довжині хвилі 540 нм (зелений світлофільтр) у кюветі шириною 10 мм проти контрольної проби (робочий розчин або дистильована вода). За формулою або калібрувальним графіком визначають уміст гемоглобіну в сечі (г/100 мл або г/л):

$$Hb_{(г/100мл)} = \frac{E_{он}}{E_{ст}} \times 59,75 \times 251 \times 0,001,$$

де  $E_{он}$  – екстинція дослідної проби;  $E_{ст}$  – екстинція стандартного розчину; 59,75 – концентрація геміглобінціаніду в стандартному розчині; 251 – розведення сечі; 0,001 – коефіцієнт для перерахунку мг/100 мл у г/100 мл.

### **ДІАГНОСТИЧНЕ ЗНАЧЕННЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПІГМЕНТІВ КРОВІ**

Гематурія буває *справжньою*, якщо вона виникає в результаті ураження органів сечової системи, і *несправжньою*, коли є наслідком домішування крові із статевих органів. *Справжня гематурія буває нирковою, позанирковою та змішаною.* *Ниркова* гематурія спостерігається при гострому гломерулонефриті, загостренні хронічного перебігу гломерулонефриту, при сибірці, чумі свиней, тяжкому перебігу С- і К-гіповітамінозів, деяких інтоксикаціях, при застійній нирці у хворих із недостатністю серця, злоякісній пухлині і травмах нирок.

*Позаниркова* гематурія виникає при запаленні та травмах сечовивідних шляхів і сечового міхура, сечокам'яній хворобі, гострому пієліті, злоякісних пухлинах сечового міхура, хронічній гематурії великої рогатої худоби, яка є, по суті, хронічним запаленням сечового міхура. Це захворювання характеризується кровотечею в порожнину міхура з ерозій, виразок або папіломатозних утворень на його слизовій оболонці.

Кров у сечі є давно відомим симптомом. Ще Гіппократ стверджував, що цей симптом є свідченням ураження нирок або сечового міхура. У зв'язку з цим виникає необхідність диференціації причин гематурії.

*Ниркову* та *позаниркову* гематурію диференціюють, передусім, так званою “пробою трьох склянок”. При кровотечі з уретри кров виявляють лише на початку сечовиділення (перша посудина), при ураженні сечового міхура – у кінці його (третя посудина), а при ураженні нирок – у всіх трьох посудинах. Крім того, безсумнівним доказом ниркового походження гематурії є наявність в осаді сечі еритроцитарних циліндрів, які є зліпками каналців. Звертають також увагу на співвідношення кількості еритроцитів і білка в сечі. Якщо еритроцитів у сечі міститься мало (10–20 в полі зору), а білка – понад 1 г/л, то гематурія є нирковою. І навпаки, значна кількість еритроцитів у сечі (50–100 і більше в полі зору) в поєднанні з відсутністю еритроцитарних циліндрів і кількістю білка менше 1 г/л є показником позаниркової гематурії.

Виділення із сечею гемоглобіну називають *гемоглобінурією*. Вона буває первинною і вторинною. Первинна гемоглобінурія є наслідком масового гемолізу еритроцитів у кров’яному руслі, коли гемоглобін, що звільняється, не встигає повністю перетворитися в білірубін. Вторинна гемоглобінурія зумовлена виходом гемоглобіну з еритроцитів уже в сечі при їх розпаді. Первинна гемоглобінурія є важливим симптомом гемолітичної хвороби поросят, післяпологової гемоглобінурії корів, пароксизмальної гемоглобінурії телят, лептоспірозу, кровопаразитарних хвороб (бабезіоз, нуталіоз, піроплазмідоз) та деяких інтоксикацій. Сеча при гемоглобінурії набуває буро-червоного кольору.

При виділенні міоглобіну (*міоглобінурія*) сеча має червоний або темно-коричневий колір. Міоглобінурія спостерігається при травмах м’язів, міопатозі та паралітичній міоглобінурії коней.

## **2.7. ВИЗНАЧЕННЯ ПРОДУКТІВ ЗАЛИШКОВОГО АЗОТУ В СЕЧІ**

### **2.7.1. Визначення залишкового азоту в сечі колориметричним методом із реактивом Неслера**

*Принцип методу.* Метод складається з двох етапів: а) спалювання органічних речовин сечі концентрованою сірчаною кислотою (азот у вигляді аміаку зв’язується сірчаною кислотою з утворенням амонію сірчанокиислого); б) колориметричного визначення кількості аміаку, зв’язаного реактивом Неслера; при взаємодії його з амонію сульфатом інтенсивність бурувато-жовтого забарвлення залежить від кількості аміаку й, відповідно, азоту в сечі.

*Обладнання.* Електроплитка з асбестовою сіткою, КФК, колби Кьельдаля, мірні циліндри на 25 мл.

*Реактиви:* 1) концентрована сірчана кислота; 2) водню перекис; 3) реактив Неслера; 4) стандартний розчин амонію сульфату.

*Хід визначення.* 1. *Окиснення за методом Кьельдаля.* У колбу Кьельдаля вносять 1 мл розведеної в 10 разів сечі, додають 1 мл концентрованої сірчаної кислоти. Паралельно готують контрольну пробу з дистильованою водою. Обидві колби 40 хв кип'яють під витяжкою на асбестовій сітці, потім додають по 1–2 краплі водню перекису і продовжують спалювання до знебарвлення вмісту колб. Після охолодження в колби додають по 3 мл дистильованої води і їх вміст зливають у мірні циліндри. Колби два рази змивають дистильованою водою (по 3 мл), збираючи змиви у відповідні мірні циліндри. Потім об'єм рідини в мірних циліндрах доводять до 10 мл і ретельно перемішують скляною паличкою. Так отримують мінералізовану сечу, розведену в 100 разів.

2. *Колориметрування.* Піпеткою із кожного мірного циліндра відбирають по 1 мл мінералізату і переносять у два інших мірних циліндри об'ємом 25 мл, додають по 13 мл дистильованої води і 1 мл реактиву Неслера. В дослідній пробі з'являється жовто-оранжеве забарвлення, оптична щільність якого визначається на КФК при довжині хвилі 430–460 нм у кюветі з робочою товщиною 10 мм проти контрольної проби.

3. *Побудова калібрувальної кривої.* Із основного стандартного розчину амонію сульфату готують серію робочих розчинів з вмістом 0,01 мг; 0,02; 0,04; 0,08; 0,12; 0,16 і 0,20 мг азоту в 1 мл. До 1 мл кожного стандартного розчину в мірному циліндрі на 25 мл додають по 13 мл дистильованої води та по 1 мл реактиву Неслера і колориметрують. За показниками оптичної щільності стандартних робочих розчинів будують калібрувальну криву. Знайдений показник залишкового азоту сечі множать на 100 (ступінь розведення сечі).

Вміст загального азоту в добовій сечі (г) розраховують за формулою:

$$X = \frac{C \times B \times D}{1000},$$

де  $C$  – вміст азоту в 1 мл розведеної сечі;  $B$  – розведення сечі (в 100 разів);  $D$  – добовий діурез;  $1000$  – коефіцієнт перерахунку в грами (із мг).

## **ДІАГНОСТИЧНЕ ЗНАЧЕННЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЗАЛИШКОВОГО АЗОТУ В СЕЧІ**

Амінокислоти, які не використані для синтезу білка і утворені внаслідок його розпаду в організмі, піддаються гідролізу з утворенням аміаку, вуглекислого газу і води. Частина аміаку виділяється з сечею у виг-

ляді солей амонію, проте він використовується для синтезу сечовини в печінці, яка є основним кінцевим продуктом обміну простих білків. Кінцевим продуктом розпаду складних білків – нуклеопротеїнів, крім сечовини, є сечова кислота.

Залишковий азот – це сума азотовмісних речовин сечі (азот сечовини, сечової кислоти, креатину, креатиніну, амінокислот, амонійних солей та ін.). Відомо, що 100 г білка містить 16 г азоту. Знаючи кількість азоту в сечі, можна розрахувати кількість використаного білка в організмі. 80–90 % азоту, який виділяється з організму, складає азот сечовини. Зміни в кількісному і якісному складі азоту сечі дають можливість робити висновки про стан білкового обміну в організмі, функціональний стан печінки, нирок, де утворюються азотисті речовини сечі. Зменшення кількості загального залишкового азоту в сечі, а також окремих його складових (сечовина, креатинін) свідчить про порушення фільтраційної здатності базальної мембрани гломерулярних капілярів, що спостерігається при нефротичному та гепаторенальному синдромах у високопродуктивних корів, а також у телят, хворих на колібактеріоз. При цьому кількість залишкового азоту в крові зростає.

## **2.7.2. Визначення сечовини в сечі**

### **2.7.2.1. Визначення сечовини в сечі**

*(за колірною реакцією з діацетилмонооксимом)*

*Принцип методу.* Діацетилмонооксим у кислому середовищі гідролізується до діацетилу, який, реагуючи з сечовиною, утворює комплекс червоно-рожевого забарвлення, що має максимальне поглинання при довжині хвилі 520 нм.

*Обладнання:* КФК-2, КФК-3, водяна баня, піпетки 0,2; 1 і 5 мл.

*Реактиви:* 1) кислий реагент – 100 мл – 0,06 %-ний розчин  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ; 10 %-ний розчин  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ; 0,003 %-ний  $\text{FeCl}_3$ ; 2) кольоровий реагент – 50 мл – 0,17 %-ний розчин діацетилмонооксиму (ДАМО); 0,04 %-ний розчин тіосемікарбазиду; 3) стандарт сечовини (16,65 ммоль/л) – 2 мл.

*Використовують набір реактивів НВФ “Simko-Ltd”, м. Львів.*

*Хід визначення.* Перед дослідженням сечу розводять дистильованою водою у співвідношенні 110:. До 0,02 мл розведеної сечі додають 1 мл кольорового реагенту (№ 2) і 2 мл кислого реагенту (№ 1). Пробірки щільно закривають гумовими корками, які обгорнуті алюмінієвою фольгою, та інкубують точно 10 хв у киплячій водній бані. Потім пробірки швидко охолоджують під струменем холодної води і не пізніше 10 хв



визначають оптичну густину досліджуваних зразків і стандарту при довжині хвилі 490–540 нм (максимальне поглинання 520 нм) проти контролю. Аналогічно обробляють 0,02 мл стандарту сечовини і контроль – 0,02 мл дистильованої води. Розрахунок проводять за формулою:

$$\text{Сечовина (ммоль/л)} = 16,65 \times 10 \times \frac{E_{\text{дн}}}{E_{\text{см}}},$$

де  $E_{\text{дн}}$  – екстинція дослідної проби;  $E_{\text{см}}$  – екстинція стандартного розчину; 16,65 – концентрація сечовини в стандартному розчині, ммоль/л, 10 – коефіцієнт розведення сечі.

**Примітки:** 1. Об'єми досліджуваних проб і реагентів можна пропорційно зменшувати чи збільшувати. Наприклад: до 0,01 мл проби (10 мкл) додають 0,5 мл кольорового реагенту (№ 2) і 1 мл кислого реагенту (№ 1). Обробляють, як написано вище (див. хід визначення). Як альтернативний варіант перед проведенням дослідів можна змішати 1 об'єм кольорового реагенту (№ 2) з 2-ма об'ємами кислого реагенту (№ 1) і використовувати цю суміш для проведення аналізу (0,02 мл проби + 3 мл суміші або 0,01 мл проби + 1,5 мл суміші і т.д.).

2. Приготування реактивів дається в посібниках: Клиническая лабораторная диагностика в ветеринарии: Справочное издание / И.П. Кондрахин, Н.В. Курилов, А.Г. Малахов и др. – М.: Агропромиздат, 1985. – С. 75–76; Методы ветеринарной клинической лабораторной диагностики: Справочник / И.П. Кондрахин, А.В. Архипов, В.И. Левченко и др.; Под ред. проф. И.П. Кондрахина. – М.: КолосС, 2004. – С. 100–101.

**Стабільність досліджуваних проб.** Сечовина в дослідних пробах зберігається до 8 годин при кімнатній температурі, до 72-х годин – при 2–8 °С, до 6 місяців – у замороженому стані.

### **2.7.2.2. Визначення сечовини в сечі** (за методом Марш)

**Принцип методу.** Сечовина утворює з діацетилмонооксидом у присутності тіосемікарбазиду і заліза у кислому середовищі комплексну сполуку, інтенсивність забарвлення якої пропорційна вмісту сечовини в сечі.

**Обладнання:** КФК, водяна баня, центрифуга, піпетки 0,2; 1 і 2 мл.

**Реактиви:** 1) 10 %-ний розчин трихлороцтової кислоти (ТХОК), ч; 2) 2,5 %-ний розчин діацетилмонооксиду, чда (готують змішуванням 0,25 г реактиву і 9,75 мл дистильованої води); 3) 0,25 %-ний розчин тіосемікарбазиду, чда (0,25 г реактиву розчиняють у дистильованій воді і доводять водою до 100 мл); 4) основний розчин заліза хлориду готують розчиненням 5 г заліза хлориду (хч, чда) в 100 мл дистильованої води, потім додають 1 мл концентрованої сірчаної кислоти; 5) робочий розчин заліза хлориду: 1 мл основного розчину заліза хлориду доводять до 100 мл дистильованою водою, додають 8 мл концентрованої сірчаної і 1 мл 85 %-ного розчину ортофосфорної кислоти (хч, чда). Зберігають у темному місці до 2-х тижнів; 6) кольоровий реактив (до 30 мл робочого ро-

зчину заліза хлориду додають 20 мл дистильованої води, 1 мл 2,5 %-ного розчину діацетилмонооксиму і 0,25 мл розчину тіосемікарбазиду). Кольоровий реактив готують безпосередньо перед проведенням досліджень; 7) стандартний розчин сечовини – 0,5 г еталону розчиняють в 1 л дистильованої води. Еквівалент концентрації – 8,33 ммоль/л.

