

DOI: 10.21802/gmj.2019.2.1

УДК 591.149+616-095.9

Токаруж Н. С.

Метаболічна камера для збору сечі дрібних тварин із високими експлуатаційними характеристиками і низькою собівартістю

Івано-Франківський національний медичний університет

Email: hope88@i.ua

Резюме. Представлені результати конструктивної розробки оригінальної метаболічної камери для збору сечі дрібних лабораторних тварин, яка складається з корпусу, циліндричного відсіку для тварин з днищем, лійки, контейнера для збору сечі та двох градуйованих поїлок, які можна розмістити на різній висоті залежно від віку тварини. При цьому, корпус виконано з ламінованої деревостружкової плити, циліндричний відсік для тварин виготовлено з поліетилентерфталату з днищем, яке зроблено у вигляді круга з ткані нержавіючої сітки. Як лійку для збирання сечі використано скляну ребристу лійку фірми SIMAX (Чехія). Для попередження попадання в контейнер для збору сечі фекалій тварин додатково встановлено два круги з ткані нержавіючої сітки: більший, який розташований на внутрішній ребристій поверхні лійки та менший, що розміщений на нерестій внутрішній поверхні лійки поряд з отвором її трубки. Під контейнер для збору сечі з металу виготовлено підставку із заглибиною. Між контейнером і лійкою розміщено металевий циліндр з тонкої нержавіючої сталі, який унеможливує випаровування сечі.

Запропонована модель метаболічної камери забезпечує високі експлуатаційні характеристики, що аргументуються її високою сечопроникною та сечозбиральною здатностями, значно нижчим випаровуванням сечі, покращеними умовами перебування тварин та дає змогу зібрати таку кількість сечі, яка більш повно відповідає істинному діурезу лабораторних тварин, а також має низьку собівартість.

Ключові слова: сеча, конструктивна розробка, метаболічна камера, сечопроникна та сечозбиральна здатність.

Постановка проблеми і аналіз існуючих конструкцій метаболічних камер.

Зазвичай збір сечі в дрібних тварин проводять за допомогою метаболічних камер [1, 2, 3, 9, 10]. Однак для метаболічних камер таких, як Tesnplast (Італія) та інших, що виготовляються зарубіжними виробниками [5, 12, 13, 14, 15, 16], притаманна висока вартість, яка з доставкою та з урахуванням мита і ПДВ коливається в межах \$ 1200–2500. Виходячи з їхньої вартості та з того, що для постановки експерименту необхідно щонайменше дві метаболічні камери, більшість невеликих лабораторій України не в змозі їх придбати. З цих позицій, найбільш доступною є метаболічна камера ООО «НПК Открытая Наука» (Росія), яка орієнтовно коштує \$ 700. Проте ця камера має цілий ряд суттєвих недоліків, які вказані нижче.

Однією з основних характеристик метаболічних камер є їхня *сечопроникна здатність*, яку здійснює нижня стінка відсіку для тварин (далі нижня стінка). Нижня стінка метаболічної камери російського виробника (рис. 1) виконана з литого поліметилметакрилату товщиною 4 мм. Отвори з гострими краями і не шліфованими стінками діаметром 5 мм зроблені таким чином, що між краями отворів розміщуються площадки від 4 до 25 мм², на яких затримується сеча. При температурі 20–24°C, яка необхідна для утримування лабораторного щура, ця сеча випаровується і не потрапляє до контейнера для збору сечі. Указані недоліки значно зни-

жують сечопроникну здатність камери. До того ж така конструкція нижньої стінки затримує значну кількість фекалій щура.

Другою з основних характеристик метаболічних камер є їхня *сечозбиральна здатність*, яку здійснює збиральна лійка (далі лійка). Лійка метаболічної камери російського виробника (рис. 2) виготовлена з поліпропілену, на якому на внутрішній поверхні лійки затримується сеча. Затримує сечу і тверді кишкові випорожнення щура «вушко» скляного «сепаратора» і його дротяний фіксатор, що перекривають отвір трубки лійки. Не найкращою є конструкція скляного «сепаратора» у вигляді краплі, який мав би відкидати фекалії. Ця функція не виконується. Фекалії постійно змочуються сечею і прилипають до скла «сепаратора». До того ж, немалі його розміри сприяють швидкому випаровуванню сечі.

