

SECTION: BIOLOGY AND BIOCHEMISTRY

ВПЛИВ РІЗНИХ ТИПІВ КОРМУ НА ФІЗІОЛОГІЧНИЙ СТАН, АКТИВНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ ШЕРСТНОГО ПОКРИВУ ЛАБОРАТОРНИХ ЩУРІВ

Семенченко Діана Вячеславівна

Житомирський державний університет імені Івана Франка
м. Житомир, Україна

Максименко Юлія Вікторівна,

кандидат біологічних наук, доцент
Кафедра зоології, біологічного моніторингу
та охорони природи
Житомирський державний університет імені Івана Франка
м. Житомир, Україна

Раціон є одним із ключових факторів, що визначає фізіологічний стан, темпи росту, поведінкову активність та загальне благополуччя лабораторних тварин. Для лабораторних щурів особливо важливим є забезпечення організму достатньою кількістю білків, жирів, вуглеводів, вітамінів, мінеральних речовин та інших необхідних нутрієнтів. Порушення балансу поживних речовин може позначатися не лише на масі тіла, а й на активності, поведінці та зовнішньому стані тварин (1, 2).

Лабораторні пацюки широко використовуються як модельні організми у біомедичних та фізіологічних дослідженнях, оскільки мають відносно короткий життєвий цикл, добре вивчені фізіологічні процеси та можливість стандартизації умов утримання. Саме тому характеристики їхнього харчування мають важливе значення для достовірності експериментальних результатів (1).

У сучасних дослідженнях значна увага приділяється стандартизації раціонів лабораторних гризунів. Одним із найбільш відомих підходів є використання очищених раціонів AIN, склад яких розроблено з урахуванням потреб лабораторних гризунів у макро- та мікронутрієнтах (2, 3). Водночас у практиці утримання лабораторних і домашніх щурів можуть застосовуватися різні типи кормів: стандартні гранульовані суміші, зернові комбіновані корми, натуральні раціони та їх поєднання.

Важливим є також те, що вплив раціону не обмежується змінами маси тіла. Харчування може бути пов'язане з рівнем рухової активності, дослідницькою поведінкою та іншими фізіологічними проявами тварин. Тому для комплексної оцінки ефективності годівлі доцільно використовувати сукупність морфофізіологічних та поведінкових показників.

Під час проведення експериментів із лабораторними тваринами особливе значення мають стандартизація умов утримання, чіткий опис

експериментального дизайну, кількості тварин, методів оцінювання та статистичного аналізу. Такі вимоги, зокрема, відображені у сучасних рекомендаціях ARRIVE 2.0 щодо планування та представлення результатів досліджень із використанням тварин (4, 5).

Таким чином, актуальним є порівняльне дослідження різних типів раціону за комплексом показників, які характеризують не тільки ріст тварин, а й їхній фізіологічний та поведінковий стан.

Мета дослідження – визначити особливості впливу чотирьох типів раціону на динаміку маси тіла, фізіологічний стан, рухову та орієнтовно-дослідницьку активність, апетит і якість шерстного покриву лабораторних пацюків протягом восьми тижнів.

Дослідження проведено на 12 молодих лабораторних пацюках виду *Rattus norvegicus*, віком приблизно 4–5 тижнів та початковою масою 16–20 г. Тварин було розподілено на чотири дослідні групи по три особини у кожній. Такий опис експериментального дизайну відповідає загальним принципам представлення досліджень із лабораторними тваринами, відповідно до яких необхідно чітко зазначати кількість тварин, характеристики дослідних груп, умови утримання та методи оцінювання результатів (4, 5). Усі тварини утримувалися в стандартних полікарбонатних клітках за температури 22 ± 2 °C та відносної вологості повітря 50–60 %. Світловий режим становив 12 годин світла та 12 годин темряви. Підстилку змінювали двічі на тиждень. Доступ до питної води був вільним.