*Хід визначення.* Сечу фільтрують, потім готують розведення 1:25 або 1:50. У центрифужну пробірку вносять 0,8 мл дистильованої води, 0,2 мл розведеної сечі і 1 мл трихлороцтової кислоти, перемішують і через 10–20 хв центрифугують 15–20 хв при 3000 об/хв. У пробірку відбирають 0,5 мл надосадової рідини і додають 5 мл кольорового реактиву. Пробірку закривають корком, обгорнутим фольгою, витримують у киплячій водяній бані точно 20 хв і охолоджують 2–3 хв струменем води з крану. Не пізніше, ніж через 15 хв вимірюють екстинцію проби на КФК при довжині хвилі 500–600 нм проти контролю у кюветі товщиною робочого шару 10 мм. Аналогічно обробляють 0,5 мл стандарту сечовини і контроль – 0,5 мл дистильованої води.

Розрахунок вмісту сечовини проводять за формулою:

$$\text{Сечовина (ммоль/л)} = \frac{E_{\text{дн}}}{E_{\text{ст}}} \times 8,33,$$

де  $E_{\text{дн}}$  – екстинція дослідної проби;  $E_{\text{ст}}$  – екстинція стандартного розчину; 8,33 – концентрація сечовини у стандартному розчині.

Результат множать на ступінь розведення.

### **ДІАГНОСТИЧНЕ ЗНАЧЕННЯ ВИЗНАЧЕННЯ СЕЧОВИНИ**

У сечі здорових високопродуктивних корів міститься 170–220 ммоль/л сечовини, у телят 20-денного віку – від 144 до 328, 30-денного віку – 78–260 ммоль/л. Уміст сечовини в сечі залежить від складу і кількості спожитого тваринами корму, є важливим діагностичним тестом функції печінки, де вона синтезується, і нирок, через які вона виводиться. Частіше зустрічається зменшення вмісту сечовини, що свідчить про ураження нирок. При гострій нирковій недостатності рівень сечовини в сироватці крові зростає до 50–80 ммоль/л і навіть більше, а виділення її з сечею різко зменшується. Якщо вміст сечовини сягає 35 ммоль/л, то це вказує на середній ступінь ураження нирок. При хронічному перебігу гломерулонефриту та в азотемічній стадії нефротичного синдрому вміст сечовини в сироватці крові підвищується до 13–15 ммоль/л, а в термінальній стадії хронічної ниркової недостатності – до 30–35 ммоль/л. Кіль-

кiсть азоту сечовини у фракції залишкового азоту збільшується до 90 %. Об'єктивно оцінити здатність нирок до екскреції сечовини можна за допомогою визначення фактору концентрації сечовини (ФКС), який враховується відношенням кількості виділеної нирками сечовини до її вмісту у сироватці крові:

$$\text{ФКС} = \text{Сечовина сечі, ммоль/л} : \text{сечовина крові, ммоль/л.}$$

У клінічно здорових високопродуктивних корів протягом перших трьох місяців після отелення ФКС знаходиться у межах 31,0–90,0, тоді як при нефротичному синдромі цей коефіцієнт знижується у 95–100 % тварин до 6–35,7 (19,4±3,6) у глибокотільних і 7,5–53 (25,6±2,6) – у дійних корів. При розвитку гепаторенального синдрому виведення сечовини нирками у глибокотільних корів зменшується на 25 %, а у дійних – на 27,5 %, при цьому фактор концентрації сечовини вірогідно знижується у корів обох фізіологічних груп (23,1±2,4 у сухостійних, 26,7±2,1 – у дійних). Ці зміни є об'єктивним показником порушення екскреторної функції нирок. У телят, хворих на колібактеріоз, здатність нирок екскретувати сечовину на 3-й день хвороби зменшується до 6–13 ммоль/л, тоді як у міру видужання ФКС поступово зростає і досягає рівня здорових телят (Вовкотруб Н.В., 2005).

### **2.7.3. Визначення креатиніну**

Креатинін є кінцевим продуктом розщеплення креатину, який відіграє важливу роль в енергетичному обміні м'язової тканини. Починається синтез креатиніну в нирках, а закінчується у печінці, звідки він надходить у м'язову тканину і мозок. Тут він фосфорилується і перетворюється в креатинфосфат – сполуку, яка багата на макроергічні зв'язки і є джерелом енергії, необхідної для скорочення м'язів.

#### **2.7.3.1. Визначення креатиніну за колірною реакцією Яффе**

*Принцип методу.* Креатинін у лужному середовищі реагує з пікріновою кислотою з утворенням сполуки оранжево-червоного кольору, що має максимум поглинання при довжині хвилі 510 нм. Інтенсивність забарвлення пропорційна концентрації креатиніну.

*Обладнання:* фотоелектроколориметр, водяна баня.

*Реактиви (склад набору):* 1) реагент 1 (10 %-ний розчин NaOH) – 105 мл; 2) реагент 2 (насичений розчин пікринової кислоти) – 105 мл; 3) реагент 3 (креатинін, 440 мкмоль/л) – 5 мл.

*Використовують набір реактивів НВФ “Simko-Ltd” (м. Львів).*

*Хід визначення.* Сечу розводять дистильованою водою в 10 разів. Змішуванням одного об'єму реагенту 1 з одним об'ємом реагенту 2 готують робочий реактив (зберігає стабільність не менше 4 год при кімнатній температурі). До 0,1 мл розведеної сечі додають 2 мл робочого реактиву. Перемішують, інкубують протягом 15 хв у водяній бані при температурі 37°C. Аналогічно обробляють 0,1 мл реагенту № 3 (креатинін-еталон з концентрацією 440 мкмоль/л) та 0,1 мл дистильованої води (контроль).

Проти контролю відразу визначають оптичну густину креатинін-еталону і досліджуваних проб при довжині хвилі 490–510 нм. Стабільність кінцевої реакції зберігається не більше 30 хв.

Розрахунок проводять за формулою:

$$\text{Креатинін (мкмоль/л)} = \frac{E_{np}}{E_{em}} \times 5 \times 10 \times 88,6,$$

де  $E_{np}$  – екстинція досліджуваної проби (розведеної в 10 разів сечі);  $E_{em}$  – екстинція креатинін-еталону (реагент № 3); 5 – концентрація креатиніну в реагенті № 3, виражена мг/100 мл; 10 – фактор розведення сечі перед аналізом; 88,6 – коефіцієнт перерахунку мг/100 мл в мкмоль/л.

*Приклад:* Поглинання досліджуваної проби – 0,275

Поглинання креатинін-еталону – 0,279

Вміст креатиніну в досліджуваній пробі буде:

$$0,275 : 0,279 \times 5 \times 10 \times 88,6 = 4366,5 \text{ мкмоль/л.}$$

*Кліренс креатиніну* розраховують за формулою:

$$\text{Кліренс (мл/хв)} = \frac{\text{Креатинін сечі (мг/дл)} \times \text{об'єм сечі (мл/хв)}}{\text{Креатинін сироватки (мг/дл)}}.$$

*Приклад.* Концентрація креатиніну в сечі =  $0,275 : 0,279 \times 5 \times 10 = 49,3$  мг/дл

Концентрація креатиніну сироватки = 124 мкмоль/л або 1,4 мг/дл

Об'єм сечі (мл/хв) = 1900 мл : 1440 хв = 1,32 мл/хв

Кліренс креатиніну =  $49,3 \times 1,32 : 1,4 = 46,48$  мл/хв

*Примітка.* Об'єми досліджуваних зразків та реагентів можна пропорційно зменшувати або збільшувати. Наприклад: до 0,05 мл проби додати 1,0 мл робочого реактиву або до 0,15 проби додати 3 мл робочого реактиву. Далі див. хід визначення.

Реакція є лінійною в діапазоні 0–1320 мкмоль/л (0–15 мг/дл) креатиніну.

*Речовини, що спотворюють результати:* реакція Яффе не є специфічною. Речовини з активною метиленовою групою, глюкоза, стабілізатори, що присутні в більшості комерційних сироваток, деякі ліки та інші речовини завищують результати.

*Стабільність досліджуваних зразків.* Креатинін зберігається в сечі протягом тижня при 0–8 °С або до 3-х місяців у замороженому стані. Добову сечу стабілізують додаванням 15 г борної кислоти.

### **ДІАГНОСТИЧНЕ ЗНАЧЕННЯ ВИЗНАЧЕННЯ КРЕАТИНІНУ**

Визначення креатиніну широко використовують у клінічній практиці як показник кліренсу нирок, який вказує на кількість плазми або сироватки крові, що за одиницю часу повністю очищається від введеної речовини. Вміст креатиніну в сироватці крові збільшується, а в сечі знижується при порушенні фільтраційної функції нирок, оскільки креатинін, що фільтрується у первинну сечу, не реабсорбується у каналцях і повністю екскретується з сечею.

Концентрація креатиніну в сечі клінічно здорових високопродуктивних глибокотільних корів становить 5,5–14,0 ммоль/л (в середньому  $10,8 \pm 1,5$ ), у дійних – 9,2–13,7 ммоль/л ( $11,4 \pm 0,6$ ). Збільшення концентрації креатиніну в сироватці крові спостерігається при гострій нирковій недостатності, м'язових дистрофіях, коліках.

При нефротичному синдромі вміст креатиніну в сечі зменшується у 87,5–95 % корів; у глибокотільних – до  $7,4 \pm 0,9$ ; дійних – до  $4,4 \pm 0,5$  ммоль/л. У корів з ознаками гепаторенального синдрому концентрація креатиніну в сечі становить 5,0–6,0 ммоль/л. Відношення між кількістю креатиніну в сечі і крові – концентраційний індекс (КІ) креатиніну – характеризує концентраційну функцію нирок:

$$\text{КІ} = \text{Креатинін у сечі (мкмоль/л)} : \text{креатинін у крові (мкмоль/л)}$$

У людей концентраційний індекс перевищує 60. Величина його у сухостійних корів, хворих на жирову гепатодистрофію, зменшується до  $27,6 \pm 3,0$  (13,6–45,4) проти  $66,2 \pm 9,9$  (36,0–90,0) – у клінічно здорових. У дійних корів цей показник ще менший і становить  $23,4 \pm 2,0$  (6,4–48,7) проти  $72,7 \pm 5,9$  (51,0–99,7) – у клінічно здорових. Про порушення концентраційної функції нирок при нефротичному синдромі свідчить вірогідне зниження концентраційного індексу креатиніну (КІ) майже вдвічі у сухостійних корів і в 3 рази – у корів у період ранньої лактації порівняно з клінічно здоровими. У телят, хворих на колібактеріоз, клубочкова фільтрація в нирках у період розпаду зазнає значних змін, про що свідчить зниження КІ до  $25,8 \pm 5,6$  порівняно з  $58,4 \pm 14,4$  – у клінічно здорових (Вовкотруб Н.В., 2005).

## 2.7.4. Визначення індикану в сечі

Індикан утворюється в організмі внаслідок гнильних процесів у кишечнику і при розпаді білків тканин організму. З амінокислоти триптофану під впливом ферментів гнильних бактерій утворюється *індол*, який надходить у печінку й окиснюється в індоксил, а потім знешкоджується внаслідок утворення з активованою сірчаною кислотою парної сполуки – індоксилсірчаної кислоти. Утворена сполука виводиться із сечею у вигляді калійної солі, яка й називається *індиканом*.

У клінічній практиці індикан у сечі визначають якісними пробами Обермайєра і Яффе, які ґрунтуються на перетворенні індикану під дією кислоти в індоксил, що окиснюється з утворенням синього або червоного індиго. Кількість індикану в сечі визначають за кольоровою реакцією Розе.

### 2.7.4.1. Проба Яффе

*Принцип методу.* При дії на сечу концентрованою сірчаною кислотою індоксилсірчана кислота гідролізується в індоксил, який при додаванні хлороформу і розчину калію перманганату окиснюється в синє індиго. Інтенсивність забарвлення хлороформу синім індиго залежить від концентрації індикану в сечі.

*Реактиви:* 1) концентрована сірчана кислота; 2) хлороформ; 3) 2 %-ний розчин калію перманганату; 4) гіпосульфїт кристалічний.

*Хід визначення.* До 8–10 мл сечі додають рівний об'єм концентрованої сірчаної кислоти, 1–2 мл хлороформу і 1–2 краплі 2 %-ного розчину калію перманганату. Пробірку щільно закривають корком і перемішують, перевертаючи її. В присутності індикану хлороформ забарвлюється в блакитний, синій або рожевий колір. За наявності в сечі йодистих солей також утворюється рожеве забарвлення, яке зникає після додавання кристалика гіпосульфїту, що використовується для диференціювання індикану від йодидів. Інтенсивність забарвлення оцінюють у плюсах: різко позитивна реакція (++++) має фіолетове забарвлення; позитивна (+++) – різко-синє і синє (++); слабкопозитивна (+) – блідо-синє.

### 2.7.4.2. Проба Обермайєра

*Принцип методу.* Аналогічний пробі Яффе.

*Реактиви:* 1) суміш із 0,2–0,4 г заліза хлориду і 100 мл концентрованої соляної кислоти (реактив нестійкий); 2) хлороформ.

*Хід визначення.* До 10 мл сечі додають рівну кількість реактиву 1 і через 5 хв – 1–2 мл хлороформу. Пробірку закривають корком і перемі-

шують кілька разів. Синє забарвлення хлороформу вказує на наявність у сечі індикану.