Ряд суттєвих недоліків притаманні конструктивним елементам *відсіку для тварин* (далі відсік). Відсік метаболічної камери російського виробника має площу нижньої стінки (підлоги) 298,6 см² і об'єм – 5823,6 см³, що не відповідає санітарним вимогам до утримання лабораторного щура [4, 6, 7, 8, 11]. До того ж відсік погано вентильовується, оскільки кількість і площа отворів у його кришці є недостатньою. Відсутність отворів у нижній частині відсіку унеможливує циркуляцію повітря. Однієї градуйованої поїлки, яка фіксувана надто високо, замало, якщо збирається сеча в тварин, що мають полідипсію.

Мета дослідження: розробити конструкцію метаболічної камери для збору сечі дрібних лабораторних тварин із високими експлуатаційними характеристиками і низькою

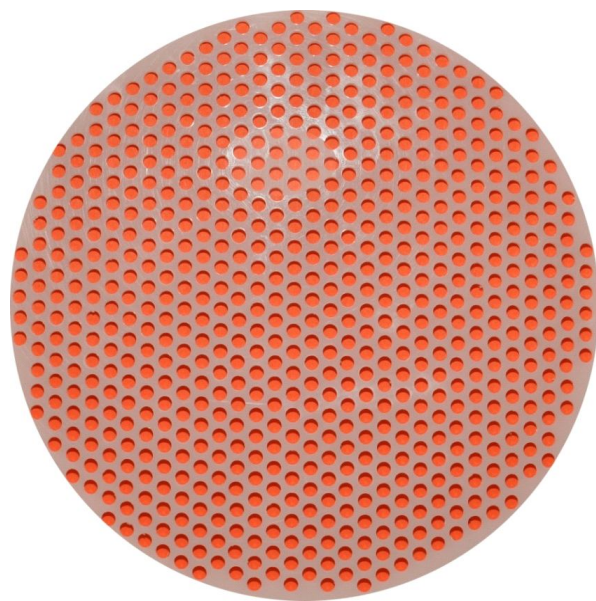


Рис. 1. Нижня стінка відсіку для тварин метаболічної камери «НПК Открытая Наука»



Рис. 2. Збиральна лійка (справа внутрішня поверхня) і скляний краплеподібний «сепаратор» метаболічної камери «НПК Открытая Наука»

собівартістю та провести її апробацію.

Матеріал і методи дослідження

1. Конструктивна розробка складових частин і всієї оригінальної метаболічної камери з виготовленням короткого технічного опису і креслення загального виду, визначенням матеріалів і розрахунків розмірів камери та її окремих складових.

2. Апробування камери – визначення добового діурезу та об'єму випитої рідини, яке проведене на 10 статевозрілих щурасамцях лінії Вістар масою 214–256 г. Щоб нівелювати індивідуальну мінливість тварин за масою тіла, об'ємом спожитої і виділеної рідини, як в деяких лабораторіях, останні два показники розраховували на 1 кг маси тіла щура [2]. Визначення маси тіла виконували на вазі лабораторній (тип ВНЦ, ГОСТ 7327-55) [10].

3. Статистичне опрацювання здобутих даних виконували в програмному середовищі R версії 3.0. [17]. Числові дані представляли у вигляді середнього \pm стандартне відхилення (Mean \pm SD).

