

**З'ЯСУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ
ВИКОРИСТАННЯ ФЛУКТУЮЧОЇ АСИМЕТРІЇ
PHOLCUS PHALANGIOIDES (FUESSLIN, 1775) (ARANEAE: PHOLCIDAE)
У СИСТЕМІ БІОМОНІТОРИНГУ УРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ**

С. С. Руденко¹, М. М. Федоряк¹, Д. В. Федоряк²

¹Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича,
кафедра екології та біомоніторингу, e-mail: m.m.fedoriak@gmail.com
²Буковинська Мала академія наук учнівської молоді, Чернівецька гімназія №1

Проаналізовано рівень флуктуючої асиметрії білатеральних морфологічних ознак *Pholcus phalangioides* (Fuesslin, 1775) (Araneae: Pholcidae) із приміщень житлових будинків та промислових підприємств м. Чернівці. Одержані дані не підтвердили доцільності використання показника флуктуючої асиметрії мірних ознак модельного виду для біоіндикації рівня антропогенної трансформації довкілля.

Ключові слова: *Pholcus phalangioides*, Araneae, флуктуюча асиметрія, біоіндикація

Rudenko S. S., Fedoriak M. M., Fedoriak D. V. On expedience of fluctuating asymmetry of *Pholcus phalangioides* (Fuesslin, 1775) (Araneae: Pholcidae) use for biomonitoring of urban territories. *The level of fluctuating asymmetry of bilateral morphological characters of *Pholcus phalangioides* (Fuesslin, 1775) (Araneae: Pholcidae) from the dwellings and industrial enterprises of Chernivtsi city has been analyzed. Received data have not proved reasonability of the model species' index of fluctuating asymmetry of metrical characters use for biomonitoring of the level of anthropogenic transformation of the environment.*

Key words: *Pholcus phalangioides*, Araneae, fluctuating asymmetry, bioindication

Вступ

Дослідженнями ряду авторів, які використовували види білатеральноасиметричних тварин для біоіндикації біотопів урбоекосистем, показана чутливість показника флуктуючої асиметрії до впливу забруднювачів довкілля [3-6, 8-10]. За А. Г. Васильєвим [1] флуктуюча асиметрія може слугувати мірою стабільності процесу розвитку. Попри те, що нині успішно апробовані методики оцінки якості середовища за значеннями коефіцієнту флуктуючої асиметрії кількох десятків видів-біоіндикаторів як наземних, так і водних рослин і тварин [8], і при цьому встановлено зростання значень показників флуктуючої асиметрії в умовах погіршення стану довкілля, зустрічаються окремі відомості що не підтверджують однозначності згаданої тенденції. Так, дослідженнями Д. А. Шабанова [15] встановлено, що за деякими з ознак флуктуюча асиметрія у виду-біоіндикатора *Bufo viridis* (Laurenti, 1768) у трансформованих екосистемах зменшується. Автор пояснює це дією певних механізмів стабілізації індивідуального розвитку. Дослідження стабільності розвитку *Rutilus rutilus* (Linnaeus, 1758) в природній популяції ріки Ішим на півдні Тюменської області дозволило виявити відносно незначний показник внеску флуктуючої асиметрії у загальну фенотипічну дисперсію аналізованих вибірок [11].

Стосовно дослідження флуктуючої асиметрії у павуків, нам відома лише публікація бельгійських дослідників Ф. Хендрікса, Дж. Маєлфайта, Л. Ленса (F. Hendrickx, J. P. Maelfait, L. Lens) [17], присвячена аналізу рівнів флуктуючої асиметрії павука *Pirata piraticus* (Clerck, 1757), популяції якого зазначали або не зазначали стресового впливу експозиції металами. Враховуючи численні адаптивні зміни, виявлені авторами у особин популяцій, що зазначали стресових впливів (зменшення маси кладок, збільшення розмірів яєць, тощо), автори заключають, що рівні популяційної флуктуючої асиметрії можуть бути зниженими в стресових умовах в результаті селективного вилучення особин із нестабільним розвитком. С. Донген (S. Dongen) [16] висловив думку про те, що, незважаючи на майже 50-річний досвід вивчення ролі нестабільності розвитку із застосуванням флуктуючої асиметрії, поточний стан нагромаджених знань дозволяє зробити висновок що моделі є неоднорідними. Автор наголошує на необхідності дослідження механізмів, які спричиняють нестабільність розвитку організмів; розробки єдиного статистичного протоколу, а до того часу ставить під сумнів доцільність застосування флуктуючої асиметрії як засобу визначення нестабільності розвитку організмів. Метою цієї роботи була апробація оцінки сумарної величини антропогенного навантаження приміщень м. Чернівці за рівнем флуктуючої асиметрії білатеральних морфологічних ознак *Pholcus phalangioides* (Fuesslin, 1775) (Araneae: Pholcidae).

