

УДК 591.185.1:595.767.29

К. О. Мороз

*Дніпропетровський національний університет ім. Олесь Гончара*

**ФУНКЦІОНАЛЬНА АСИМЕТРИЯ  
НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ БЕЗХРЕБЕТНИХ  
НА ПРИКЛАДІ ПРОСТОРОВОЇ ОРІЄНТАЦІЇ  
ТВЕРДОКРИЛИХ ТРИБИ TENTYRIINI**

Досліджено прояви функціональної асиметрії нервової системи комах на прикладі двох близьких у систематичному та екологічному плані видів жуків-чорнишів: *Anatolica eremita* (Steven, 1829) та *Tentiria nomas taurica* (Pallas, 1781). Виявлено видоспецифічний прояв моторно-просторової асиметрії імаго даних видів. Досліджено просторову диференціацію напрямку руху особин на «правшів», «лівшів» і «амбидекстрів» із різним ступенем прояву ознаки. Встановлено коливання та розподіл значень коефіцієнта асиметрії для обох видів чорнишів. Проаналізовано вплив першого пріоритету напрямку локомоції на подальші орієнтаційні прояви.

Е. О. Мороз

*Днепрпетровский национальный университет им. Олесь Гончара*

**ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ АСИММЕТРИЯ  
НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ  
НА ПРИМЕРЕ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ОРІЕНТАЦИИ  
ЖЕСТКОКРЫЛЫХ ТРИБЫ TENTYRIINI**

Исследованы проявления функциональной асимметрии нервной системы насекомых на примере двух близких в систематическом и экологическом плане жуков-чернотелок: *Anatolica eremita* (Steven, 1829) и *Tentiria nomas taurica* (Pallas, 1781). Выявлена видоспецифичность проявления моторно-пространственной асимметрии у имаго данных видов. Исследована пространственная дифференциация движения особей на «правшей», «левой» и «амбидекстров» с разной степенью проявления признака. Установлены колебания и распределение значений коэффициента асимметрии для обоих видов чернотелок. Проанализировано влияние первого приоритета направления локомации на последующие ориентационные проявления.

К. О. Moroz

*Oles' Honchar Dnipropetrovsk National University*

**FUNCTIONAL ASYMMETRY OF INVERTEBRATES' NERVOUS  
SYSTEM ON THE EXAMPLE OF SPATIAL ORIENTATION  
OF THE TENTYRIINI TRIBE BEETLES**

The functional asymmetry of the nervous system of insects was studied on an example of two taxonomically and ecologically closed darkling beetles: *Anatolica eremita* (Steven, 1829) and *Tentiria nomas taurica* (Pallas, 1781). Species-specificity of motor-spatial asymmetry is revealed for imago of these species. Spatial differentiation of specimens' movement for "right-handers", "left-handers" and "ambidexters" with different degree of the sign display was investigated. Fluctuations and distributing of values of the asymme-

try ratio for both species of the darkling beetles were determined. Influence of the first priority of the locomotion direction on further orientational manifestations was analysed.

## Вступ

Функціональна асиметрія – одна з основних неспецифічних й еволюційно детермінованих властивостей нервової системи [14]. У другій половині ХХ ст. в окремих дослідженнях [1; 19] доведено притаманність проявів функціональної міжпівкульової асиметрії не тільки людині, а й хребетним тваринам. Тому виявлення первинних проявів асиметричності нейрофізіологічних процесів на ранніх етапах еволюції тваринного світу в останні десятиріччя постає важливою проблемою загальної біології, фізіології та медицини.

Функціональна асиметрія нервової системи у тварин має два основні прояви: сенсорна та моторна [10]. Останнім часом отримано відомості про пріоритет використання правого або лівого ока у птахів, плазунів та риб [19; 22; 25; 27] як прояв сенсорної асиметрії. Віддання переваги певному (лівому або правому) напрямку руху при орієнтуванні тварини у просторі – найвиразніший прояв функціональної міжпівкульової асиметрії хребетних [15]. Наявність просторово-орієнтаційної диференціації доведено для деяких видів хребетних: щурів [7; 8; 20], мишей [7], хом'яків [21], котів [20], а також риб [3].