Результати конструктивної розробки і апробування оригінальної метаболічної камери та їх обговорення

Запропонована нами метаболічна камера (пристрій для збору сечі дрібних тварин) розроблена шляхом зміни конструкції складових частин метаболічної камери «НПК Открытая Наука» (Росія) і заміни матеріалів, з яких вони виготовлені. Характерними відмінностями оригінальної метаболічної камери є те, що запропонований нами пристрій включає в себе (рис. 3): циліндричний відсік для тварин з поліетилентерфталату (1); нижню стінку відсіку тварин у вигляді металевих кружок діаметром 267 мм з ткані нержавіючої сітки, вічка якої мають розміри 6×6 мм і діаметр дроту – 1,20 мм (2); скляну ребристу лійку SIMAX (Чехія) (3); два кружки з ткані нержавіючої сітки для попередження попадання в контейнер для збору сечі фекалій і волоссин шерсті

щура: більшого круга (4), розташованого на внутрішній ребристій поверхні лійки, діаметром 185 мм з вічками розміром 4×4 мм і діаметром дроту 0,60 мм та меншого круга (5), розташованого поряд з отвором трубки лійки, діаметром 47 мм з вічками розміром 2,8×2,8 мм і діаметром дроту 0,45 мм; корпус з ламінованої деревостружкової плити (6); металевий циліндр з тонкої нержавіючої сталі між контейнером і лійкою (7).

Циліндричний відсік для тварин виготовили з бутлі, яка використовується для транспортування питної води об'ємом у 19–20 літрів. Використовували бутлі, що мають занижену середню частину (див. рис. 3; 8). Такі бутлі мають три підняті валки: один – вздовж верхнього (див. рис. 3; 9) і два – вздовж нижнього (див. рис. 3; 10) периметрів тіла. Два нижні валки також розділені звуженою заниженою частиною. Ці валки надають бутлі жорсткості. У бутлі відрізували дно (по нижньому краю жорсткості піднятого валка) і горло (на рівні плеча бутлі). Використовували тільки тіло, що може мати висоту в межах 270–370 мм і нижній внутрішній діаметр 270 мм (величина верхнього діаметра не має значення). Об'єм такого відсіку становить 14044,4 см³ і є в 2,4 раза більшим за такий же показник російської метаболічної камери та відповідає санітарним вимогам до утримання лабораторного щура [4, 6, 7, 8, 11]. У тілі бутлі просвердлювали такі отвори: а) шість отворів, діаметром 12–14 мм, для розміщення «носіків» двох градуйованих поїлок (рис. 6); їх розташували попарно на віддалі 120 мм і на висоті (від нижнього краю корпусу) 60, 90 та 110 мм, що дає можливість регулювати висоту розміщення поїлок залежно від віку щура; б) не менше як 14 отворів, діаметром 10 мм, для вентиляції повітря, які розташовували рівномірно вище верхнього краю металевих кілець. Кришку відсіку (див. рис. 3; 11)