Для забезпечення порівнюваності результатів тварини утримувалися за однакових умов, а їхній розподіл по групах здійснювали з урахуванням початкової маси тіла. Досліджувалися чотири типи раціону:

Таблиця 1. Типи раціони

Група	Характеристика раціону	Склад корму / раціону	Добова кількість корму
Група 1 – контрольна	Стандартний лабораторний раціон	Стандартний лабораторний гранульований корм	25 г/особину
Група 2	Комерційний раціон	Зерновий корм «Природа: Пацючок»	25 г/особину
Група 3	Натуральний збалансований раціон	Зернові компоненти, овочі, джерело білка та невелика кількість жирів	25 г/особину
Група 4	Комбінований раціон	Корм «Природа: Фієста» з додаванням свіжого овочевого компонента	25 г/особину

Вибір різних типів раціонів давав змогу порівняти стандартний промисловий корм, зернову комерційну суміш, натуральний збалансований раціон та комбінований варіант. Для оцінювання фізіологічного стану тварин було використано уніфіковану напівкількісну шкалу від 0 до 5 балів. Оцінювання

проводили за п'ятьма показниками: рухова активність, стан шерстного покриву, апетит і харчова поведінка, орієнтовно-дослідницька активність та загальний зовнішній стан. Вищий бал відповідав кращому прояву відповідної ознаки, а 3 бали приймалися як орієнтовний рівень фізіологічної норми.

Спостереження проводили щотижня протягом восьми тижнів приблизно в однаковий час та за однакових умов. Для зменшення суб'єктивності оцінювання використовувався один спостерігач і однакова система критеріїв. Масу тіла кожної тварини визначали щотижня. Основним показником росту вважали загальний приріст маси за період дослідження.

Для статистичної характеристики результатів використовували середнє арифметичне значення (M), стандартне відхилення (SD), однофакторний дисперсійний аналіз (ANOVA) та, за необхідності, постфактум-порівняння. Рівень статистичної значущості приймали на рівні $p < 0,05$.

Водночас отримані результати слід розглядати як результати невеликого експериментального дослідження, оскільки кількість тварин у кожній групі становила лише три особини. Тому висновки мають переважно порівняльний та орієнтовний характер і потребують перевірки на більших вибірках.

Рухова активність є одним із важливих показників загального фізіологічного та поведінкового стану лабораторних гризунів. Її зміни можуть бути пов'язані з енергетичним забезпеченням організму, віком, умовами утримання та особливостями раціону (3). На початку експерименту показники рухової активності у всіх групах були відносно близькими. Проте протягом восьми тижнів між групами поступово сформувалися відмінності. У контрольній групі середній показник рухової активності зріс із 3,2 бала на першому тижні до 4,3 бала на восьмому. У групі 2 збільшення було менш вираженим – із 3,0 до 3,6 бала. Найбільш виражена позитивна динаміка спостерігалася у групі 4: показник зріс із 3,3 до 4,8 бала, тобто на 1,5 бала. У групі 3 активність збільшилася з 3,4 до 4,5 бала. Середні значення за весь період дослідження становили відповідно 3,86 бала для групи 1, 3,26 – для групи 2, 4,03 – для групи 3 та 4,26 – для групи 4.

Отже, найвищий рівень рухової активності спостерігався у тварин групи 4, а найнижчий – у групи 2.

Стан шерстного покриву може використовуватися як один із зовнішніх показників загального фізіологічного та нутрітивного стану тварини. Забезпечення організму достатньою кількістю білків, жирних кислот, вітамінів та мінеральних речовин має значення для нормального функціонування шкіри та похідних епідермісу (1–3). У контрольній групі показник стану шерстного покриву збільшився з 3,5 бала на початку спостереження до 4,5 бала наприкінці експерименту. Схожа позитивна динаміка спостерігалася у групі 3 – з 3,6 до 4,6 бала. Найбільше покращення було зафіксовано у групі 4: показник зріс із 3,5 до 4,9 бала. Натомість у групі 2 зміни були мінімальними – з 3,2 до 3,4 бала. Середній показник за весь період становив 4,09 бала у групі 1, 3,19 – у групі 2, 4,16 – у групі 3 та 4,39 – у групі 4.