Уперше наявність асиметрії локомоторної орієнтації безхребетних виявлена Х. Патнемом на прикладі *Aleochara bilineata* (Gyllenhal, 1810) [25]. Початок систематичного дослідження просторово-моторної асиметрії у безхребетних покладено у лабораторії В. Л. Біанкі у 1980-х роках як найважливіший аспект еволюції функціональної латеризації центральної нервової системи тварин [13]. На даний момент встановлено наявність проявів моторної асиметрії у планарій [16], турбеларій [2], молосків [9], ракоподібних [4] і соціальних комах (джелів *Bombus lapidarius* (Linnaeus, 1758) та інших бджіл [17], мурах [11; 12], ос [5]).

Питання про видоспецифічність проявів функціональної асиметрії нервової системи безхребетних на теперішній час залишається відкритим. Тому мета даного дослідження – виявити та порівняти прояви моторно-просторової асиметрії на прикладі двох таксономічно та екологічно близьких видів твердокрилих: *Anatolica eremita* (Steven, 1829) та *Tentiria nomas taurica* (Pallas, 1781).

## Матеріал і методи досліджень

Як об'єкт досліджень використано жуків-чорнишів (по 50 імаго кожного виду): *Anatolica eremita* (Steven, 1829) та *Tentiria nomas taurica* (Pallas, 1781), які належать до родини Tenebrionidae (Latreille, 1802). Комах збирали методом ручного розбирання підстилки у серпні 2010 року на ділянці піщаного степу природного заповідника «Дніпровсько-Орільський» (Дніпропетровська обл., Царичанський і Дніпропетровський р-ни).

Безхребетних у лабораторних умовах утримували у прозорих пластикових садках розміром 20 × 30 см групами по 50 особин за однакових умов (температура повітря +25 °С, вологість – близько 70 %, субстрат – пісок, спектр живлення – однотипні органічні рештки). Перед початком експерименту кожну особину певного виду пересажували в окрему скляну пробірку з номером і утримували в них протягом 15 хв задля уникнення похибок, що могли бути викликані стресовим станом тварин.

Експеримент проводили за методикою вільного вибору напряму локомоції у Т-подібному лабіринті [1]. Освітленість, вологість і температуру повітря протягом експерименту підтримували на постійному рівні відповідно до умов передексперимен-

тального лабораторного утримання. Комаху поміщали у стартову камеру головним кінцем у напрямку розвилки. Після вибору певного напрямку (правого –  $R$  або лівого –  $L$ ) результат фіксували й тварину знову переносили у стартову камеру. Маніпуляцію проводили для кожної особини з п'ятиразовою повторністю чотири рази на добу з інтервалом 2 години.

Коефіцієнт асиметрії ( $K_{ac}$ ) – показник переваги напрямку руху визначали за формулою:

$$K_{ac} = \frac{R - L}{R + L},$$

де  $R$  та  $L$  – кількість право- та лівосторонніх поворотів відповідно.

Обробку даних проводили методами варіаційної статистики та факторного аналізу.

### Результати та їх обговорення

Пріоритетність вибору напрямку руху різнилась в окремих видів комах. Серед особин *A. eremita* спостерігалась тенденція до лівостороннього руху (52 %), а в імаго *T. n. taurica* – до правостороннього (52 %); 48 %, що залишилися, припадає на частку «лівшів» і «симетриків». Частота проявів амбидекстрії складала 22 та 16 % загальної кількості особин відповідно. Інтенсивність прояву ознаки (вибір пріоритетного напрямку руху) у *T. n. taurica* коливалась у межах 55–70 %, а у *A. eremita* значна кількість (11,5 %) мала 75-відсоткову вираженість асиметрії (максимальну для даної серії експериментів). Більшість особин обох видів проявили незначний ступінь диференціації певного просторового пріоритету напрямку руху – 55-відсоткова вираженість (43,7 % особин – *T. n. taurica* та 38,4 – *A. eremita*), однак обидва пікові значення спостерігалися при тенденції до лівосторонньої орієнтації (рис. 1).