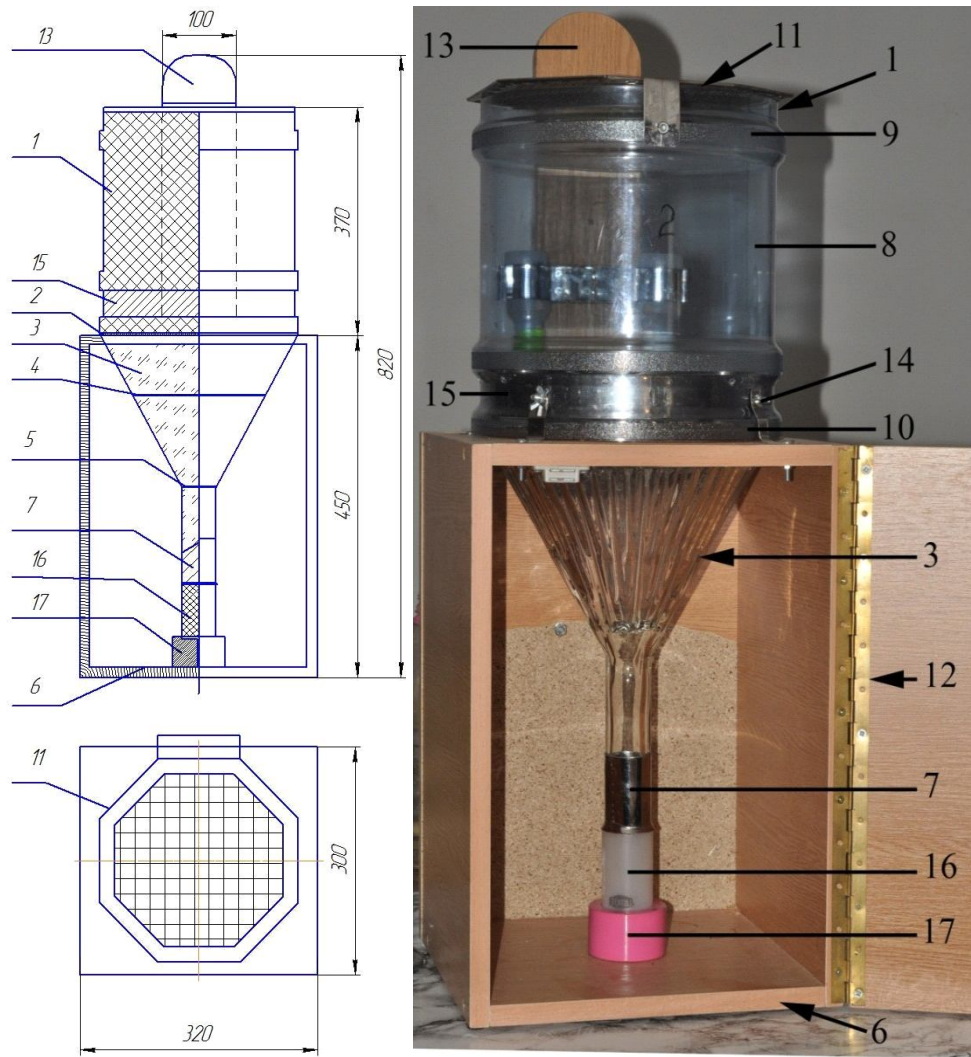


Рис. 3. Робоче креслення та загальний вигляд оригінальної метаболічної камери.

Позначення: 1 – циліндричний відсік; 2 – днище відсіку для тварин; 3 – скляна ребриста лійка; 4 і 5 – великий і менший круги з ткані нержавіючої сітки у скляній лійці; 6 – корпус; 7 – металевий циліндр; 8 – звужена середня частина відсіку для тварин; 9 і 10 – верхній і нижній периметри відсіку для тварин; 11 – кришка відсіку; 12 – роляльна завіса дверцят; 13 – спинка корпусу; 14 – металева смужка для скріплення відсіку для тварин із корпусом; 15 – металеве нержавіюче кільце; 16 – контейнер для збору сечі; 17 – підставка для контейнера

виготовили з такої ж нержавіючої сітки, як і його нижня стінка. Форма кришки довільна, але вона має обов'язково закриватися у будь-який спосіб, бо дорослі шури спроможні дострибнути до верхнього краю відсіку і підняти кришку.

Відсоток відкритої площини *нижньої стінки відсіку для тварин* (далі нижня стінка) становив 69,3%. (рис. 4). Методом кольорової сегментації було встановлено, що при однакових площах, відкритий простір запропонованої нами нижньої стінки в 2,4 раза більший за такий же показник нижньої стінки, яка встановлюється на метаболічну камеру російського виробника. Край нижньої стінки окантували смужкою з нержавіючої сталі шириною 15 мм під кутом 3-4 градуси до площини сітки в медіальному напрямку, використовуючи для закріплення її до сітки точкову зварку (нахил окантовки необхідний для того, щоб сеча, яка попала на неї, могла вільно стікати в збірну лійку). Окрім того, запропонована нами нижня стінка має ще ряд переваг перед такою ж російської метаболічної камери: а) вона є в 3,3 раза тоншою, проте не прогинається під вагою до 900 г; б) вічка

(отвори) обмежені нержавіючим гладким дротом діаметром 1,2 мм, який є круглим на поперечному перерізі (у російській поліметилметакрилатній нижній стінці отвори мають гості краї і нешліфовану стінку довжиною 4 мм); в) за рахунок великих вічок через сітку легко проходять фекалії шура; г) площа нижньої стінки становить 510,7 см², що перевищує норму площі підлоги клітки на 1-го шура (350 см²) [6] і є в 1,7 раза більшою за такий же показник нижньої стінки, яка встановлюється на російську метаболічну камеру. Вищезазначені переваги значно збільшують *сечопропускну здатність* запропонованого пристрою для збору сечі дрібних лабораторних тварин.