## **ДІАГНОСТИЧНЕ ЗНАЧЕННЯ ІНДИКАНУРІЇ**

Кінь за добу виділяє із сечею від 0,78 до 2,0 г індикану, собаки – від 10 до 43 мг (Синьов А.В.). Збільшення його кількості в сечі, за якої якісні проби стають позитивними, називають *індиканурією*. Індиканурія при патології має кишкове або тканинне походження. Кишкова індиканурія виникає при атонії, непрохідності та запальних процесах у кишечнику, особливо при інтенсивному розвитку в ньому гнильної мікрофлори, що спричиняє гниття білків корму. Значне збільшення вмісту індикану в сечі є ознакою розвитку гнильних процесів у кишковому каналі або перитоніту. Тканинна індиканурія спостерігається при розпаді пухлин, травматичному перикардиті, гангрені легень, великих абсцесах та септичному стані. На відміну від кишкової індиканурії, при тканинній, окрім індикану, в сечі виявляють альбумози.

## **2.8. ВИЗНАЧЕННЯ МАКРОЕЛЕМЕНТІВ У СЕЧІ**

### **2.8.1. Визначення хлоридів у сечі за Фольгардом**

*Принцип методу.* Натрію хлорид сечі осаджується розчином срібла нітрату у вигляді нерозчинного срібла хлориду. Частку срібла нітрату, яка не вступила в реакцію з хлоридами сечі, визначають титруванням розчином амонію роданіду. Інтенсивне червоне забарвлення, яке утворюється при взаємодії сірчаноокислого окису заліза з амонію роданідом, свідчить про закінчення реакції.

*Обладнання:* бюретки, пробірки, піпетки, колби.

*Реактиви:* 1) титрований 0,1 н розчин срібла нітрату (16,994 г на 1 л дистильованої води); 2) титрований 0,1 н розчин амонію роданіду: 8 г амонію роданіду розчиняють у 900 мл дистильованої води, потім цим розчином титрують із бюретки суміш, яка складається із 20 мл титрованого розчину срібла нітрату і 5 мл розчину залізо-аміачних квасців, підкислену азотною кислотою до знебарвлення. Титрування проводиться до появи слабого червоного забарвлення всієї рідини. На осадження 20 мл титрованого розчину срібла нітрату необхідно використати 20 мл амонію роданіду. Якщо кінцева реакція настає раніше, то розчин амонію роданіду доливають дистильованою водою до необхідної концентрації і титрують знову; 3) насичений розчин квасців залізоаміачних; 4) розведена азотна кислота (щільність 1,2).

*Хід визначення.* У мірну колбу на 100 мл наливають 10 мл досліджуваної сечі, яку попередньо підкислюють 2–5-ма краплями азотної кислоти, додають 2 мл розчину квасців залізоаміачних. Сеча коней набуває червоно-бурого забарвлення, для зменшення інтенсивності якого необхідно додавати 10–15 крапель розчину калію марганцевокислого. Якщо забарвлення не змінюється, то сечу підігрівають на водяній бані.

Для осадження всього хлору у вигляді нерозчинного срібла хлориду до безбарвної сечі додають 15–20 мл титрованого розчину срібла нітрату і доливають дистильованою водою до 100 мл. Уміст закритої колби струшують і після 5-хвилинного відстоювання фільтрують через сухий фільтр до прозорого фільтрату. 50 мл такого фільтрату титрують роданідом амонію до легкого червонуватого забарвлення.

*Розрахунок.* Наприклад, на титрування 50 мл фільтрату використано 6 мл розчину амонію роданіду. Тоді на титрування фільтрату, який містить всю кількість взятої на аналіз сечі, потрібно було б 12 мл. Оскільки 1 мл амонію роданіду відповідає 1 мл титрованого розчину срібла нітрату, то із 20 мл доданого до сечі розчину срібла тільки 12 мл вступили в реакцію з амонієм роданідом, а інші 8 мл розчину срібла витрачено на зв'язування натрію хлориду. Таким чином, уміст натрію хлориду буде становити:

$$X = \frac{0,1 \times 8 \times 100}{10} = 8 \text{ \%}.$$

На відміну від сечі коней, сечу собак обробляють дещо по-іншому. Підкислені 20 мл сечі розводять 60 мл дистильованої води і додають 5–8 г вільного від хлору цинкового пилю, 1,5 мл розведеної сірчаної кислоти (1:5), після чого нагрівають протягом 60 хв на водяній бані. Гарячу рідину фільтрують з повторним промиванням киплячою водою і, підкисливши фільтрат соляною кислотою, визначають у сечі вміст натрію хлориду.

## **2.8.2. Визначення хлоридів у сечі наборами реактивів**

*Принцип методу.* В основі методу лежать наступні реакції: хлоридний іон витісняє роданідний аніон ртуті. Роданідні іони, які вивільнюються, утворюють з іонами заліза кольоровий комплекс, що максимально поглинає світло при довжині хвилі 480–510 нм, інтенсивність забарвлення якого прямо пропорційна концентрації хлоридних іонів у пробі.

*Обладнання.* Фотоелектроколориметр (КФК-2, КФК-3) або спектрофотометр; пробірки; піпетки на 0,1 і 5 мл.



*Реактиви:* 1) реагент № 1 – 1 флакон; 2) реагент № 2 – 50 мл; 3) 0,1 М (100 ммоль/л) розчин NaCl – 1 мл.

*Використовують набір фірми “Simko-Ltd” \*.*

*Приготування робочого розчину хлориду-реагенту.* Вміст флакону з реагентом № 1 розчиняють при інтенсивному перемішуванні у 80 мл гарячої дистильованої води (70–90 °С). Одержаний розчин охолоджують до кімнатної температури і до нього додають реагент № 2 (50 мл), перемішують. За необхідності – профільтрувати. Після цього довести дистильованою водою до кінцевого об’єму 150 мл. Реактив зберігають при кімнатній температурі (18–25 °С) у посуді з темного скла. Реактив повинен бути блідо-жовтого забарвлення, прозорий. За наявності незначного осаду реактив фільтрують. Реактив не придатний для використання, якщо він мутніє або змінюється його забарвлення на червоно-коричневе.

*Хід визначення.* Визначення хлоридів у сечі проводять за схемою (табл. 3).

Таблиця 3 – Схема визначення хлоридів у сечі

| Додати, мл   | Проба | Стандарт | Контроль |
|--|-------|----------|----------|
| Хлорид-реагент   | 3,0   | 3,0      | 3,0      |
| Сеча   | 0,02  | –        | –        |
| 0,1 М розчин NaCl  | –     | 0,02     | –        |
| Дистильована вода  | –     | –        | 0,02     |
| Перемішати і через 5 хв визначити оптичну щільність проб і стандарту проти контролю при довжині хвилі 480–510 нм у кюветі на 1 см. |       |          |          |

*Примітки:* 1. Використовують тільки „негемолізовану” сечу.

2. Реакція в діапазоні 80–120 ммоль/л.

3. Проби сечі з концентрацією вище 120 ммоль/л розводять дистильованою водою у 2 рази і знову проводять визначення. Результат множать на 2.

4\*. Приготування реактивів приведено в: Young D.S., Pestaner L.C., Gibberman V. Clinical Chematologi. – 1975. – V. 21. – P. 277.

Кількість хлоридів у сечі розраховують за формулою:

$$\text{Хлориди (ммоль/л)} = \frac{E_{np}}{E_{cm}} \times 100,$$

де  $E_{np}$  – екстинція проби;  $E_{cm}$  – екстинція стандарту; 100 – концентрація NaCl у стандартному розчині (ммоль/л).

## **ДІАГНОСТИЧНЕ ЗНАЧЕННЯ ВИЗНАЧЕННЯ ХЛОРИДІВ**

У нормі, за Френером, за добу виділяється із сечею натрію хлориду: в коней – 25–35 г, собак – 0,25–5 г, в інших домашніх тварин – 0,6–0,9 %.

Із організму велика кількість хлоридів виділяється з сечею у вигляді натрію хлориду. Виділена кількість цієї речовини залежить від різних причин: вмісту її в кормах, воді, видільної здатності нирок, різних захворювань, які супроводжуються лихоманкою, розвитком запальних набряків і накопиченням у порожнинах ексудатів. Кількісне визначення хлоридів у сечі має велике значення при отруєннях тварин кухонною сіллю.

### 2.8.3. Визначення кальцію в сечі

*Принцип методу.* Іони кальцію в лужному середовищі реагують з о-крезолфталеїн комплексом з утворенням кольорового комплексу. Інтенсивність фіолетового кольору комплексу пропорційна концентрації кальцію в дослідній пробі.

*Обладнання:* фотоелектроколориметр (КФК-2, КФК-3) або спектрофотометр; пробірки; піпетки на 0,1 і 5 мл.

*Реактиви:* 1) хромоген (о-крезолфталеїн комплексон –  $0,12 \pm 0,01$  ммоль/л; 8-оксіхінолін –  $16,0 \pm 0,16$  ммоль/л; соляна кислота –  $60,0 \pm 6,00$  ммоль/л) – 1 флакон ( $120,0 \pm 4,0$ ) мл; 2) буфер (моноетаноламін –  $0,8 \pm 0,08$  моль/л) – 1 флакон ( $120,0 \pm 4,0$ ) мл; 3) калібрувальний розчин кальцію ( $2,5 \pm 0,05$  ммоль/л) – 1 флакон ( $5,0 \pm 0,5$ ) мл.

*Використовують набір реактивів ТОВ НВП “Філісім-Діагностика”.*

*Хід визначення.* Визначення кальцію в сечі проводиться за схемою (табл. 4).

Таблиця 4 – Схема визначення кальцію в сечі

| Реактиви  | Дослідна проба | Контроль | Стандартна проба |
|---|----------------|----------|------------------|
| Хромоген  | 2,5            | 2,5      | 2,5              |
| Сеча  | 0,05           | –        | –                |
| Стандартний розчин  | –              | –        | 0,05             |
| Буфер   | 2,5            | 2,5      | 2,5              |
| Перемішують, витримують 10 хв при кімнатній температурі. Визначають оптичну щільність (не пізніше 30 хв) дослідної і стандартної проб проти контролю при довжині хвилі 550–590 нм у кюветі товщиною робочого шару 0,5 або 1 см. |                |          |                  |

**Примітки:** 1. Об’єми досліджуваних зразків та реагентів можна пропорційно зменшувати або збільшувати.

2. Якщо концентрація кальцію у сечі перевищує 4 ммоль/л, її розводять дистильованою водою у співвідношенні 1:1, а отриманий результат множать на 2.

3. Кювети і посуд, що використовується при аналізі, повинен бути чистим, спеціально підготовленим (поміщають на кілька годин у соляну кислоту, після чого ретельно промивають і сушать).

Уміст кальцію в сечі визначають за формулою:

$$\text{Кальцій (ммоль/л)} = \frac{E_{np}}{E_{cm}} \times 2,5,$$

де  $E_{np}$  – екстинція дослідної проби;  $E_{cm}$  – екстинція стандартної проби; 2,5 – коефіцієнт перерахунку в ммоль/л.

Для розрахунку концентрації кальцію у добовій сечі отримане вище значення (ммоль/л) множать на об'єм добової сечі, виражений у літрах, і отримують кількість кальцію (ммоль/добу).

### **ДІАГНОСТИЧНЕ ЗНАЧЕННЯ ВИЗНАЧЕННЯ КАЛЬЦІУ В СЕЧІ**

Збільшується кількість кальцію в сечі при нирковій гіперкальциурії, уролітіазі, спадкових аномаліях нирок, надлишку кальцію та оксалатів у раціоні, гіперкальціємічних остеопатіях, гіперпаратиреоїдизмі.

### **2.9. ВИЗНАЧЕННЯ ФЕРМЕНТІВ У СЕЧІ**

*Ферментурія* – підвищена екскреція з сечею ферментів. У кінцевій сечі міститься до 40 різних ферментів. У фізіологічних умовах із плазми в сечу через клубочковий фільтр екскретуються лише ті ферменти, молекулярна маса яких не перевищує 70 кілодальтон (лізоцим, урокіназа, амілаза, ліпаза), а ферменти з вищою молекулярною масою, наприклад аланінамінопептидаза (ААП), ЛДГ, виявляються в сечі тільки за підвищеної проникності базальної мембрани капілярів клубочків. При незмінній канальцевій реабсорбції такі низькомолекулярні ферменти, як лізоцим і урокіназа повністю реабсорбуються, тому їхня екскреція з сечею є одним із критеріїв тубулярних уражень.

Основне джерело ферментів у сечі – клітини канальцевого епітелію, які під час злушення потрапляють у просвіт канальців, де руйнуються і виділяють ферменти, що містяться в них. Частина ферментів реабсорбується, частина руйнується, інші екскретуються з сечею. Тому ступінь ферментурії може бути зумовлена як ураженням клубочкового фільтру (надходження ферментів з крові), так і пошкодженням канальцевого епітелію (дистрофія, некробіоз). На активність ферментів впливають також довготривалість зберігання, величина рН сечі, температура та ін. При бактеріурії слід враховувати можливість потрапляння в сечу мікробних ферментів. Ферментативна активність клітин епітелію сечових шляхів є незначною.

Констатація певного виду ферментурії є надзвичайно важливим діагностичним тестом для уточнення характеру і місця ураження нирок,

визначення прогнозу захворювання. Слід відмітити, що на відміну від ферментів сечі активність ферментів у крові при захворюваннях нирок практично не змінюється і не є інформативним тестом їх ураження.

Ферментурія слабо корелює з протеїнурією, тому порушення процесу гломерулярної фільтрації не є основною причиною гіперферментурії.

Залежно від глибини ураження в сечу виділяються ферменти, що мають різну внутрішньоклітинну локалізацію. При незначному ураженні клітини зростає активність ензимів, пов'язаних із щітковою каймою (нейтральна  $\alpha$ -глюкозидаза, гамма-глутамілтранспептидаза, лужна фосфатаза). При значному пошкодженні зростає активність цитоплазматичних (ЛДГ, малатдегідрогеназа) та лізосомальних (N-ацетил- $\beta$ -D-глюкозамінідаза, арилсульфатаза,  $\beta$ -глюкуронідаза, холінестераза) ферментів. Значне зростання активності мітохондріальних ензимів відповідає некрозу клітин при морфологічному дослідженні ниркової тканини.