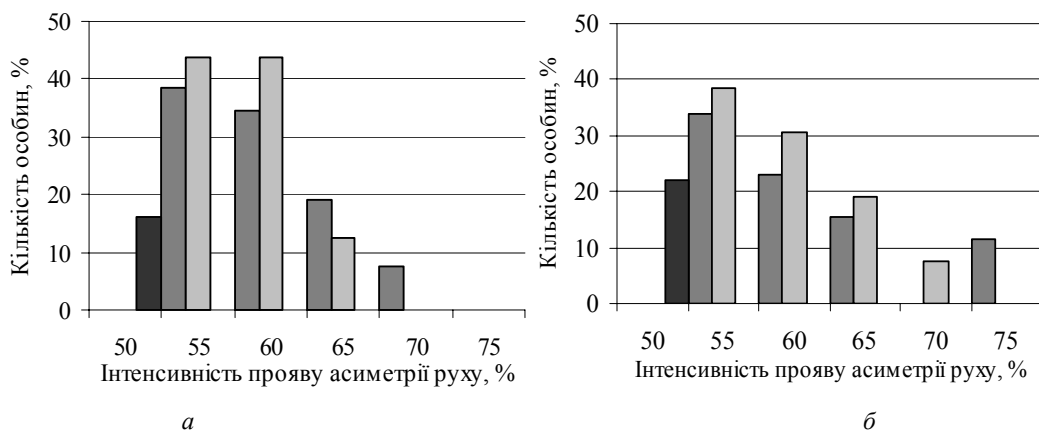
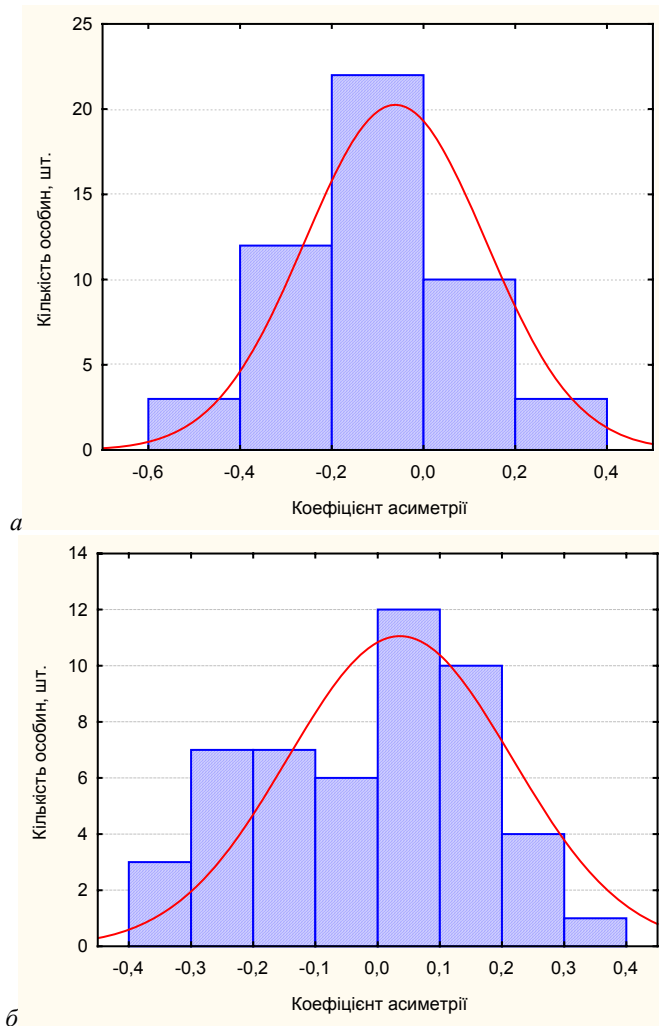


Рис. 1. Інтенсивність прояву пріоритету вибору руху комах: а – *T. n. taurica*, б – *A. eremita*; чорний колір – «правші», сірий – «лівші», білий колір – «амбидекстри»

Виявлено вплив першого вибору напрямку руху у кожному з п'яти дослідів на підсумковий показник асиметрії. Особини, що мали найвищі середні показники інтенсивності прояву асиметрії локомоції (60–75 %) в усіх серіях експериментів, віддавали перевагу певному напрямку руху (лівому або правому). Серед амбидекстрів впливу першого повороту на подальші виявлено не було.