Скляна ребриста лійка SIMAX (Чехія) виготовлена з боросилікатного скла (рис. 5) і має трубку довжиною 50 мм, верхній внутрішній діаметр 250 мм (зовнішній – 264 мм), а малий внутрішній (трубки) – 40 мм. Скляна, гладка і ребриста внутрішня поверхня лійки прискорює стікання сечі.

Два круги, які ми виготовили з ткані нержавіючої сітки, добре затримують як великі, так і дрібні тверді

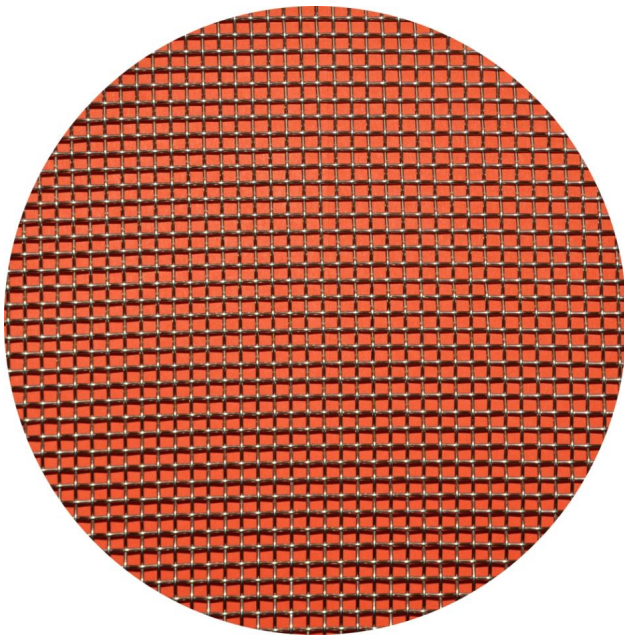


Рис. 4. Нижня стінка відсіку для тварин запропонованої нами метаболічної камери

випорожнення і волосини шура. При цьому велика площа відкритої площини обох сіток (75,6 і 74,1 %) і малий діаметр їхніх дротин (0,60 і 0,45 мм) не перешкоджають вільному протіканню сечі. Переваги скляної ребристої лійки SIMAX і використання замість скляного краплеподібного «сепаратора» двох сіткових нержавіючих металевих кругів значно збільшують *сечозбиральну здатність* запропонованої нами метаболічної камери для збору сечі дрібних лабораторних тварин.

Корпус (основа) камери виготовили з ламінованої ДСП (деревостружкової плити) розміром в 450×320×300 мм. Передня стінка корпусу є дверцятами, які кріпляться за допомогою рояльної завіси (див. рис. 3; 12); у закритому стані дверцята утримуються меблевими магнітами. До задньої стінки корпусу жорстко прикріпили спинку (див. рис. 3; 13) (600×100 мм). У верхній стінці корпусу вирізали круглий отвір діаметром 257 мм, торець якого окантували набивною кромкою; на цю кромку вільно (без кріплення) і щільно повинна лягати лійка, верхній край якої має виступати над корпусом приблизно на 15 мм. Такий корпус камери має естетичний вигляд і його можна без проблем виготовити в будь-якій столярній майстерні.

Скріплення відсіку для тварин із корпусом здійснювали за

допомогою 4-х тонких металевих нержавіючих смужок шириною 18-20 мм, болтів та гайок (див. рис. 3; 14) і металевого нержавіючого кільця (див. рис. 3; 15), діаметром 252 мм та висотою 35 мм.