Гамма-глутамілтранспептидаза (ГТП), або гамма-глутамілтрансфераза (ГТТ) міститься майже у всіх органах, найбільша активність відмічається в тканині нирок, де фермент розташований переважно в клітинах проксимальних звивистих каналців та в нисхідній частині петлі Генле. Незважаючи на високу активність ензиму в нирках, визначення активності ГТП у сироватці крові проводять переважно для діагностики захворювань печінки та жовчного міхура. Активність ГТТ в сечі корелює з активністю патологічного процесу в нирках, оскільки цей фермент локалізується в щіткоподібній каймі лише в 67 % випадків, а в інших – пов'язаний з мембраною ендоплазматичного ретикулума.

Лужна фосфатаза (ЛФ) широко розповсюджена у тканинах людини і тварини. Фермент розташований на клітинній мембрані, де бере участь у транспорті фосфату в клітину. Розрізняють 5 тканинно-специфічних ізоферментів лужної фосфатази: плацентарний, кістковий, печінковий, кишковий і нирковий. У нирці ЛФ розміщена в кірковому шарі і досить міцно зафіксована на матриксі мембран щіткоподібної кайми нефротелію. Визначення ЛФ у сечі використовують як тест на пошкодження цитомембран, в першу чергу, кіркових структур нирки.

Найчутливішим тестом є визначення в сечі ізоензимів (4-та і 5-та фракції) лактатдегідрогенази (ЛДГ), яка міститься в цитоплазмі клітин. У нирковій тканині активність ЛДГ практично рівномірно розподіляється між кірковим та мозковим шаром нирок. Як правило, активність ЛДГ у сироватці крові при гострих та хронічних захворюваннях нирок не виходить за межі норми, а зростання активності ферменту в сечі констатовано практично при всіх відомих ураженнях нирок: гострий та хроніч-

ний гломерулонефрит, гострий та хронічний піелонефрит, сечокам'яна хвороба, медикаментозна ураження нирок, діабетична нефропатія, рак сечового міхура, карцинома нирки. Встановлено, що визначення ізоензимів ЛДГ і підрахунок клітинних елементів в сечі є важливими маркерами ураження нирок у доповненні до визначення білка в сечі, який є, в основному, показником клубочкових пошкоджень.

### **2.9.1. Визначення активності гамма-глутамілтранспептидази в сечі**

*Принцип методу.* Гамма-глутамілтранспептидаза (ГГТП) каталізує реакцію переносу L- $\gamma$ -глутамінового залишку із хромогенного субстрату на гліцилгліцин. При цьому звільняється п-нітроанілін, оптичну густину якого вимірюють фотометрично. Активність ферменту визначають кінетичним або методом постійного часу.

*Обладнання:* фотоелектроколориметр (КФК-2, КФК-3) або спектрофотометр; водяна баня; пробірки; піпетки на 0,1 і 10 мл.

*Реактиви:* 1) субстрат L- $\gamma$ -глутаміл-п-нітроаніліду – 200 мг; 2) буферна суміш (гліцилгліцин – 1,26 г, ТРІС – 1,21 г) – 2,47 г; 3) стандартний розчин п-нітроаніліну (5 ммоль/л) – 3,0 мл; 4) 10 %-ний розчин оцтової кислоти.

*Використовують набір реактивів НВП “Реагент” (м. Дніпропетровськ).*

*Приготування робочих розчинів.*

1. *Буферний розчин*, рН 8,1. Вміст флакону 2 розчиняють у 70–80 мл дистильованої води у мірній колбі на 100 мл і доливають водою до мітки. Розчин стабільний при зберіганні в холодильнику.

2. *Субстратно-буферний розчин.* Із флакону 1 відбирають 40 мг субстрату і розчиняють у 18 мл дистильованої води на киплячій водяній бані, додають 17 мл буферного розчину. Розчин стабільний при 15–25 °С протягом 10 годин.

Похибка методу становить  $\pm 7\%$ .

*Хід визначення.* У пробірку вносять 0,5 мл субстратно-буферного розчину, нагрітого до температури +37 °С, і додають 0,05 мл сечі. Вміст перемішують і інкубують у водяній бані точно 15 хв. У пробірку додають 3 мл 10 %-ного розчину оцтової кислоти і перемішують. Контрольну пробу готують аналогічно, але сечу додають після інкубації. Вимірюють екстинцію дослідної проби проти контрольної при 400–420 нм у кюветі товщиною робочого шару 1 см.

Активність гамма-глутамілтранспептидази визначають за калібрувальним графіком, для побудови якого зі стандартного розчину п-нітроаніліну (вміст ампули) готують розведення (табл. 5).

Таблиця 5 – Розведення п-нітроаніліну

| № пробірки | Стандартний розчин п-нітроаніліну | Дистильована вода, мл | Активність ферменту |             |
|------------|-----------------------------------|-----------------------|---------------------|-------------|
|            |                                   |                       | нмоль/схл           | мкмоль/гхмл |
| 1.         | 0,1                               | 0,9                   | 550                 | 1,98        |
| 2.         | 0,2                               | 0,8                   | 1100                | 3,96        |
| 3.         | 0,4                               | 0,6                   | 2200                | 7,92        |
| 4.         | 0,8                               | 0,2                   | 4400                | 15,84       |
| 5.         | 1,0                               | –                     | 5500                | 19,80       |

**Примітка.** 1. За активності проби вище 5000 нмоль/схл її розводять ізотонічним розчином NaCl. Результат множать на коефіцієнт розведення.

2. Активність гамма-глутамілтранспептидази не змінюється протягом 7-ми днів при зберіганні консервованої сечі при +4°C і протягом 3-х місяців при –20 °C.

3. У випадку використання кювети з робочим об'ємом більше 1 см кількість робочого розчину необхідно пропорційно збільшити.

У пробірки відмірюють по 0,05 мл одержаних розчинів, додають по 3,5 мл 10 %-ного розчину оцтової кислоти, перемішують і колориметрують проти дистильованої води в умовах, аналогічних дослідній пробі. Будують графік залежності щільності розчину від активності ферменту. Лінійність калібрувального графіка зберігається до активності 5000 нмоль/схл.

### **ДІАГНОСТИЧНЕ ЗНАЧЕННЯ ВИЗНАЧЕННЯ АКТИВНОСТІ ГАММА-ГЛУТАМІЛТРАНСПЕПТИДАЗИ**

Гамма-глутамілтранспептидаза (ГГТ) каталізує перенесення глутамілового залишку та гамма-глутамілпептиду на ацепторний пептид чи на альфа-амінокислоту. Фермент має найвищу активність у нирках, печінці, особливо в клітинах, які формують ниркові каналці та жовчні протоки, а також у підшлунковій залозі. Зростання активності ГГТ у сироватці крові свідчить про патологічні процеси в гепатобіліарній системі, а підвищення його активності в сечі – про ураження нирок. Активність ГГТ в сечі корів періоду ранньої лактації коливається в межах від 0,12 до 0,9 мккат/л і в середньому становить  $0,32 \pm 0,14$  мккат/л, що майже не відрізняється від показника у сухостійних глибокотільних корів. У хворих на нефротичний синдром корів активність ензиму в сечі збільшується у 2,6 рази, а в дійних корів – удвічі порівняно з клінічно здоровими, що свідчить про порушення структури проксимальних ниркових каналців. У сечі одноденних телят активність ГГТ становить  $0,12 \pm 0,02$  ( $0,08-0,20$ ) мккат/л, у подальшому активність її зростає майже вдвічі, що вказує на підвищення інтенсивності всіх обмінних процесів, які перебігають у нирковій тканині саме у цей період. У 30-денних телят

активність ензиму в 2 рази менша порівняно з одноденними ( $0,06 \pm 0,01$ ). У телят, хворих на колібактеріоз, активність ГТТ в сечі на перший день хвороби зростає в 2 рази порівняно з клінічно здоровими, що свідчить про розвиток дистрофічних змін не лише в клубочках, а й у канальцях.

## 2.9.2. Визначення $\alpha$ -амілази (за методом Каравея)

*Принцип методу.* Метод ґрунтується на визначенні залишку нерозщепленого  $\alpha$ -амілазою крохмалю. Концентрацію крохмалю визначають за кольоровою реакцією з йодом. Активність  $\alpha$ -амілази пропорційна до зменшення інтенсивності забарвлення при 640 нм.

*Обладнання:* фотоелектроколориметр (КФК-2, КФК-3) або спектрофотометр; водяна баня; піпетки.

*Реактиви:* 1) концентрований субстратно-буферний розчин – 10 мл (0,5 %-ний розчин крохмалю, розчинений в 0,25 М тріс-НСІ буфері, рН 7,1); 2) концентрований розчин йоду – 1 мл (0,1 М); 3) концентрований стоп-розчин – 10 мл (4 Н НСІ, ч).

*Використовують набір реактивів НВФ “Simko-Ltd”, м. Львів\*.*

*Приготування субстратно-буферного розчину.* Один об'єм концентрованого розчину змішують з чотирма об'ємами дистильованої води (наприклад, до 10 мл концентрованого субстратно-буферного розчину додають 40 мл дистильованої води і перемішують).

*Приготування робочого розчину йоду.* Концентрований розчин стійкий у темному місці. Робочий розчин одержують у день використання розведенням концентрованого розчину у 50 разів (наприклад, 0,1 мл концентрованого розчину + 4,9 мл дистильованої води і перемішують).

*Приготування робочого стоп-розчину.* Одержують розведенням концентрованого розчину в 40 разів (10 мл концентрованого розчину + 390 мл дистильованої води і перемішують). Розчин стійкий.

*Відбір проб.* Використовують профільтровану сечу, яку за активності понад 140 мг/(схл) необхідно розвести ізотонічним розчином натрію хлориду в 2–100 разів. При розрахунку активності амілази враховують коефіцієнт розведення.

*Хід визначення.* Визначення  $\alpha$ -амілази проводять згідно зі схемою (табл. 6).

Вимірюють поглинання дослідної і контрольної проб при 640 нм проти дистильованої води (можна використовувати довжину хвиль 630–690 нм або червоний світлофільтр; кювета з товщиною робочого шару 1 см).

Таблиця 6 – Схеми визначення  $\alpha$ -амілази

| Розчини, мл   | Дослідна проба | Контрольна проба |
|---|----------------|------------------|
| Субстратно-буферний розчин                          | 0,5            | 0,5              |
| Витримують на водяній бані при +37 °С протягом 5 хв |                |                  |
| Сеча  | 0,01           | –                |
| Витримують точно 7,5 хв на водяній бані при 37 °С   |                |                  |
| Стоп-розчин   | 4,0            | 4,0              |
| Розчин йоду   | 0,5            | 0,5              |
| Сеча  | –              | 0,01             |

Активність  $\alpha$ -амілази розраховують за формулою:

$$\alpha\text{-амілаза [мг(с/л)]} = \frac{E_1 - E_2}{E_1} \times 44,4,$$

де  $E_1$  – поглинання контрольної проби;  $E_2$  – поглинання дослідної проби; 44,4 – коефіцієнт перерахунку на 1 с інкубації і 1 л сечі.

*Перерахунок.* 1 мг/(с×л) = 3,6 мг/(год×мл); 1 мг/(год×мл) = 0,278 мг/(с×л).

**Примітка.** \*Приготування реактивів приведено у джерелах: Клиническая лабораторная диагностика в ветеринарии: Справочное издание / И.П. Кондрахин, Н.В.Курилов, А.Г. Малахов и др. – М.: Агропромиздат, 1985. – С. 139–140.

### **ДІАГНОСТИЧНЕ ЗНАЧЕННЯ ВИЗНАЧЕННЯ АЛЬФА-АМІЛАЗИ**

Альфа-амілаза ( $\alpha$ -амілаза) каталізує ендогідроліз 1,4-глюкозидних зв'язків крохмалю, глікогену та інших споріднених з ними полісахаридів до мальтози, декстринів чи інших полімерів. Альфа-амілаза секретується підшлунковою та слинними залозами; невисока її активність спостерігається в печінці та скелетних м'язах. Низька молекулярна маса амілази ( $\approx 48000$ ) сприяє фільтрації ферменту через ниркові клубочки і виділенню із сечею. Ензим складається з двох фракцій – панкреатичної та слинної. У сироватці крові вищою є активність слинного ізоферменту, а в сечі – панкреатичного. Підвищення активності амілази в сироватці крові та сечі спостерігається при пошкодженні слинних та підшлункової залоз. Значна та швидка гіперамілаземія і гіперамілазурія розвиваються при гострому паротиті та гострому панкреатиті. Меншою мірою зростання активності альфа-амілази реєструється при виразках шлунка, хімопазі, дистрофії печінки, гепатиті, жовчнокам'яній хворобі. При патології нирок активність ферменту може зростати у крові, а в сечі – знижується. Гіперамілаземію зумовлюють ряд лікарських препаратів (кортикостероїди, саліцилати, тетрациклін, фуросемід, гістамін).



### 2.9.3. Визначення активності лужної фосфатази в сечі

*Принцип визначення.* Метод базується на визначенні кількості фенолу, що вивільняється при гідролізі динатрійфосфату. В лужному середовищі в присутності окисника фенол утворює з 4-аміноантипірином комплекс червоного кольору, який інтенсивно поглинає світло з довжиною хвилі 510 нм. Визначення проводиться без попереднього видалення білка з проби.

*Обладнання:* фотоелектроколориметр (КФК-2, КФК-3) або спектрофотометр; водяна баня; пробірки; піпетки на 0,1; 1,0 і 2,0 мл.

*Реактиви:* 1) буферний розчин – 100 мл; 2) реагент № 1 – 1 флакон; 3) субстрат – 2 флакони; 4) фенол-стандарт (30 ммоль/л) – 1 флакон.

*Використовують набір реактивів НВФ “Simko Ltd”, м. Львів.*

*Приготування буферного розчину.* Вміст флакона з концентрованим буферним розчином розводять дистильованою водою при перемішуванні до кінцевого об'єму 260 мл. Розчин зберігають у пластиковому посуді в темному місці при + 4 °С.