Матеріали і методи

Досліджували особин популяції космополітного виду *Pholcus phalangioides* (Fuesslin, 1775). Даний вид зустрічається в Україні на території всіх фізико-географічних зон в приміщеннях різного типу [12]. В

умовах європейської частини континенту вид зустрічається лише в приміщеннях (еусинантроп), а отже постійно перебуває під впливом тих же факторів, що й людина, як в житлових будинках так і в приміщеннях промислових підприємств (на робочому місці).

Дослідження проводили з використанням матеріалу, відбраного методом ручного збору в приміщеннях двох ландшафтних районів м. Чернівці (Садгирського і Центрального) м. Чернівці. Користувалися районуванням В. М. Гуцуляка [2]. Умовним контролем слугували павуки, відібрані в житлових приміщеннях (будівлі в парках, густо озеленених районах міста), а дослідом – павуки відібрані в приміщеннях наступних підприємств: ВАТ «Чернівецький олійно-жировий комбінат», ВАТ «Чернівецький міський молочний завод» – у Садгирському ландшафтному районі, ВАТ «Чернівецький ремонтно-механічний завод», ВАТ «Цегельний завод №1» – у Центральному ландшафтному районі.

Матеріал фіксували в 80° спирті. Рівень флюктууючої асиметрії аналізували лише для самок *Ph. phalangioides*, оскільки вони характеризуються більшою відносною чисельністю, порівняно з самцями. Морфометричне вивчення проводили за розробленою нами схемою з використанням біокулярної лупи типу МБС-10 з освітленням при 1-но, 2-ох та 7-ми кратному збільшенні об'єктиву та 8-ми кратному збільшенні окуляра. Нами було відбрано 7 ознак модельного виду, які володіють білатеральною симетрією і є зручними для вимірювання: діаметри очей; відстань між переднім медіальним і латеральним очима; відстань між переднім і заднім медіальними очима; довжина сторони епігіни.

При оцінці стабільності розвитку *Ph. phalangioides* за показником флюктууючої асиметрії користувалися методикою В. М. Захарова [3]. При цьому обрахунки проводили за формулами:

$$Z_1 = \frac{Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_4 + Y_5}{N} \text{ та } X = \frac{\sum Z}{n}, \text{ де:}$$

Z — значення середньої відносної відмінності між сторонами на ознаку для кожного окремо взятого павука;

Y — відносна різниця між значеннями ознаки зліва та справа;

N — кількість ознак;

X — інтегральний показник асиметрії організмів певної вибірки;

n — кількість павуків у вибірці.

Використовували попередньо модифіковану методику Н. Г. Кряжевої, Е. К. Чистякова [7]. Було застосовано п'ятибальну шкалу оцінки відхилення стану організму від умовної норми за величиною інтегрального показника стабільності розвитку (табл. 1). Шкала розроблена для берези повислої В. М. Захаровим. Використано саме цю методику та шкалу у зв'язку з тим, що вона передбачає використання не кількісних, а мірних білатеральних ознак організму.

Таблиця 1. Шкала оцінки відхилення стану організму від умовної норми за величиною інтегрального показника стабільності розвитку.

Бал	Значення показника асиметричності	Рівень порушення якості довкілля
I	< 0,055	ситуація умовно нормальна
II	0,055-0,060	невеликі відхилення від норми
III	0,060-0,065	суттєві порушення
IV	0,065-0,070	небезпечні порушення
V	> 0,07	критичний стан

Статистичну обробку здійснювали за допомогою комп'ютерних програм Statistica 6.0 та Microsoft Office Excel 2003.