Спочатку свердлили чотири отвори в металевому кільці; далі відмічали місця свердління отворів на стінці відсіку для тварин. При цьому, вкрай важливо розмістити кільце всередині тіла бутлі на його заниженій частині, яка знаходиться між двома нижніми піднятими валками. Нижній край металевого кільця має знаходитися вище нижнього краю стінки відсіку для тварин на 8-10 мм. Тільки після цього свердлили отвори в стінці відсіку. Металеве кільце виконує кілька функцій: а) є деталлю кріплення; б) спрямовує потьоки сечі до лійки; в) попереджує перекидання нижньої стінки відсіку, оскільки остання вільно (без кріплення) розміщується на верхньому торці лійки; таке конструктивне рішення є важливим, оскільки дає можливість вібрувати нижній стінці при рухах шура, що сприяє кращому прогнітканню крапель сечі через сітчасту підлогу.

Важливим є *металевий циліндр*, який виготовили з тонкої нержавіючої сталі таким чином, щоб він щільно насувався на трубку лійки. Нижній край циліндра дещо відгинається назовні, щоб він впритул прилягав до верхнього краю контейнера для збору сечі (див. рис. 3; 16). Конструктивне рішення дає можливість створити замкнений простір між контейнером і лійкою, що унеможливує випаровування сечі на шляху її проходження від трубки лійки до контейнера для збору сечі. Для контейнера з металу виготовили підставку із заглибиною (див. рис. 3; 17). Фіксатор для поїлок легко виготовити з тонкої металеві нержавіючої смужки шириною в 30 мм, який жорстко кріпиться до спинки корпусу, як це показано на рис. 6.

Для доказовості високих експлуатаційних характеристик запропонованої метаболічної камери (пристрою для збору



Рис. 5. Скляна ребриста лійка (справа внутрішня поверхня) SIMAX (Чехія), яку встановили в оригінальну метаболічну камеру



Рис. 6. Фіксація поїлок і відсіку для тварин із корпусом оригінальної метаболічної камери

сечі дрібних тварин) був проведений експеримент. У ході випробувань було зібрано 42 мл сечі від 6-и щурів. Сечу розділили на дві частини по 21 мл. Використовуючи градуйовану піпетку і дозатор до неї, через кожну годину випускали по 3 мл сечі у вигляді струменя, який спрямовували у різних напрямках на нижню стінку відсіку для тварин запропонованого нами пристрою та метаболічної камери, виготовленої російським виробником. На нижній стінці відсіку запропонованого нами пристрою сеча затримувалася тільки в ділянці вузлів сітки (перехрестя дротів) у вигляді дрібних крапель, які зникали впродовж однієї години. На нижній стінці метаболічної камери російського виробника сеча затримувалася не тільки на площадках між отворами, але й в отворах, не випаровуючись з них до 5–6-и і більше годин. На внутрішній поверхні лійки, запропонованого нами пристрою для збору сечі дрібних тварин, сеча затримувалася у вигляді невеликої кількості дрібних крапель, які зникали через 30–40 хвилин. На внутрішній поверхні лійки російської метаболічної камери сеча затримувалася у вигляді великих крапель і доріжок, які випаровувалися впродовж двох годин. Через 6 годин виміряли об'єм сечі в обох контейнерах. Було встановлено, що в контейнері запропонованого нами пристрою виявилось 18,1 мл сечі (86,2% від початкового об'єму), а в контейнері метаболічної камери російського виробника – тільки 8,8 мл (41,9%), тобто у 2,1 раза менше.

При песимістичних наших розрахунках собівартість запропонованої метаболічної камери вираховується приблизно \$ 300, що є в 2,3 раза меншою за вартість метаболічної камери російського виробника.