*Приготування субстратно-буферного розчину.* Вміст флакону з субстратом розчиняють у 120 мл робочого буферного розчину. Зберігати при + 4 °С.

*Приготування розчину окисника.* Вміст флакону з реагентом № 1 розчинити при нагріванні до 40–50 °С у 640 мл дистильованої води. Зберігати в темному посуді при кімнатній температурі.

*Приготування фенол-стандарту (5 ммоль/л).* Одержують розведенням концентрованого розчину фенолу (30 ммоль/л) у 6 разів: 3 мл вихідного розчину + 15 мл дистильованої води. Зберігати при + 4 °С.

*Хід визначення.* Дослідження проводять на фотоколориметрі або спектрофотометрі (довжина хвилі 510 нм) у кюветі з товщиною оптичного шару 10 мм згідно зі схемою, поданою в табл. 7.

Таблиця 7 – Схема проведення визначення лужної фосфатази

| Додати, мл   | Проба | Контроль | Стандарт |
|--|-------|----------|----------|
| Субстратно-буферний розчин   | 0,8   | 0,8      | 0,8      |
| Преінкубують 5 хв на водяній бані при 37 °С                                |       |          |          |
| Сеча   | 0,05  | –        | –        |
| Перемішують і інкубують рівно 10 хв на водяній бані при 37 °С              |       |          |          |
| Розчин окисника  | 2,0   | 2,0      | 2,0      |
| Сеча   | –     | 0,05     | –        |
| Фенол-стандарт   | –     | –        | 0,05     |
| Перемішують і через 5 хв визначають оптичну щільність проби проти контролю |       |          |          |

Активність лужної фосфатази визначають за формулою:

$$\text{Лужна фосфатаза (нмоль/(с}\times\text{л)} = \frac{E_{\text{дп}}}{E_{\text{ст}}} \times 600,$$

де  $E_{\text{дп}}$  – екстинція дослідної проби;  $E_{\text{ст}}$  – екстинція стандарту; 600 – коефіцієнт переводу часу інкубації в секунди ( $10 \times 60$ ).

**Примітка.** Якщо активність лужної фосфатази в досліджуваній сечі перевищує 5000 нмоль/(с $\times$ л), її розводять ізотонічним розчином у 2–5 разів і повторно проводять визначення. Одержаний результат множать на коефіцієнт розведення.

### ***ДІАГНОСТИЧНЕ ЗНАЧЕННЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЛУЖНОЇ ФОСФАТАЗИ***

Лужна фосфатаза (ЛФ) активує розщеплення фосфорно-органічних сполук. Фермент розміщується в клітинах у зв'язаному з плазматичними мембранами стані. ЛФ складається із різних ізоферментів, які локалізуються переважно в епітелії жовчовивідних шляхів, плазматичних мембранах гепатоцитів і нейронів, кістках, кишечнику, плаценті, нирках.

### **3. ОСОБЛИВОСТІ ОДЕРЖАННЯ І ДОСЛІДЖЕННЯ СЕЧІ В КОНЕЙ**

У тварин сечу одержують, масажуючи шкіру промежини. Для коней цей метод неприйнятний, оскільки масаж у переважній більшості випадків викликає закриття сфінктера сечового міхура. Тому для відбору сечі в них застосовують кілька методів, найчастіше – природне її виділення. На жаль, цей метод непридатний для масового відбору сечі при диспансеризації, тому що потребує дуже багато часу (інколи 5–8 годин для відбору 3–4-х проб сечі) і може бути ефективним при взятті сечі лише у хворих коней. Численні спостереження показують, що акт сечовиділення в коней можна викликати штучно. Для цього тварин після прогулянки заводять у конюшню, особливо в холодну пору року або після інтенсивної роботи та тренінгу; можна перетрушувати в деннику солому в присутності коня або завести свіжу підстилку.

Слід зазначити, що в частини коней, особливо у жеребців і меринів, присутність людини затримує акт сечовиділення. Тому підходить із посудом для відбору сечі необхідно обережно і тільки після початку акту сечовиділення. Спокійним тваринам можна надіти спеціальні сечозбиральні мішки.

Взяття сечі в кобил краще проводити катетером, ефективність катетеризації становить 70–85 %. Найбільш складно брати сечу в коней до

дворічного віку. У підсисних лошат (до 6-місячного віку) сечовидільний отвір дуже малий, і сфінктер сечового міхура за найменшого подразнення інтенсивно скорочується, що ускладнює проходження катетера в сечовий міхур і виділення сечі. У більш старшому віці (після 6 місяців) ця процедура небезпечна для фахівців, тому катетеризацію можна провести лише у флегматичних тварин. У жеребців катетеризацію проводити досить складно і здебільшого небезпечно для здоров'я як людини, так і тварини.

Після одержання сечі визначають її фізичні властивості: колір, прозорість, консистенцію, відносну густину та реакцію. За неможливості відразу провести дослідження, сечу зберігають у холодильнику. Заморожування сечі або зберігання її при кімнатній температурі негативно впливає на результати.

Свіжа сеча в коней буває різного забарвлення. У лошат першого місяця життя вона – від лимонно-жовтого до жовтого кольору. У лошат місячного віку колір змінюється від жовтого до жовто-коричневого. Цей процес триває три–чотири місяці. Надалі колір сечі, незалежно від віку, коливається від молочно-жовтого до жовто-коричневого, інколи – до коричневого кольору. Слід зазначити, що через кілька хвилин після взяття сеча починає розділятися на дві фракції (надосадова рідина і осад), кожна з яких має свій колір. Зокрема, верхня частина (супернатант) є завжди темнішою (вона жовто-коричневого або коричневого кольору), а нижня (осад) – від біло-лимонного до світло-коричневого забарвлення. При тривалому зберіганні (на кінець першої доби) сеча змінює забарвлення внаслідок окиснення фенолів і в нижній частині супернатанту набуває темно-коричневого кольору. Верхня частина надосадової рідини завжди світліша. При кімнатній температурі цей процес відбувається протягом кількох годин, але ці зміни не впливають на показники сечі. У неплідних кобил сеча має колір від блідо- до буро-жовтого, а в жеребних колір її залежить від терміну вагітності. У більшості кобил із малим терміном жеребності (1–3 місяці) колір сечі біло-жовтий і лише у третини – від гірчичного до коричневого (зрідка). В останні місяці жеребності сеча значно темніша – від жовто-коричневого до коричневого кольору (Жила І.А., 2004).

На відміну від інших тварин, у здорових дорослих коней сеча непрозора, оскільки в ній міститься багато солей кальцію. У деяких тварин перші порції сечі можуть бути прозорими, але в кінці сечовиділення вона стає зовсім мутною. Через наявність великої кількості слизу, помутніння може бути у вигляді циліндра, але при перемішуванні або стоянні сеча стає рівномірно мутною. При нефротичному синдромі сеча в коней

стає більш прозорою або зовсім прозорою завдяки кислій реакції сечі, що сприяє розчиненню солей. У лошат до місячного віку сеча прозора, надалі вона теж мутніє і в шестимісячному віці не відрізняється від сечі дорослих тварин.

Консистенція сечі в дорослих коней – слизова (від домішування муцину, який утворюється в ниркових мисках та сечовому міхурі). Інколи вона драглеподібна і розтягується у вигляді ниток. У лошат першого місяця життя консистенція її водяниста, надалі вона стає гущішою, а після однорічного віку – тягучою. Водянистою сеча в коней буває при поліурії та нефротичному синдромі.

Відносна густина сечі становить (кг/л): у лошат перших трьох місяців життя – 1,001–1,025; трьох–шести – 1,010–1,035; 6–12-місячних – 1,020–1,040; у дорослих – 1,020–1,055 (у 60 % – 1,035–1,055). Найвищу відносну густина сечі (1,043–1,053) мають кобили в перші 1–2 місяці після пологів (Жила І.А., 2002).

Сеча дорослих коней має лужну реакцію, величина рН коливається від 8,5 до 9,5. У молодняку вона є або нейтральною, або слабкислою (рН 5–7).

Фізичне дослідження сечі дає, в основному, загальне уявлення про стан ренальної системи, але недостатньо відображає зміни інших систем організму. Тому цінним є хімічне дослідження сечі. Одним із хімічних тестів оцінки стану ниркового фільтру є визначення вмісту білка в сечі. У коней, порівняно з іншими тваринами, існують певні відмінності в її дослідженні. При визначенні білка сечу коней необхідно попередньо витримати (близько двох годин) при кімнатній температурі, потім зняти верхній шар і профільтрувати його. Після цього сеча придатна для дослідження.

Серед якісних проб найбільш показовою є проба з кип'ятінням. Інші проби (із сульфосаліциловою та азотною кислотами) не придатні для дослідження білка в сечі коней. Зокрема, при застосуванні проби з 20 %-ною сульфосаліциловою кислотою помутніння сечі взагалі може не статися (згідно з методикою, наявність білка в сечі дає помутніння). Сеча стає ще більш тягучою або навіть драглеподібною.

При дослідженні сечі методом Робертса-Стольникова (проба з азотною кислотою) за будь-якого розведення її, в усіх пробах утворюються зеленувато-коричневі кільця (згідно з методикою, за наявності білка в сечі на межі двох рідин має утворитися біле кільце). Зміна забарвлення кільця і поява його навіть при розведенні у 30–40 разів пов'язана з наявністю в сечі коней білірубіну та індикану, які дають відповідно зелене

та фіолетове забарвлення за таких же умов. Отже, ця проба не придатна для визначення вмісту білка в сечі коней. Найбільш точним є кількісний метод із 3 %-ною сульфосаліциловою кислотою або набором реактивів фірми „*Simko-Ltd*” (Жила І.А., 2002). Визначати вміст білка в сечі коней індикаторними смужками недоцільно, оскільки цей метод дає хибні позитивні результати. Тому невелику кількість білка в сечі (до 1 г/л) можна вважати негативним результатом. Проте, при кислій або нейтральній реакції сечі (лошата або хворі дорослі коні) індикаторні смужки показують вірогідні результати. У нормі в сечі коней сліди білка (0–0,23 г/л) завжди присутні (майже 90–95 % тварин). У лошат до тримісячного віку білок у сечі відсутній.

При визначенні вмісту глюкози в сечі краще використовувати пробу Гайнеса та індикаторні смужки. Перед постановкою проби Гайнеса із сечі необхідно видалити білок, наявність якого зумовлює позитивну реакцію на глюкозу. Для цього підкислену сечу нагрівають до кипіння, потім охолоджують і фільтрують. При нагріванні білки згортаються й утворюються пластівці або помутніння, які осідають на фільтрувальному папері. Фільтрат при цьому стає прозорим і набуває водянистої консистенції. Проба Гайнеса дає ідентичні результати з індикаторними смужками, проте використання останніх не потребує попередньої підготовки сечі для дослідження, що робить їх застосування більш практичним та економічним.

Для визначення в сечі коней вмісту кетонових тіл застосовують загальноприйняті методи або індикаторні смужки. У коней, на відміну від тварин інших видів, навіть при тяжких захворюваннях кетонів тіла в сечі виявляються рідко.

При визначенні білірубину в сечі застосовують пробу Фуше, яка ґрунтується на окисненні білірубину в білівердин, який надає пробі зеленувато-синього забарвлення. Використовують також індикаторні смужки. Обов'язковим при визначенні білірубину є недопущення потрапляння сонячного світла на біоматеріал, при дії якого він руйнується. Сечу обов'язково необхідно підкислювати 10–30 %-ним розчином оцтової кислоти. За даними І.А.Жили (2002), у сечі 80–90 % дорослих коней є сліди білірубину, що оцінюється в один плюс при визначенні індикаторними смужками. У лошат білірубину в сечі міститься ще менше, і виявляється він у 30–40 % тварин.

При визначенні уробліногену в сечі найбільш показовими є проба Флоренса (з ефірною витяжкою) та індикаторні смужки, які дають позитивну реакцію у 84 % випадків. Проба Богомолова є непридатною для визна-

чення цього пігменту в сечі коней, оскільки при додаванні до неї міді сульфату утворюються коричневі пластівці і реакція далі припиняється.

Уміст гемоглобіну в сечі коней визначають за допомогою індикаторних смужок та пробою з амідопірином. Визначати рівень гемоглобіну необхідно протягом першої години після відбору сечі, тому що при стоянні на повітрі він окиснюється до метгемоглобіну і виявити його потім неможливо. У клінічно здорових коней, незалежно від віку, гемоглобін у сечі відсутній.

Індикан у сечі визначають якісною пробою Обермайера. Ця реакція пов'язана з перетворенням індикану в індоксил трихлорним залізом з утворенням індиголігнону, який має рожево-фіолетовий колір. У 50–60 % дорослих коней у сечі міститься незначна кількість індикану. В середньому за добу із сечею виділяється 0,78–2,0 г індикану. Індиканурія є важливим показником при діагностиці кишкової непрохідності.

#### 4. ДОСЛІДЖЕННЯ ОСАДУ СЕЧІ

Краще досліджувати свіжу сечу (не пізніше 4 год після її одержання). З метою збереження організованих компонентів осаду, особливо в теплу пору року, сечу консервують 40 %-ним розчином формальдегіду. Перед початком мікроскопічного дослідження осаду визначають водневий показник (рН) сечі.

Для осадження речовин, які містяться в сечі, її центрифугують при 1500–2000 об/хв протягом 7–10 хв, або відстоюють у конічній колбі. Після центрифугування надосадову рідину зливають або відбирають піпеткою. Осад змішують з невеликою кількістю надосадової рідини, набирають у пастерівську піпетку і краплю наносять на предметне скло, накривають покривним склом, запобігаючи утворенню пухирців повітря.

При відстоюванні сечі в конічному посуді одержують нещільний осад, який піпеткою беруть для дослідження.