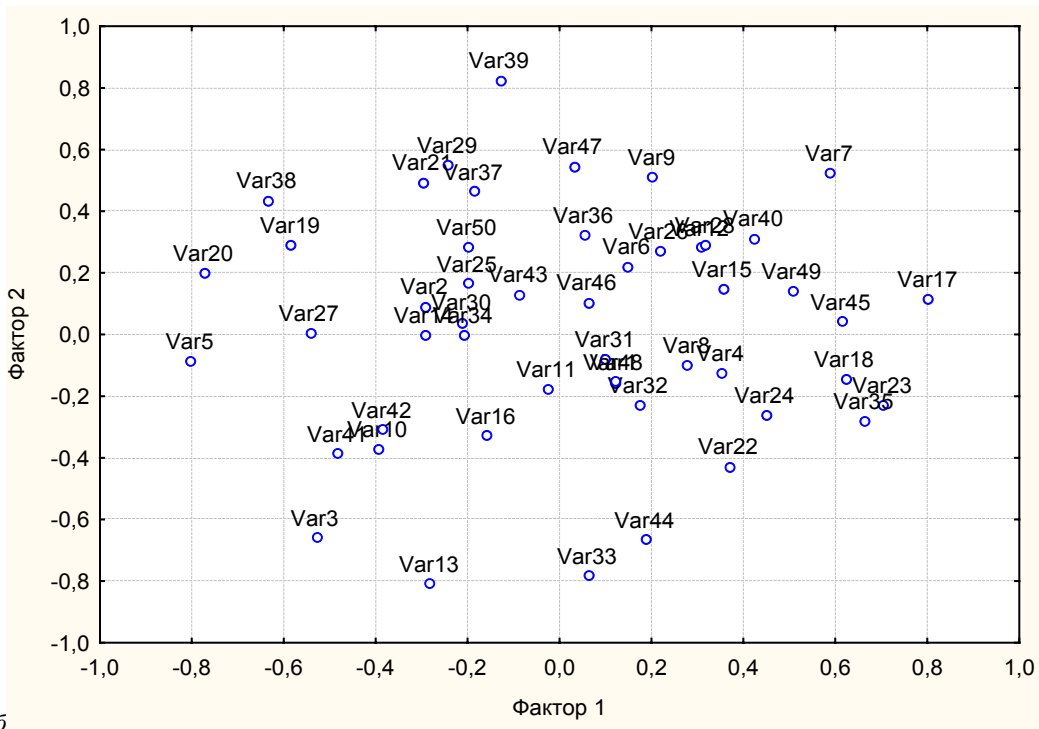
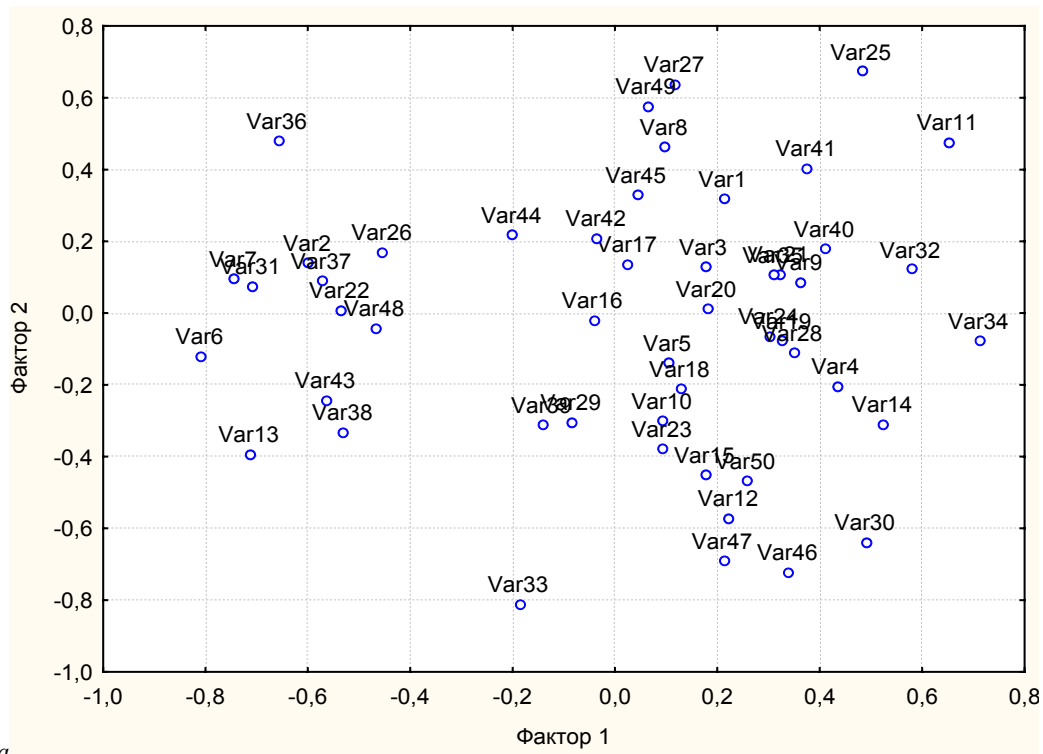
Для кожної особини обох видів комах встановлено коефіцієнт асиметрії ( $K_{ac}$ ) (рис. 2). Розподіл значень коефіцієнта для *T. n. taurica* виявився ненормальним ( $p < 0,01$ ) (див. рис. 2а). Показники  $K_{ac}$  у випадку аналізу моторно-просторової орієнтації імаго *A. eremita* мали нормальний розподіл та були достовірними ( $p < 0,05$ ) (рис. 2б).