У ході випробувань оригінальної метаболічної камери було встановлено, що об'єм рідини, яку випиває інтактний щур (норма) коливається в межах 11–19 мл/добу і дорівнює $(14,9 \pm 2,6)$ мл/доба та є показником значно мінливим, на що вказує коефіцієнт варіації ($C_v = 17,7\text{--}23,1\%$). Показник випитої рідини, який розрахований на 1 кг маси тіла тварини

визначається в межах 51,4–72,5 мл/кг/доба і складає $(63,8 \pm 8,2)$ мл/кг/доба та є помірно мінливим, що доказується меншими значеннями коефіцієнта варіації ($C_v = 12,7\text{--}16,1\%$). Подібні результати ми отримали по діурезу щурів. Добовий діурез інтактних щурів значно варіює в межах 4,1–7,6 мл/добу і у середньому становить $(22,6 \pm 4,0)$ мл/кг/доба ($C_v = 15,2\text{--}22,9\%$). Добовий діурез перерахований на 1 кг маси щурів $(22,6 \pm 4,0)$ мл/кг/доба є менш мінливим показником, на що вказує його коефіцієнт варіації ($C_v = 9,8\text{--}17,8\%$), і розкиданий у межах 16,8–30,0 мл/кг/добу. При порівнянні цих показників з такими ж іншими дослідників [1, 2, 3], наші дані в першому випадку різняться на 23–78 %, а в другому – тільки на 4–23 %.

Висновки

1. Запропонована нами метаболічна камера (пристрій для збору сечі дрібних лабораторних тварин) має високі експлуатаційні характеристики, що аргументуються її високою сечопропускною та сечозбиральною здатностями, значно нижчим випаровуванням сечі, покращеними умовами перебування тварин та дає змогу зібрати таку кількість сечі, яка більш повно відповідає істинному діурезу тварин.

2. Собівартість даної моделі метаболічної камери більше як в два рази нижча за вартість метаболічної камери російського виробника.

3. Запропонована метаболічна камера може використовуватися для збору сечі дрібних тварин (щурів, мишей, хом'яків, мурчаків та ін.) у біології, ветеринарії, експериментальній медицині, експериментальній фармакології.

4. Випита інтактними щурами вода та їхній діурез, які перераховані на 1 кг маси тіла тварини, є показниками, що мають значно менший коефіцієнт варіації і тому є більш надійними відносними показниками, ніж натуральні їхні аналоги. Власне ці відносні показники краще використовувати при порівнянні з показниками експериментальних тварин.

Література

1. Активність аденокортикальної системи у крыс с високою і низкою устойчивостью к диабетогенному действию аллоксана / В. Г. Селятицкая, Н. А. Пальчикова, Н. В. Кузнецова [и др.] // *Фундаментальные исследования*. – 2011. – № 3. – С. 142 – 147.
2. Болеева Г. С. Регуляторные изменения артерий почек у крыс при сахарном диабете 1 типа: автореф. дис. на соискание канд. биол. наук: спец.03.03.01 «Физиология»/ Г. С. Болеева. – М., 2013. – 24 с.
3. Єрмоленко Т. І. Вплив флоросукцину на біохімічні показники сечі щурів за умови розвитку оксалатного нефролітіазу / Т. І. Єрмоленко, С. К. Шебеко // *Український біофармацевтичний журнал*. – 2013. – Т. 24, № 1. – С. 47 – 51.
4. Лабораторные животные : клетки для грызунов (для мышей, крыс и хомяков). [Электронный ресурс] – Веб-сайт. Режим доступа: http://labanimal.ru/laboratory_animals/.
5. Метаболическая клетка для грызунов в сборе. [Электронный ресурс]. – Веб-сайт. Режим доступа: <http://ctt-yspu.org/dxl-d>
6. Науково-практичні рекомендації з утримання лабораторних тварин та роботи з ними / [Кожем'якін Ю. М., Хромов О. С., Філоненко М. А., Сайфетдінова Г. А.] – К. : Авіцена, 2002. – 156 с.
7. Новосад Н.В. Лабораторні тварини і техніка біологічного експерименту : навчально-методичний посібник для студентів біологічного факультету денного та заочного відділень / Н. В. Новосад. – Запоріжжя : ЗНУ, 2011. – 85 с.
8. Основи лабораторного тваринництва. [Электронный ресурс] -

Веб-сайт. Режим доступу: <http://www.studfiles.ru/preview/5318953/>.