Результати та обговорення

Імовірність розподілу показників флюктууючої асиметрії окремих ознак самок із приміщень Садгирського ландшафтному району м. Чернівці не відповідала нормальному, а медіана варіювала в межах 0,0-0,167 для самок із житлових будинків і 0,0-0,250 – для самок із приміщень промислових підприємств (табл. 2).

При статистичній обробці даних щодо популяцій Центрального ландшафтному району був встановлений нормальний тип розподілу для довжини сторони епігіни біоіндикатора з популяційних вибірок промислових підприємств. В усіх інших випадках розподіл не відповідав нормальному, а медіана

варіювали в межах 0,023-0,143 для самок із житлових будинків і 0,0-0,127 – для самок із приміщень промислових підприємств (табл. 3).

Таблиця 2. Результати статистичного аналізу флуктуючої асиметрії ознак самок *Pholcus phalangioides* (Fuesslin, 1775) Садгірського ландшафтного району м. Чернівці.

Показники	n	Центральна тенденція, Me	Розкид значень, квартилі (25 %, 75 %)
Житлові приміщення (умовно контрольна вибірка)			
Діаметр переднього медіального ока	51	0,000	0,000; 0,090
Діаметр переднього латерального ока	51	0,037	0,000; 0,047
Діаметр заднього медіального ока	51	0,000	0,000; 0,037
Діаметр заднього латерального ока	51	0,000	0,000; 0,037
Відстань між переднім медіальним і латеральним очима	51	0,067	0,000; 0,111
Відстань між переднім і заднім медіальними очима	51	0,167	0,111; 0,025
Довжина сторони епігіни	51	0,033	0,013; 0,058
Приміщення промислових підприємств			
Діаметр переднього медіального ока	45	0,000	0,000; 0,090
Діаметр переднього латерального ока	45	0,037	0,000; 0,048
Діаметр заднього медіального ока	45	0,034	0,000; 0,040
Діаметр заднього латерального ока	45	0,034	0,000; 0,043
Відстань між переднім медіальним і латеральним очима	45	0,091	0,000; 0,111
Відстань між переднім і заднім медіальними очима	45	0,250	0,111; 0,333
Довжина сторони епігіни	44	0,025	0,016; 0,033

Примітка. Me – медіана.

Наступним кроком стало визначення достовірності різниці між показниками флуктуючої асиметрії окремих ознак в дослідних та контрольних вибірках. Враховуючи невідповідність розподілів нормальному, для оцінки достовірності різниці в дослідних вибірках порівняно з контрольними застосовано критерій Шапіро-Вілкі при $n \leq 50$, та Колмогорова-Смірнова при $n \geq 50$. При цьому жодного випадку наявності достовірної різниці між порівнюваними вибірками встановлено не було.

Досить непереконливими виявилися і результати оцінки інтегрального показника флуктуючої асиметрії. У самок *Ph. phalangioides* з приміщень промислових підприємств Садгірського ландшафтного району м. Чернівці значення даного показника виявилось більшим, ніж у контролі, а у самок Центрального ландшафтного району – меншим (табл. 4).

Застосування традиційної в таких дослідженнях оціночної шкали для визначення рівня порушення стабільності розвитку виду-індикатора призвело до парадоксальних результатів: стан самок популяційної вибірки приміщень промислових підприємств Центрального району відповідав нормальному (I бал), контрольних популяційних вибірок обох ландшафтних районів – рівню невеликих порушень (II бали), а промислових підприємств Садгірського району – рівню небезпечних порушень (IV бали). Зате інші дослідження (зокрема, аналіз морфометричної структури популяцій, фенетичних дистанцій між популяціями з приміщень з різним рівнем техногенного забруднення тощо) засвідчили суттєві відхилення показників самок *Ph. phalangioides* з приміщень обох промислових районів від контрольних значень [13, 14].

Таблиця 3. Результати статистичного аналізу флуктуючої асиметрії ознак самок *Pholcus phalangioides* (Fuesslin, 1775) Центрального ландшафтного району м. Чернівці.