Таким чином, найкращий стан шерстного покриву наприкінці експерименту спостерігався у тварин, які отримували комбінований раціон. Апетит і характер

споживання корму є важливими показниками адаптації тварини до запропонованого раціону. Відмінності у складі корму, його фізичних властивостях та смакових характеристиках можуть впливати на харчову поведінку гризунів (1, 2).

Протягом експерименту в усіх групах спостерігалось поступове формування стабільної харчової поведінки. На восьмому тижні середні оцінки становили 4,4 бала у групі 1, 3,9 – у групі 2, 4,4 – у групі 3 та 4,6 – у групі 4. Середні значення за весь період становили відповідно 3,95; 3,79; 4,03 та 4,16 бала.

Статистичний аналіз не виявив достовірних відмінностей між групами за показником апетиту ($p > 0,05$). Це свідчить про те, що відмінності між досліджуваними раціонами найбільш виражено проявлялися не в апетиті як такому, а в інших фізіологічних та поведінкових показниках.

Орієнтовно-дослідницька поведінка характеризує зацікавленість тварини навколишнім середовищем та її поведінкову реакцію на зміни умов. Вона може залежати від загального фізіологічного стану, рівня активності та особливостей утримання (4). На восьмому тижні найвищий показник орієнтовно-дослідницької активності було зафіксовано у групі 4 – 4,8 бала. У групі 3 показник становив 4,5 бала, у контрольній групі – 4,3 бала, тоді як у групі 2 – лише 3,4 бала. Середні показники за весь період дослідження становили 3,81 бала у групі 1, 3,15 – у групі 2, 4,04 – у групі 3 та 4,29 – у групі 4. Таким чином, найбільш активна дослідницька поведінка була характерна для тварин груп 3 і 4, тоді як у групі 2 вона залишалася нижчою.

Маса тіла є одним із найбільш об'єктивних показників росту та розвитку лабораторних пацюків. Вона значною мірою залежить від віку, енергетичної цінності раціону, його поживного складу та засвоюваності нутрієнтів (1, 5). На початку експерименту середня маса тварин групи 1 становила 18 ± 1 г. На восьмому тижні вона досягла 72 ± 5 г. Загальний приріст становив 54 г. У групі 2 початкова маса становила 16 ± 1 г, а кінцева – 51 ± 5 г. Загальний приріст дорівнював 35 г. У групі 3 середня початкова маса становила 20 ± 1 г, а наприкінці експерименту – 102 ± 6 г. Таким чином, приріст становив 82 г, що було найвищим результатом серед усіх дослідних груп. У групі 4 початкова маса становила 19 ± 1 г, а кінцева – 83 ± 5 г. Загальний приріст становив 64 г.

Отже, за показником абсолютного приросту маси тіла досліджувані групи можна розташувати в такій послідовності: група 3 > група 4 > група 1 > група 2. Найбільший приріст у групі 3 може бути пов'язаний із більш різноманітним складом натурального раціону, який включав зернові, овочеві та білкові компоненти. Водночас цей результат не дає підстав стверджувати, що саме певний компонент раціону є причиною виявленої різниці, оскільки для встановлення причинно-наслідкового зв'язку необхідні більші вибірки та контроль додаткових факторів.

Для узагальнення результатів було розраховано інтегрований показник, який враховував рухову активність, стан шерстного покриву, апетит, орієнтовно-дослідницьку поведінку та загальний зовнішній стан. Середній інтегрований

показник за весь період дослідження становив 3,94 бала у контрольній групі, 3,31 бала у групі 2, 4,06 бала у групі 3 та 4,29 бала у групі 4.