**Консервування осаду сечі.** 4 г желатину розчиняють у 12 мл гарячої дистильованої води, додають 14 мл гліцеролу і 0,2 мл фенолу. Суміш перемішують, розливають у чашки Петрі і використовують за необхідності. Для приготування препарату шматочок суміші підігрівають на предметному склі. Після розчинення суміш змішують з осадом, накривають покривним склом і розглядають під мікроскопом.

За підозри наявності новоутворень у нирках і сечових шляхах сечу після збирання осаду виливають у чашку Петрі і вивчають на темному фоні з метою виявлення ниток, згустків, жмутиків та інших елементів. При виявленні за допомогою шпателя і голки їх переносять на предмет-

не скло, накривають покривним скельцем і розглядають під малим збільшенням мікроскопа (8×15). За наявності в нативному препараті елементів новоутворень покривне скло знімають, а препарат висушують на повітрі і фарбують протягом 8–10 хв за методом Паппенгейма.

В осаді є клітини (еритроцити, лейкоцити, епітелій, циліндри, гриби, бактерії), які належать до *організованих* компонентів сечі. Кристали та амфорні утворення відносяться до *неорганізованого* осаду.

#### 4.1. ОРГАНІЗОВАНІ КОМПОНЕНТИ ОСАДУ СЕЧІ

**Еритроцити** в сечі здорових тварин відсутні або зустрічаються досить рідко – до двох у полі зору мікроскопа. У свіжій сечі еритроцити насичені гемоглобіном і незмінні, дископодібної форми та жовто-зеленого кольору. За тривалого зберігання сечі вони втрачають значну частину гемоглобіну і мають вигляд набряклих світлих двоконтурних дисків. Такі ж еритроцити зустрічаються і в сечі з підвищеною лужністю і низькою відносною щільністю, а в кислій сечі вони зморщені й нагадують ягоди шовковиці.

Збільшення кількості еритроцитів у сечі називають *еритроцитурією*. Виражена еритроцитурія, яка може перейти в гематурію, спостерігається при гострому нефриті, сечокам'яній хворобі, пієлонефриті та пухлинах нирок. При хронічному нефриті еритроцитурія виражена слабо, проте має велике діагностичне значення, оскільки інші зміни сечі можуть не виявлятися.

При нирковій кровотечі еритроцити в осаді сечі утворюють так звані "кров'яні циліндри". Поява в сечі під мікроскопом великої кількості еритроцитів може вказувати на кровотечу із сечового міхура чи уретри.

**Лейкоцити** в сечі здорових тварин можуть бути відсутні або їх там міститься мало – до двох у полі зору мікроскопа. Вони в 1,5–2 рази більші за розміром, ніж еритроцити, і мають вигляд сірих овальних або зернистих клітин. У лужній сечі лейкоцити набрякають і стають прозорими.

Збільшення кількості лейкоцитів у сечі називається *лейкоцитурією*, яка спостерігається, як правило, при гострих запальних процесах у сечовій системі (уроциститі, пієліті, уретриті). При гострому гломеруло-нефриті лейкоцитурія виникає рідше, кількість лейкоцитів у сечі невелика (15–20 у полі зору мікроскопа), а при хронічному вони можуть бути відсутні.

Велика кількість лейкоцитів у сечі (50–100 і більше в полі зору мікроскопа), що надає сечі гнійного характеру, називається *піурією*. Вона

найчастіше виникає при гнійному пієлонефриті та уроциститі. Ниркова піурія буває лише при гнійному нефриті, коли гнійник розкривається у сечовивідні шляхи. *Справжню* лейкоцитурію необхідно відрізнити від *несправжньої*, яка може з'являтися при ендометриті, вагініті та простатиті внаслідок запалення статевих органів.

**Епітеліальні клітини** в сечі здорових тварин зустрічаються рідко. Поодинокі клітини потрапляють у сечу з ниркових каналців і лоханок, сечовивідних шляхів і статевих органів. При патології органів сечовидільної системи відбувається посилене злучення епітелію і домішування його до сечі. В осаді розрізняють *плескати*, *циліндричні (хвости)* і *круглі* епітеліальні клітини.

*Плескати* епітеліальні клітини мають великі розміри, нерівні краї і добре виражену зернистість цитоплазми, а *циліндричні* клітини – витягнутої форми тільця з чітким ядром і зернистою цитоплазмою.

Епітеліальні клітини з нирок, сечовивідних протоків, сечового міхура і статевих органів подібні між собою, тому при аналізі осаду сечі необхідно враховувати інші симптоми уражень органів сечовидільної системи. Клітини ниркового епітелію мають полігональну або овальну форму, кругле велике ядро в центрі та добре виражену зернистість цитоплазми (рис. 1). Злучення великої кількості ниркового епітелію супроводжується значною протеїнурією, глюкозурією, лейкоцитурією і циліндрурією.



Рис. 1. Епітеліальні клітини: 1 – із нирок і сечових шляхів (а – епітелій із нирок; б – епітелій із сечових шляхів); 2 – із ниркової миски; 3 – із сечового міхура (за М.П. Рухлядевим).

Епітелій сечовивідних шляхів відрізняється зовнішнім виглядом. Так, клітини поверхневих шарів великі, мають овальну або полігональну форму та невелике ядро, яке розташоване частіше ексцентрично, і слабо виражену зернистість цитоплазми. Клітини середніх шарів видов-



женої форми (так звані хвостаті клітини), а глибоких шарів – найчастіше грушоподібної форми з ядром у розширеній частині.

Епітеліальні клітини піхви великих розмірів, багатокутні з ядром у центрі. Вони потрапляють у сечу при вагітності.

**Циліндри** – це зліпки з ниркових каналців, які утворилися з білка та клітинних елементів. Наявність у сечі циліндрів називають *циліндрурією*. Циліндри зберігаються лише в кислій сечі, у лужній – швидко розпадаються і розчиняються при зберіганні.

Розрізняють *справжні* і *несправжні* циліндри. До справжніх належать *гіалінові, епітеліальні, зернисті, воскоподібні, еритроцитарні, гемоглобінові та лейкоцитарні* циліндри (рис. 2).



Рис. 2. Циліндри осаду сечі: 1 – гіалінові; 2 – жирові; 3 – епітеліальні; 4 – еритроцитарні; 5 – зернисті.

*Гіалінові* циліндри виявляють у сечі при хворобах нирок (нефриті, нефрозі, пієлонефриті), рідше – при фізіологічній протеїнурії, переохолодженні, після фізичного навантаження. Вони майже прозорі, мають зігнуту, скручену форму і закруглені кінці. При гемоглобінурії гіалінові циліндри набувають червоного кольору, при білірубінурії – жовтого, а при наклеюванні на циліндри сечокихлих солей і зруйнованих клітин вони стають сірими.

*Епітеліальні* циліндри – це пластини каналцевого епітелію, що прилипли до гіалінових циліндрів. Епітеліальні циліндри з'являються в сечі при гострому нефрозі і гломерулонефриті, рідше – за їх хронічного перебігу.

*Зернисті* циліндри утворюються при розпаді епітелію ниркових каналців. Поверхня їх покрита дрібною зернистістю. При жировому переродженні нирок структура циліндрів містить жирові включення, білковому – зерна білкового розпаду. Наявність зернових циліндрів у сечі є ознакою тяжких дистрофічних змін епітелію каналців.

*Воскоподібні* циліндри мають чіткі контури і жовтуватий відтінок. На їхній поверхні часто бувають тріщини. Зустрічаються такі циліндри за хронічного перебігу нефротичного синдрому, рідше – за гострого, а також при отруєнні мінеральними отрутами.

*Еритроцитарні* циліндри утворюються в канальцях нирок і є наслідком ниркових кровотеч. Під мікроскопом вони мають зеленувато-жовте забарвлення. Коли гематурія перебігає одночасно з протеїнурією, еритроцити нашаровуються на гіалінові циліндри. При кровотечі в сечовому міхурі чи лоханці сеча над осадом майже прозора, а осад складається із кров'яних згустків різної величини.

*Гемоглобінові* циліндри утворюються з гемоглобіну в ниркових канальцях. Вони мають зернисту форму і жовто-коричневий колір. Гемоглобінові циліндри подібні до кристалів сечокислового амонію, якщо останні мають подовжену форму. Розрізняють їх додаванням лужного розчину до осаду сечі, від якого сечокислений амоній розчиняється.

*Лейкоцитарні* циліндри виникають унаслідок налипання лейкоцитів на нитки слизу. Виявляють їх при захворюваннях, що перебігають із значною лейкоцитурією (за гострого перебігу нефриту, пієлонефриту та уроциститу).

*Жирові* циліндри являють собою краплі жиру, які прилипли до ниток слизу чи фібрину. Для диференціації їх використовують фарбування осаду суданом-III. Вони розчиняються в ефірі, нерозчинні у кислотах і лугах. Жирові циліндри виявляють при жировому переродженні нирок.

*Бактеріальні* циліндри виявляють при бактеріоурії. Поверхня їх вкрита бактеріями, серед яких є рухомі форми. Бактеріоурія часто виникає при нагромадженні в сечі *Esherichia coli*, *Corynebacterium renale*, *Leptospira*.

*Несправжні* циліндри подібні до справжніх, але утворені із солей сечокислового амонію, уратів.

*Циліндроїди* – це нитки слизу. Вони подібні до гіалінових циліндрів, проте, на відміну від них, циліндроїди довгі і мають поперечну штрихуватість та розчиняються оцтовою кислотою. Циліндроїди виявляють при запальних процесах сечовивідних шляхів.

## 4.2. НЕОРГАНІЗОВАНІ КОМПОНЕНТИ ОСАДУ СЕЧІ

Це кристали солей і кислот. Залежно від реакції сечі, утворюються різні сполуки солей. При кислій реакції в ній з'являються кристали сечової, гіпурової кислот, сечокислі солі (урати), кальцію і калію сульфа-

ти, кальцію оксалат. При лужній сечі випадають солі кальцію оксалату, кальцію карбонату, нейтрального фосфорнокислого магнію, кислого сечокислового амонію, фосфорнокислої аміакмагnezії (трипельфосфат). Останніх двох солей у свіжій сечі здорових тварин не виявляють. Вони утворюються при аміачному бродінні сечі або гнильному розкладанні її в нирковій мисці чи сечовому міхурі. Нейтральна сеча може містити неорганізований осад кислої і лужної сечі. При змінах у годівлі або ж при захворюваннях змінюється не лише рН сечі, а й склад осадів. Деякі неорганізовані осадки виявляються лише при патології.

У здорових тварин в осаді сечі виявляються такі неорганізовані кристали: у коней – кальцію карбонат, кальцію оксалат, кальцію сульфат, гіпурова кислота; у великої рогатої худоби – кальцію оксалат, кальцію карбонат, кальцію сульфат та гіпурова кислота; у свиней – кальцію оксалат і трипельфосфат; у собак – кальцію оксалат, сечова кислота і трипельфосфат.

#### 4.2.1. Осадки лужної сечі

*Кальцію карбонат* ( $CaCO_3$ ) кристалізується у вигляді жовтих кульок різного розміру із радіальною штрихуватістю, що чітко видно при середньому збільшенні світлового мікроскопа. Рідше вони мають форму точильних каменів, колб, пісочних годинників, зрізаних призм (рис. 3). При додаванні хлороводневої або оцтової кислот кристали кальцію карбонату розчиняються з утворенням бульбашок вуглекислого газу. Щоб відрізнити неорганізовані осадки один від одного, можна застосовувати мікрохімічні реакції (Судаков М.О. та ін., 2002).

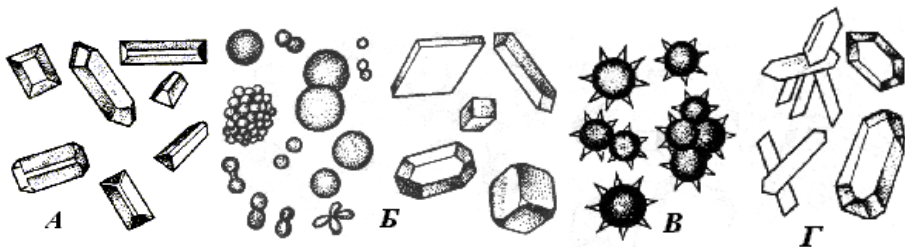


Рис. 3. Неорганізовані осадки лужної сечі: А – трипельфосфат; Б – кальцію карбонат; В – сечокислый амоній; Г – гіпурова кислота.

Кристали кальцію карбонату в кислої сечі відсутні, а їхня поява у хворих тварин, в яких у нормі сеча кислої реакції, є хорошим прогностичним показником.

*Кальцію фосфат* [ $(Ca_3PO_4)_2$ ] кристалізується у вигляді тонких клиноподібних призм, голок, зібраних у пучки, розеток, які розчиняються у хлороводневій і оцтовій кислотах, нерозчинні в лугах. Багато їх виявляють в осаді сечі при остеодистрофії.

*Гіпурова кислота* є складовою сечі майже всіх видів тварин, проте найчастіше зустрічається в лужній сечі, кристалізується у вигляді довгих ромбічних призм, зібраних у пучки, розетки, інколи – у вигляді віяла, волоті. Кристали цієї кислоти розчиняються в аміаці та спирті, нерозчинні в хлороводневій і оцтовій кислотах.

*Трипельфосфат (фосфорнокисла аміак-магнезія);* [ $MgNH_4PO_4 \cdot H_2O$ ] найчастіше має вигляд багатокутних зрізаних призм, рідше – сніжинок, пір'їн, листя папороті, ножиць. Кристали цієї солі розчиняються у хлороводневій і оцтових кислотах, нерозчинні в лугах і гарячій воді. Виявляють їх у свіжій сечі при уроциститі, пієліті та пієлонефриті.