9. Пат. № 97771. Україна, МПК А61В 5/20 (2006.01). Метаболічна камера для забору сечі дрібних тварин / Токарук Н. С., Котик Т. Л., Юрах О. М., Жураківська О. Я., Попович Ю. І.; заявки і патентовласники Токарук Н. С., Котик Т. Л., Юрах О. М., Жураківська О. Я., Попович Ю. І. “ № u201408798; заяв. 04.08.2014; опубл. 10.04.2015, Бюл. № 7.

10. Токарук Н. С. Динаміка морфофункціональних змін сечового міхура щура за умов експериментального цукрового діабету / Н. С. Токарук // Галицький лікарський вісник. – 2015. – Т. 22, № 3, ч. 2. – С. 95 “ 99.

11. Утримання лабораторних тварин [Електронний ресурс] – Веб-сайт. Режим доступу: <http://medical-enc.com.ua/soderzhanie-laboratornyh-zhivotnyh.htm>.

12. Demirkan A. / A simple and inexpensive device for collecting urine samples from rats // Arda Demirkan, Mehmet Melli [Електронний ресурс]. – Веб-сайт. Режим доступу: <http://newmeditech.com/products/lab-equipments-products/vivarium/metabolic-cage-small-rodents/>

13. Krinke G. J. The laboratory rat (Handbook of experimental animals) / Georg J. Krinke. – New York : Academic Press, 2000. – 756 p.

14. Kurien B. T. Experimental animal urine collection: a review / Вїї Т. Курієн¹, Nancy E. Everds² & R. Hal Scofield [Електронний ресурс] – Веб-сайт. Режим доступу: <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1258/0023677041958945>

15. Metabolic Cages for mice & rats [Електронний ресурс] – Веб-сайт. Режим доступу: <https://www.braintreesci.com/prodinfo.asp?number=370>

16. Metabolic Cage for Small Rodents [Електронний ресурс]. – Веб-сайт. Режим доступу: <http://newmeditech.com/products/lab-equipments-rodents/vivarium/metabolic-cage-small-rodents/>

17. R Core Team. R: a language and environment for statistical computing / R Core Team. – Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing, 2015.

N.S. Tokaruk

Metabolic Cage for Urine Collection from Small Animals with High Level of Performance and Low Cost

Department of Human Anatomy, Ivano-Frankivsk National Medical University, Ivano-Frankivsk, Ukraine

E-mail: hope88@i.ua

Abstract. The results of designing the original metabolic cage for urine collection from small laboratory animals consisting of a case, a cylindrical animal chamber with the floor, a funnel, a urine collection vessel and two graded drinking bottles that can be placed at a different height depending on animal age are presented. The case was made of laminated particle board; a cylindrical animal chamber was made of polyethylene terephthalate; a circular floor of the animal chamber was made of stainless steel wire cloth mesh. As a funnel for urine collection, a ribbed glass funnel SIMAX (Czech Republic) was used. To prevent rat feces from entering the urine collection vessel, there were installed two stainless steel wire mesh filter discs, namely a larger disc located on the internal ribbed surface of the funnel and a smaller disc located close to the hole of the funnel tube. To support the urine collection vessel, a metal vessel stand with a deepening was made. Between the vessel and the funnel, there was placed a fine stainless steel metal cylinder preventing urine evaporation.

In addition to low cost, the proposed design of the metabolic cage provides high levels of performance as confirmed by its high ability to allow urine to flow freely, as well as to collect urine, significantly smaller volume of urine evaporated, improved housing conditions for animals and allows us to collect the amount of urine more fully reflecting animal diuresis.

Keywords: *urine; design; metabolic cage; ability to allow free urine flow; ability to collect urine.*

Надійшла: 01.03.2019

Завершено рецензування: 13.05.2019

Прийнята до друку: 26.05.2019