У результаті проведення факторного аналізу (рис. 3) виявлено вплив двох основних факторів на моторно-просторову диференціацію імаго чорнишів: для *T. n. taurica* їх сумарна дисперсія становила 29,4 %, для *A. eremita* – 28,9 %. Дисперсія фактора 1 дорівнювала 16,8 та 15,9 %, фактора 2 – 12,6 та 13,0 % відповідно.



**Рис. 2. Розподіл значень коефіцієнта асиметрії серед імаго жуків-чорнишів:**  
*а* – *T. n. taurica*, *б* – *A. eremita*

Таким чином, виявлені характеристики моторно-просторової орієнтації – один із виразних проявів асиметрії нервової системи, що детально досліджена для хребетних тварин із вираженою міжпівкульовою асиметрією. Подальші дослідження доцільно спрямовувати саме на виявлення конкретних ендо- та екзогенних факторів, що зумовлюють подібні прояви властивостей нервової системи безхребетних тварин: кореляцію між морфометричною мінливістю моторно-просторовою асиметрією; залежність локомоторних проявів властивостей нервової системи від онтогенетичного етапу та різних аспектів фізіологічного стану комах; а також можливість використання фізіологічної асиметрії як індикаторного показника ступеня ендogenous впливу характеристик середовища існування певних популяцій.



**Рис. 3. Взаєморозподіл показників ступеня вираженості показників моторно-просторової асиметрії: а – *T. n. taurica*, б – *A. eremita***

## Висновки

*T. n. taurica* та *A. eremita* проявили загальну тенденцію до асиметрії локомоторної орієнтації (52 % вираженість пріоритету вибору певного напрямку руху). Достовірними ( $p < 0,05$ ) значеннями коефіцієнта асиметрії виявилися лише для *A. eremita*. Для обох видів комах виявлено вплив напрямку першого повороту на підсумкові показники інтенсивності вираженості проявів асиметрії руху. Факторний аналіз ілюструє гетерогенність вибірки значень і відсутність яскраво вираженого детермінувального фактора асиметрії.

## Бібліографічні посилання

1. **Бианки В. Л.** Асимметрия мозга животных. – Л. : Наука, 1985. – 295 с.
2. **Богута К. К.** Некоторые морфологические принципы формирования низкоорганизованных нервных систем в онтогенезе и филогенезе // Зоол. журн. – 1985. – Т. 64, № 11. – С. 1605–1613.
3. **Глейзер С. И.** Функциональная асимметрия поведения у рыб // Журн. высш. нервн. деят. – 1981. – Т. 31, № 2. – С. 431–434.
4. **Карась А. Я.** Пространственно-моторная асимметрия у краба *Carcinus meanas* при реакции активного избегания / А. Я. Карась, Г. П. Удалова // Вестник ЛГУ. – 1988. – Сер. 3, № 2. – С. 116–119.
5. **Мазохин-Поршняков Г. А.** Изучение последовательности облета насекомыми нескольких равноценных пищевых объектов (к вопросу о стратегии их визуального поиска) / Г. А. Мазохин-Поршняков, В. М. Карцев // Зоол. журн. – 1979. – Т. 58, № 9. – С. 1281–1289.
6. **Маркина Н. В.** Межлинейные различия в поведении мышей, селективированных на большую массу мозга / Н. В. Маркина, Н. В. Попова, И. И. Полетаева // Журн. высш. нервн. деят. – 1999. – Т. 49, № 1. – С. 49–67.
7. **Рябинская Е. А.** Асимметрия направления движения у крыс линии Вистар и Крушинского-Молодкиной в радиальном лабиринте // Журн. высш. нервн. деят. – 1982. – Т. 32, № 3. – С. 566–568.
8. **Рябинская Е. А.** Асимметрия направления движения как тактика пищевого поведения у крыс / Е. А. Рябинская, Т. С. Валуйская // Журн. высш. нервн. деят. – 1983. – Т. 33, № 4. – С. 654–661.
9. **Салимова Н. Б.** Действие 5,6-окситриптамина на поведение в лабиринте улитки / Н. Б. Салимова, И. Б. Милошевич, Р. М. Салимов // Журн. высш. нервн. деят. – 1984. – Т. 34, № 5. – С. 941–947.
10. **Фокин Ф. И.** Эволюционный аспект центрально-периферической организации функциональной межполушарной асимметрии // Функциональная межполушарная асимметрия. – М. : Научный мир, 2004. – 728 с.
11. **Удалова Г. П.** Пространственно-моторная асимметрия у муравьев / Г. П. Удалова, А. Я. Карась // Нейробиология церебральной латерализации. – Л. : ЛГУ, 1989. – С. 173–198.
12. **Удалова Г. П.** Пространственно-моторная асимметрия у муравьев при множественных переделках лабиринтного навыка / Г. П. Удалова, М. И. Жуковская, А. Я. Карась // Вестник СПбГУ. – 1992. – Сер. 3, № 1 (3). – С. 67–75.
13. **Удалова Г. П.** Асимметрия направления движения у беспозвоночных / Г. П. Удалова, А. Я. Карась // Функциональная межполушарная асимметрия. – М. : Научный мир, 2004. – 728 с.
14. **Черноситов А. В.** Функциональная асимметрия и неспецифическая резистентность мозга / А. В. Черноситов, В. И. Орлов // Функциональная межполушарная асимметрия. – М. : Научный мир, 2004. – 728 с.
15. **Чуян Е. Н.** Изменение коэффициента моторной асимметрии у крыс при адаптации к гипокинетическому стрессу / Е. Н. Чуян, О. И. Горная // Физика живого. – 2009. – Т. 17, № 1. – С. 165–168.
16. **Шейман И. М.** Явление функциональной асимметрии у планарий / И. М. Шейман, Е. В. Зубина, В. Л. Бианки // Функциональная межполушарная асимметрия. – М. : Научный мир, 2004. – 728 с.