*Сечокислий амоній (амонію біурат);* [ $C_5H_3(NH_4)_2N_4O_3$ ] кристалізується у вигляді буро-жовтих кульок із колючками на поверхні, які своїм зовнішнім виглядом нагадують плоди дурману або морські міни. Кристали розчиняються у хлороводневій і оцтових кислотах. У свіжій сечі сечокислий амоній виявляють при уроциститі, пієліті та пієлонефриті. Особливо багато їх міститься в осаді гнильної сечі.

*Кальцію і магнію фосфати* виявляються в сечі у вигляді білого або сіро-білого щільного осаду. Значну кількість їх часто виявляють у сечі, взятій для дослідження невдовзі після прийняття твариною великої кількості корму (особливо в м'ясо- і всеїдних тварин). У цих випадках сеча стає каламутною. Після центрифугування або відстоювання її виникає білий або сіро-білий щільний осад, який добре розчиняється у 3 %-ному водному розчині оцтової кислоти.

#### 4.2.2. Осади кислої сечі

*Кальцію оксалат* ( $CaC_2O_4 \times 3H_2O$ ) кристалізується у вигляді правильних октаєдрів – восьмикутників, грані яких заломлюють світло. Своїм зовнішнім виглядом вони нагадують поштові конверти, мають різні розміри, але найчастіше – малі (помітні лише при середньому збільшенні світлового мікроскопа). Інколи вони мають вигляд пісочних годинників, гир або дисків (рис. 4). Кристали кальцію оксалату розчиняються у хлороводневій і не розчиняються в оцтовій кислоті. З них часто утворюються сечові камені.

*Кальцію сульфат (цинк; CaSO<sub>4</sub>)* кристалізується у вигляді довгих тонких призм, зібраних у пасма або розетки, у сильноокислій сечі. Велику

кількість їх виявляють у сечі тварин, яким давали глауберову сіль, а також при катарі кишок. Кристали кальцію оксалату не розчиняються в кислотах і аміаці, але розчиняються в концентрованому розчині питної соди.

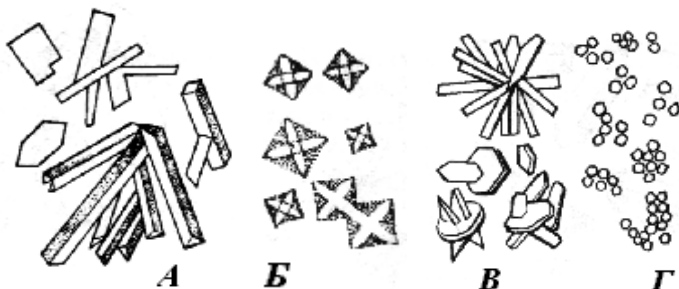


Рис. 4. Неорганізовані осадки кислої сечі: А – кальцію сульфат; Б – кальцію оксалат; В – сечова кислота; Г – урати.

Кристали сечової кислоти ( $C_5H_4N_4O_3$ ) – великі, жовто-бурого кольору, частіше мають вигляд ромбічних пластинок, дисків, сніжинок, хрестів або гребінців. Вони розчиняються в лугах, нерозчинні у воді та кислотах. Велику кількість їх виявляють при захворюваннях нирок та деяких інфекційних хворобах.

Урати (солі сечової кислоти, здебільшого – калію і натрію) кристалізуються у вигляді малих кульок, зібраних у купки. При нагріванні сечі вони розчиняються, а при охолодженні знову випадають в осад; розчиняються в лугах. Під дією хлороводневої та оцтової кислот урати утворюють кристали сечової кислоти. Підвищення вмісту їх у сечі є ознакою посиленого розпаду білків в організмі. Осад з уратів за рахунок пігментів сечі нерідко забарвлюється в рожевий колір.

До неорганізованих осадків сечі, які виявляють лише при патології, належать амінокислоти (лейцин, тирозин, цистин), холестерол, білірубін, гемоглобін та індиго.

Лейцин кристалізується у вигляді жовтих кульок із концентричною та променистою штрихуватістю. Зовнішнім виглядом кристали нагадують поперечний розпил старого дерева, розчиняються в кислотах і лугах, при дії спирту й ефіру випадають в осад. Лейцин виявляють в осаді сечі при захворюваннях печінки, отруєннях та порушеннях обміну речовин (рис. 5).

Тирозин кристалізується у вигляді жовтих або жовто-бурих тонких голівок, зібраних у пучки, снопи, волоті або розетки. Кристали розчи-

няються в аміаці, кислотах і лугах. Тирозин виявляють у сечі при інтоксикаціях та захворюваннях печінки.

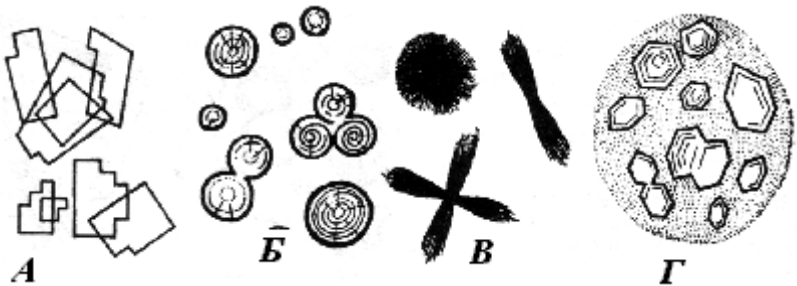


Рис. 5. Неорганізовані осаді сечі, які виявляють лише при патології:  
 А – холестерол; Б – лейцин; В – тирозин; Г – цистин.

*Цистин* має вигляд багатокутників (найчастіше – шестикутників) із своєрідною концентричною штрихуватістю. Кристали розчиняються у хлороводневій кислоті та аміаці. Цистин виявляють у сечі при порушеннях обміну речовин (сечокам'яній хворобі, цистинозі).

*Холестерол* має вигляд тонких прозорих прямокутних блискучих пластинок з вирізаними кутами. Кристали його розчиняються в ефірі й хлороформі. Виявляють їх в осаді сечі при ліпоїдному нефрозі.

*Білірубін* міститься в осаді сечі у вигляді червоно-оранжевих зерняток або голчастих жовтих кристалів, які розчиняються у хлороформі й лугах. Виявляють їх у сечі при захворюваннях печінки з синдромом жовтяниці.

*Гемоглобін (гематин)* виявляють в осаді сечі при гемоглобінурії у вигляді бурих аморфних брил, які часто включаються в сечові циліндри.

*Індиго* – це органічний барвник, який утворюється в лужній сечі з індиану. Кристали індиго мають вигляд тонких голок або брил, здебільшого синього кольору, які розчиняються у хлороформі. Виявляють їх в осаді сечі при патології печінки, а також при інших захворюваннях, що супроводжуються вираженою індиқанурією.

## КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Топографія нирок у тварин.
2. Перерахувати основні методи дослідження нирок.
3. Методи дослідження сечового міхура та уретри.
4. Теорія сечоутворення.
5. Ниркові набряки: механізм утворення та диференціація.
6. Перерахувати хвороби нирок і сечових шляхів.
7. Привести визначення запальних процесів у нирках.
8. Отримання сечі у тварин.
9. Особливості отримання сечі у коней.
10. Правила зберігання і консервування сечі.
11. Кількість сечі, яку виділяють тварини за добу.
12. Гормони, які регулюють виділення сечі, та їх вплив на добовий діурез.
13. Причини олігурії.
14. Причини поліурії.
15. Колір сечі, його зміни та причини.
16. Причини гематурії та її різновиди.
17. Диференціація гематурії, гемоглобінурії та міоглобінурії.
18. Прозорість сечі та причини її помутніння.
19. Консистенція і запах сечі та їх зміни при хворобах.
20. Відносна густина сечі в нормі та причини її змін.
21. Водневий показник сечі в нормі та причини його змін.
22. Причини гемоглобінурії та її диференціація від гематурії.
23. Якісні реакції на білок у сечі.
24. Визначення кількості білка у сечі.
25. Класифікація і причини ниркової протеїнурії.
26. Диференціація окремих хвороб нирок за рівнем протеїнурії.
27. Диференціація ниркової і позаниркової протеїнурії (загальні принципи).
28. Якісні реакції визначення глюкози в сечі (перерахувати).  
Описати пробу Гайнеса.
29. Визначення глюкози в сечі пробою Ніляндера.
30. Глюкозурія та її класифікація. Поняття про нирковий поріг, його рівень у тварин різних видів.
31. Діагностичне значення патологічної глюкозурії.
32. Назвіть гормони гіпер- і гіпоглікемічної дії.
33. Кетонурія та її причини.
34. Визначення кетонових тіл у сечі.

35. Діагностичне значення визначення білірубіну в сечі.
36. Діагностичне і прогностичне значення уробіліногенурії.
37. Диференціація жовтяниць за вмістом білірубіну та уробіліну в сечі.
38. Принцип методів визначення крові в сечі. Перерахувати методи.
39. Методи визначення гемоглобіну в сечі.
40. Диференціація ниркової і позаниркової гематурії.
41. Гемоглобінурія та її діагностичне значення.
42. Діагностичне значення гематурії.
43. Діагностичне значення визначення залишкового азоту в сечі.
44. Діагностичне значення індиканурії.
45. Діагностичне значення визначення сечовини в сечі.
46. Діагностичне значення визначення креатиніну в сечі.
47. Ферментоурія та її значення у лабораторній діагностиці хвороб нирок (загальні принципи).
48. Діагностичне значення визначення ГГТП в сечі.
49. Діагностичне значення визначення ЛФ і ЛДГ в сечі.
50. Діагностичне значення визначення  $\alpha$ -амілази в сечі.
51. Фізичні особливості сечі у коней.
52. Особливості дослідження сечі коней на вміст білка і глюкози.
53. Причини еритроцитурії і лейкоцитурії при різних хворобах сечової системи.
54. Діагностичне значення виявлення епітеліальних клітин у сечі.
55. Діагностичне значення гіалінових, епітеліальних і зернистих циліндрів у сечі.
56. Діагностичне значення воскоподібних, еритроцитарних і гемоглобінових циліндрів у сечі.



## ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ

1. Сечу для дослідження відбирають:
  - а) вдень до годівлі;
  - б) вдень після годівлі;
  - в) вранці натще;
  - г) цілодобово.
2. Сечу дозволяється консервувати:
  - а) тимолом;
  - б) гепарином;
  - в) хлороформом;
  - г) толуолом;
  - д) заморожуванням.
3. Олігурія – це:
  - а) зменшення частоти сечовиділення;
  - б) припинення діурезу;
  - в) зменшення добового діурезу;
  - г) зменшення частоти сечовиділення і добового діурезу;
  - д) збільшення добового діурезу.
4. Олігурія виникає при:
  - а) зневодненні організму;
  - б) гломерулонефриті;
  - в) збільшенні виділення вазопресину;
  - г) зменшенні виділення вазопресину;
  - д) збільшенні секреції альдостерону;
  - е) зменшенні секреції альдостерону;
  - ж) серцево-судинній недостатності.
5. Поліурія виникає при:
  - а) зневодненні організму;
  - б) цукровому діабеті;
  - в) асциті та плевриті;
  - г) нефротичному синдромі;
  - д) гломерулонефриті;
  - е) зменшенні виділення вазопресину;
  - ж) збільшенні виділення вазопресину.
6. Якщо під час сечовиділення вся сеча червоного кольору, то це вказує на:
  - а) ураження сечовивідних шляхів;
  - б) ураження сечового міхура;

- в) захворювання нирок;
  - г) міоглобінурію;
  - д) гемоглобінурію.
7. У коней виділяється мутнувата сеча – це:
- а) норма;
  - б) вказує на ураження нирок;
  - в) виникає після поїдання великої кількості зерна.
8. Якщо сеча піниться, то це означає, що:
- а) у ній проходять процеси бродіння з утворенням газів;
  - б) у сечі великий вміст білка;
  - в) сеча містить багато епітеліальних клітин, бактерій і слизу.
9. Ниркова гематурія виникає при:
- а) гломерулонефриті;
  - б) інтерстиціальному нефриті;
  - в) нефротичному синдромі;
  - г) пієлонефриті;
  - д) нефросклерозі;
  - е) пухлинах нирок.
10. Гемоглобінурія виникає при:
- а) патології печінки;
  - б) гемолітичній анемії;
  - в) постгеморагічній анемії;
  - г) пухлинах нирок;
  - д) гломерулонефриті;
  - е) пієлонефриті.
11. Відносна густина сечі залежить від:
- а) стану водного обміну;
  - в) концентраційної здатності нирок;
  - в) екскреторної функції нирок;
  - г) вмісту в сечі сечовини;
  - д) вмісту в сечі білка;
  - е) вмісту в сечі глюкози;
  - ж) реабсорбційної функції ниркових каналців;
  - з) виділення АДГ.
12. Лужна реакція сечі у тварин буває при:
- а) згодовуванні великої кількості рослинних кормів;
  - б) надлишку протеїну в раціоні;
  - в) при голодуванні;
  - г) захворюваннях органів сечової системи.