Отже, найвищий комплексний результат продемонстрували тварини групи 4. Дещо нижчий показник спостерігався у групі 3, тоді як контрольна група займала проміжне положення. Найнижче значення було зафіксовано у групі 2. За результатами орієнтовного дисперсійного аналізу між групами спостерігалися відмінності за інтегрованим показником ($F(3;28)=8,46$; $p=0,00037$; $\eta^2\approx 0,476$). Водночас через невелику кількість тварин у кожній групі отримані статистичні результати необхідно трактувати обережно.

Загалом результати свідчать, що оцінювання ефективності раціону лише за масою тіла може бути недостатнім. Наприклад, група 3 продемонструвала найбільший приріст маси, тоді як група 4 мала найвищий інтегрований показник, що враховував також поведінкові та зовнішні характеристики.

Висновки

Проведене 8-тижневе дослідження показало, що різні типи раціону супроводжувалися відмінностями у динаміці маси тіла, руховій активності, стані шерстного покриву та орієнтовно-дослідницькій поведінці лабораторних щурів.

Найбільший приріст маси тіла зафіксовано у тварин третьої групи, які отримували натуральний збалансований раціон. Початкова маса тварин цієї групи становила 20 ± 1 г, а кінцева – 102 ± 6 г, що відповідає загальному приросту 82 г.

Найвищий інтегрований показник фізіологічного та поведінкового стану виявлено у четвертій групі, яка отримувала комбінований раціон «Природа: Фієста» з овочевим компонентом. Середнє значення інтегрованого показника становило 4,29 бала.

Стандартний лабораторний корм забезпечував стабільний приріст маси тіла та позитивну динаміку більшості досліджуваних показників, однак за комплексною оцінкою поступався групам 3 і 4.

Найнижчі результати за більшістю показників спостерігалися у групі 2, яка отримувала комерційний корм «Природа: Пацючок». Особливо помітними були нижчі значення рухової та орієнтовно-дослідницької активності, а також менший приріст маси тіла.

Отримані результати підтверджують доцільність комплексної оцінки впливу раціону на лабораторних тварин із використанням не лише показників росту, а й поведінкових та зовнішніх характеристик. Водночас невеликий обсяг вибірки обмежує можливість широкого узагальнення результатів, тому для підтвердження виявлених тенденцій необхідні подальші дослідження із залученням більшої кількості тварин та детальнішим контролем складу раціонів.

Список використаних джерел

1. National Research Council. Nutrient Requirements of Laboratory Animals: Fourth Revised Edition. Washington, DC: National Academies Press; 1995. DOI: 10.17226/4758.
2. Reeves P. G., Nielsen F. H., Fahey G. C. AIN-93 purified diets for laboratory rodents: final report of the American Institute of Nutrition ad hoc writing committee

- on the reformulation of the AIN-76A rodent diet. *The Journal of Nutrition*. 1993. Vol. 123, No. 11. P. 1939–1951. DOI: 10.1093/jn/123.11.1939.
3. Reeves P. G. Components of the AIN-93 diets as improvements in the AIN-76A diet. *The Journal of Nutrition*. 1997. Vol. 127, No. 5. P. 838S–841S. DOI: 10.1093/jn/127.5.838S.
4. Percie du Sert N., Hurst V., Ahluwalia A., Alam S., Avey M. T., Baker M. et al. The ARRIVE guidelines 2.0: Updated guidelines for reporting animal research. *PLoS Biology*. 2020. Vol. 18, No. 7. e3000410. DOI: 10.1371/journal.pbio.3000410.
5. Percie du Sert N., Ahluwalia A., Alam S., Avey M. T., Baker M., Browne W. J. et al. Reporting animal research: Explanation and elaboration for the ARRIVE guidelines 2.0. *PLoS Biology*. 2020. Vol. 18, No. 7. e3000411. DOI: 10.1371/journal.pbio.3000411.