17. **Glick S. D.** Differential effects of unilateral and bilateral caudate lesions on side preferences and turning behavior in rats / S. D. Glick, R. Cox // *J. Compar. and Psychol.* – 1976. – Vol. 90. – P. 528–538.
18. **Cheverton J.** Bumblebees may use a suboptimal arbitrary handedness to solve difficult foraging decisions // *Anim. Behav.* – 1982. – Vol. 30, № 3. – P. 934–935.
19. **Denenberg V.** Lateralization of function in rats // *Amer. J. Physiology.* – 1983. – Vol. 10. – P. 245–251.
20. **Glick S. D.** Right-sides population bias and lateralization of activity in normal rats / S. D. Glick, D. A. Ross // *Brain Res.* – 1981. – Vol. 205. – P. 222–225.
21. **Glick S. D.** Amphetamine-induced rotation in normal cats / S. D. Glick, L. M. Weaner, R. C. Meibach // *Brain Res.* – 1981. – Vol. 208. – P. 227–229.
22. **Korczyn A. D.** Dopaminergic and non-dopaminergic circling activity of mice / A. D. Korczyn, Y. Eshel // *Neuroscience.* – 1979. – Vol. 4, N 8. – P. 1085–1088.
23. **Miklosi A.** Role of right hemifield in visual control of approach to target in zebrafish / A. Miklosi, R. J. Andrew, S. Gasparini // *Behav. Brain Res.* – 2001. – Vol. 122. – P. 57–65.
24. **Mosquitofish** display differential left- and right-eye use during mirror-image scrutiny and predator-inspection responses / A. De Santi, V. A. Sovrano, A. Bisazza, G. Vallortigara // *Anim. Behav.* – 2001. – Vol. 61. – P. 305–310.
25. **Putnam C.** The non-random behaviour of *Aleochara bilineata* Gyll. (Coleptera, Staphylinidae) in a Y-maze with neither reward nor punishment in either arm // *Animal behaviour.* – 1962. – Vol. 10, N 182. – P. 118–125.
26. **Vallortigara G.** Possible evolutionary origins of cognitive brain lateralization / G. Vallortigara, L. J. Rogers, A. Bisazza // *Brain Res. Rev.* – 1999. – Vol. 30. – P. 164–175.
27. **How** birds use their eyes: Opposite left-right specialization for the lateral and frontal visual hemifield in the domestic chick / G. Vallortigara, C. Cozzutti, L. Tommasi, L. J. Rogers // *Curr. Biol.* – 2001. – Vol. 11, N 1. – P. 29–33.

Надійшла до редакції 15.10.2010