13. Причини ренальної протеїнурії:
- а) інтоксикація;
  - б) серцева недостатність;
  - в) патологія печінки;
  - г) гломерулонефрит;
  - д) нефротичний синдром.
14. При позанирковій протеїнурії вміст білка в сечі становить:
- а) до 0,1 %;
  - б) до 1 %;
  - в) до 2 %.
15. При нирковій протеїнурії вміст білка в сечі становить:
- а) до 0,1 %;
  - б) до 1,5 %;
  - в) до 2,5 %.
16. Нирковий поріг для глюкози (мілімоль глюкози в 1 л крові) у жуйних становить:
- а) 2–3;
  - б) 3–5;
  - в) 5–6;
  - г) 6–9.
17. При ренальній глюкозурії рівень глюкози у крові:
- а) зменшений;
  - б) збільшений;
  - в) у нормі.
18. Причини патологічної глюкозурії:
- а) патологія підшлункової залози;
  - б) гіперфункція надниркових залоз;
  - в) гіпофункція надниркових залоз;
  - г) гіперфункція щитоподібної залози.
19. Кетонурія у корів діагностується при вмісті кетонових тіл у сечі (ммоль/л):
- а) до 0,5;
  - б) 0,6–1,5;
  - в) 1,6–2,5.
20. Кетонурія у корів виникає при:
- а) голодуванні;
  - б) ожирінні;

- в) нестачі енергії в раціоні;
  - г) нестачі протеїну в раціоні;
  - е) нестачі цукру в раціоні;
  - ж) надлишку цукру в раціоні.
21. Білірубінурія виникає при жовтяниці:
- а) паренхіматозній;
  - б) механічній;
  - в) гемолітичній.
22. Уробіліногенурія розвивається при жовтяниці:
- а) гемолітичній;
  - б) механічній;
  - в) паренхіматозній.
23. Білірубінурія та уробіліногенурія розвиваються при жовтяниці:
- а) гемолітичній;
  - б) механічній;
  - в) паренхіматозній.
24. При позанирковій гематурії:
- 1) еритроцитів у полі зору:
- а) 10–20;
  - б) 21–50;
  - в) 51–100;
- 2) білка в сечі (г/л):
- а) менше 1;
  - б) більше 1.
25. При нирковій гематурії:
- 1) еритроцитів у полі зору:
- а) 10–20;
  - б) 21–50;
  - в) 51–100;
- 2) білка в сечі, г/л:
- а) менше 1;
  - б) більше 1.
26. До організованих компонентів сечі відносять:
- а) формені елементи крові;
  - б) солі кальцію;
  - в) циліндри;
  - г) епітеліальні клітини;
27. У сечі кислої реакції є:
- а) кристали сечової кислоти;

- б) урати;
  - в) фосфати.
28. Сеча лужної реакції містить:
- а) кальцію оксалат;
  - б) калію сульфат;
  - в) кальцію карбонат;
  - г) трипельфосфат.

## СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ангельські С., Якубовські З., Домінічак М.Г. Клінічна біохімія: Пер. з пол. – Сопот, 1998. – 451 с.
2. Биохимические методы исследования в клинике /А.А.Покровский, А.И.Арчаков, С.Г.Аптекарь и др.; Под ред. акад. А.А.Покровского. – М.: Медицина, 1969. – 652 с.
3. Ветеринарна клінічна біохімія / В.І. Левченко, В.В. Влізло, І.П. Кондрахін та ін.; За ред. В.І. Левченка і В.Л. Галяса. – Біла Церква, 2002. – 400 с.
4. Внутрішні хвороби тварин / В.І. Левченко, І.П. Кондрахін, В.В. Влізло та ін.; За ред. В.І. Левченка. – Біла Церква, 2001. – Ч. 2. – 544 с.
5. Вовкотруб Н.В. Нефротичний синдром у високопродуктивних корів і новонароджених телят (патогенез, діагностика і лікування): Автореф. дис. ... канд. вет. наук: 16.00.01. – Біла Церква, 2005. – 22 с.
6. Горячковский А.М. Клиническая биохимия. – Одесса: Астропринт, 1998. – 608 с.
7. Камышников В.С. Справочник по клинико-биохимической лабораторной диагностике: В 2 т. – Минск: Беларусь, 2000. – Т. 1. – 495 с.; Т. 2. – 463 с.
8. Клінічна діагностика внутрішніх хвороб тварин / В.І. Левченко, В.В. Влізло, І.П. Кондрахін та ін.; За ред. В.І. Левченка. – Біла Церква, 2004. – 608 с.
9. Клиническая лабораторная диагностика в ветеринарии: Справочное издание /И.П.Кондрахин, Н.В. Курилов, А.Г. Малахов и др. – М.: Агропромиздат, 1985. – 287 с.
10. Лабораторные исследования в ветеринарной клинической диагностике /П.С.Ионов, В.Г. Мухин, А.И.Федотов, И.Г.Шарабрин. – М.: Сельхозгиз, 1952. – С. 5–70.
11. Мазуркевич А.Й., Тарасевич В.В., Клузі Дж. Патолофізіологія тварин. – К.: Вища школа, 2000. – 352 с.
12. Методи ветеринарної клінічної лабораторної діагностики / І.П.Кондрахін, А.В.Архипов, В.И.Левченко і др.; Под ред. И.П.Кондрахина. – М.: КолосС, 2004. – 520 с.
13. Слівінська Л.Г. Методичні рекомендації до лабораторно-практичних занять з дослідження сечової системи та сечі у дрібних домашніх тварин. – Львів, 2003. – 72 с.

## ЗМІСТ

|   |    |
|---|----|
| ВСТУП (Безух В.М., Левченко В.І.) .....   | 3  |
| ОДЕРЖАННЯ ТА ЗБЕРІГАННЯ СЕЧІ (Тишківський М.Я.).....                                | 4  |
| 1. ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ СЕЧІ (Сахнюк В.В., Тишківський М.Я.,<br>Костенко Л.О.) ..... | 5  |
| 1.1. Кількість сечі .....   | 5  |
| 1.2. Колір сечі .....   | 6  |
| 1.3. Прозорість сечі .....  | 7  |
| 1.4. Консистенція сечі .....  | 7  |
| 1.5. Запах сечі .....   | 7  |
| 1.6. Відносна густина сечі .....  | 8  |
| 1.7. Водневий показник (рН) сечі .....  | 9  |
| 2. ХІМІЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ СЕЧІ .....   | 10 |
| 2.1. Визначення білка в сечі (Сахнюк В.В., Тишківський М.Я.).....                   | 10 |
| Якісні реакції на білок у сечі.....   | 10 |
| 2.1.1. Проба кип'ятінням.....   | 11 |
| 2.1.2. Проба з азотною кислотою .....   | 11 |
| 2.1.3. Проба із сульфосаліциловою кислотою .....                                    | 11 |
| 2.1.4. Проба з калієм залізоцинкостим .....   | 12 |
| Кількісне визначення білка в сечі.....  | 12 |
| 2.1.5. Визначення білка в сечі із 3 %-ною сульфосаліциловою<br>кислотою.....        | 12 |
| 2.1.6. Метод з азотною кислотою (Робертса-Стольникова).....                         | 13 |
| 2.1.7. Експрес-метод визначення білка в сечі діагностичними<br>смушками.....        | 13 |
| Діагностичне значення протеїнурії (Левченко В.І.).....                              | 13 |
| 2.2. Визначення вмісту глюкози в сечі (Сахнюк В.В., Тишківський М.Я.) .             | 15 |
| Якісні реакції визначення глюкози в сечі .....                                      | 15 |
| 2.2.1. Проба Гайнеса.....   | 15 |
| 2.2.2. Проба Ніляндера (проба на відновлення вісмуту).....                          | 16 |
| 2.2.3. Проба з сегнетовою сіллю .....   | 16 |
| Кількісне визначення цукрів у сечі .....  | 17 |
| 2.2.4. Визначення глюкози глюкозо-оксидазним методом.....                           | 17 |
| 2.2.5. Визначення глюкози за кольоровою реакцією<br>з ортотолуїдином .....          | 18 |
| 2.2.6. Експрес-метод визначення кількості глюкози в сечі.....                       | 18 |
| Діагностичне значення глюкозурії (Левченко В.І., Слівінська Л.Г.).....              | 19 |
| 2.3. Визначення кетонів у сечі.....   | 20 |
| 2.3.1. Проба Лестраде .....   | 20 |
| 2.3.2. Проба Ротера.....  | 20 |
| 2.3.3. Проба Росса.....   | 20 |
| 2.3.4. Експрес-метод визначення кількості кетонів у сечі.....                       | 21 |

|  |    |
|--|----|
| Діагностичне значення кетонурії (Левченко В.І., Сахнюк В.В.).....  | 21 |
| 2.4. Визначення білірубіну в сечі (Сахнюк В.В., Тишківський М.Я.) .....  | 21 |
| 2.4.1. Проба Розіна .....  | 22 |
| 2.4.2. Проба Фуше .....  | 22 |
| 2.4.3. Експрес-метод визначення білірубіну в сечі .....  | 22 |
| Діагностичне значення білірубінурії (Левченко В.І., Слівінська Л.Г.) .....   | 23 |
| 2.5. Визначення уробіліногену та уробіліну і жовчних кислот у сечі<br>(Сахнюк В.В., Тишківський М.Я.) .....        | 23 |
| 2.5.1. Проба Флоренса-Комарицина .....   | 24 |
| 2.5.2. Проба Богомолова .....  | 24 |
| Діагностичне значення уробіліногенурії (Левченко В.І., Слівінська Л.Г.) .....                                      | 24 |
| 2.5.3. Визначення вмісту жовчних кислот у сечі .....   | 25 |
| 2.6. Визначення вмісту крові і кров'яних пігментів у сечі (Сахнюк В.В.,<br>Тишківський М.Я.) .....                 | 26 |
| Якісні реакції на кров .....   | 26 |
| 2.6.1. Бензидинова проба .....   | 26 |
| 2.6.2. Проба Колло (з лужним розчином фенолфталеїну) .....   | 27 |
| 2.6.3. Гваякова проба .....  | 27 |
| 2.6.4. Визначення міоглобіну в сечі .....  | 27 |
| Визначення вмісту гемоглобіну в сечі .....   | 28 |
| 2.6.5. Визначення вмісту гемоглобіну в сечі методом Салі .....   | 28 |
| 2.6.6. Визначення вмісту гемоглобіну геміглобінціанідним методом .....   | 28 |
| Діагностичне значення визначення пігментів крові (Левченко В.І.) .....   | 29 |
| 2.7. Визначення продуктів залишкового азоту в сечі (Вовкотруб Н.В.).....   | 30 |
| 2.7.1. Визначення залишкового азоту в сечі колориметричним<br>методом із реактивом Неслера .....                   | 30 |
| Діагностичне значення визначення залишкового азоту в сечі<br>(Вовкотруб Н.В., Сахнюк В.В., Тишківський М.Я.) ..... | 31 |
| 2.7.2. Визначення сечовини в сечі (Вовкотруб Н.В.) .....   | 32 |
| 2.7.2.1. Визначення сечовини в сечі (за колірною реакцією<br>з діацетилмонооксимом) .....                          | 32 |
| 2.7.2.2. Визначення сечовини в сечі (за методом Марш) .....  | 33 |
| Діагностичне значення визначення сечовини (Вовкотруб Н.В.) .....   | 34 |
| 2.7.3. Визначення креатиніну .....   | 35 |
| 2.7.3.1. Визначення креатиніну за колірною реакцією Яффе .....   | 35 |
| Діагностичне значення визначення креатиніну (Вовкотруб Н.В.) .....   | 37 |
| 2.7.4. Визначення індикану в сечі (Тишківський М.Я.) .....   | 38 |
| 2.7.4.1. Проба Яффе .....  | 38 |
| 2.7.4.2. Проба Обермайера .....  | 38 |
| Діагностичне значення індиканурії .....  | 39 |
| 2.8. Визначення макроелементів у сечі (Тишківський М.Я., Сахнюк В.В.) .....  | 39 |
| 2.8.1. Визначення хлоридів у сечі за Фольгардом .....  | 39 |
| 2.8.2. Визначення хлоридів у сечі наборами реактивів .....   | 40 |



|   |    |
|---|----|
| Діагностичне значення визначення хлоридів .....   | 41 |
| 2.8.3. Визначення кальцію в сечі (Костенко Л.О., Вовкотруб Н.В.) .....  | 42 |
| Діагностичне значення визначення кальцію в сечі .....   | 43 |
| 2.9. Визначення ферментів у сечі (Вовкотруб Н.В.) .....   | 43 |
| 2.9.1. Визначення активності гамма-глутамілтранспептидази в сечі<br>(Вовкотруб Н.В., Жила І.А.) .....               | 45 |
| Діагностичне значення визначення активності гамма-глутаміл-<br>транспептидази (Вовкотруб Н.В., Левченко В.І.) ..... | 46 |
| 2.9.2. Визначення $\alpha$ -амілази (за методом Каравея) (Тишківський М.Я.,<br>Сахнюк В.В.) .....                   | 47 |
| Діагностичне значення визначення альфа-амілази .....  | 48 |
| 2.9.3. Визначення активності лужної фосфатази в сечі .....  | 49 |
| Діагностичне значення визначення лужної фосфатази .....   | 50 |
| 3. Особливості одержання і дослідження сечі в коней (Головаха В.І.,<br>Жила І.А.) .....                             | 50 |
| 4. Дослідження осаду сечі (Левченко В.І., Соколюк В.М.) .....   | 54 |
| 4.1. Організовані компоненти осаду сечі .....   | 55 |
| 4.2. Неорганізовані компоненти осаду сечі .....   | 58 |
| 4.2.1. Осади лужної сечі .....  | 59 |
| 4.2.2. Осади кислої сечі .....  | 60 |
| Контрольні питання (Безух В.М., Левченко В.І.) .....  |    |
| Тестові завдання (Безух В.М., Левченко В.І.) .....  |    |
| Список рекомендованої літератури .....  |    |

**Дослідження сечі**  
Методичні рекомендації

**Левченко** Володимир Іванович  
**Тишківський** Михайло Ярославович  
**Сахнюк** Володимир Володимирович  
**Безух** Василь Михайлович  
**Вовкотруб** Наталія Володимирівна  
**Головаха** Володимир Іванович  
**Жила** Інна Анатоліївна  
**Костенко** Людмила Олександрівна  
**Слівінська** Любов Григорівна  
**Соколюк** Василь Минович

*Редактор О.М. Т р е г у б о в а*  
*Комп'ютерна верстка: Л.Ю. Г у б і н а*

Здано до складання 21.03..2005. Підписано до друку 23.05.2005.  
Формат 60x84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Ум. др. арк. 4,3 . Зам. 2684. Тираж 300. Ціна – 3 грн 70 к.  
Сектор оперативної поліграфії РВІКВ БДАУ.  
09117, Біла Церква, Соборна площа, 8/1; тел. 3-11-01.