Показники	n	Центральна тенденція, Me або M (95 % НІ)	Розкид значень, квартилі (25 %, 75 %) або s
Житлові приміщення (умовно контрольна вибірка)			
Діаметр переднього медіального ока	37	0,077	0,000; 0,090
Діаметр переднього латерального ока	37	0,043	0,034; 0,077
Діаметр заднього медіального ока	37	0,032	0,000; 0,037
Діаметр заднього латерального ока	37	0,034	0,000; 0,037
Відстань між переднім медіальним і латеральним очима	37	0,077	0,000; 0,111
Відстань між переднім і заднім медіальними очима	37	0,143	0,090; 0,250
Довжина сторони епігіни	37	0,023	0,000; 0,042
Приміщення промислових підприємств			
Діаметр переднього медіального ока	42	0,000	0,000; 0,090
Діаметр переднього латерального ока	42	0,040	0,000; 0,047
Діаметр заднього медіального ока	42	0,017	0,000; 0,040
Діаметр заднього латерального ока	42	0,037	0,000; 0,043
Відстань між переднім медіальним і латеральним очима	42	0,033	0,000; 0,091
Відстань між переднім і заднім медіальними очима	42	0,127	0,091; 0,200
Довжина сторони епігіни	41	0,033 (0,027; 0,039)	0,020

Примітка. M – середнє арифметичне, s – стандартне відхилення, НІ – надійний інтервал (для даних, що мають нормальний розподіл); Me – медіана (для даних, розподіл яких відрізняється від нормального).

Таблиця 4. Рівень стабільності розвитку самок *Pholcus phalangioides* (Fuesslin, 1775) у досліджуваних біотопах м. Чернівці.

Місця відбору вибірок	Значення інтегрального показника асиметрії	Рівень стабільності розвитку організмів досліджуваного виду, бали
Житлові приміщення Садгирського ландшафтного району (контроль)	0,055	II
Приміщення промислових підприємств Садгирського ландшафтного району	0,066	IV
Житлові приміщення Центрального ландшафтного району (контроль)	0,058	II
Приміщення промислових підприємств Центрального ландшафтного району	0,051	I

Висновки

Отже, одержані дані не підтвердили доцільності використання показника флуктуючої асиметрії *Pholcus phalangioides* (Fuesslin, 1775) для біоіндикації рівня антропогенної трансформації довкілля. Результати наших досліджень доводять, що за відсутності достовірних відмінностей між показниками флуктуючої асиметрії окремих ознак розрахунок інтегрального показника асиметрії немає змісту. Адже останній оцінюється шляхом кількості етапного усереднення поозначних та поорганізових показників і

врешті-решт зводиться до одного числа. Шкалювання цього числа за описаної ситуації і призводить до некоректних висновків.

Література

1. Васильев А. Г. Эпигенетические основы фенетики: на пути к популяционной мерономии / А. Г. Васильев. – Екатеринбург: Академкнига, 2005. – 640 с.
2. Гуцуляк В. М. Ландшафтно-геохімічна екологія / В. М. Гуцуляк. – Чернівці : Рута, 1995. – 317 с.
3. Захаров В. М. К оценке асимметрии билатеральных признаков как популяционной характеристике / В. М. Захаров, В. В. Зюганов // Экология. – 1980. – №1. – С. 10–16.
4. Захаров В. М. Мониторинг здоровья среды на охраняемых природных территориях / В. М. Захаров, А. Т. Чубинишвили. – М. : Изд. Центра экол. политики России, 2001. – 148 с.
5. Здоровье среды: методика оценки. Оценка состояния природных популяций по стабильности развития: методологическое руководство для заповедников / [В. М. Захаров, А. С. Баранов, В. И. Борисов и др.]. – М. : Центр экологической политики России, 2000. – 66 с.
6. Здоровье среды: практика оценки [В. М. Захаров, А. Т. Чубинишвили, С. Г. Дмитриев, А. С. Баранов, В. И. Борисов, А. В. Валецкий, Е. Ю. Крысанов, Н. Г. Кряжева, А. В. Пронин, Е. К. Чистякова]. – М. : ЦЭПР. – 2000. – 317 с.
7. Кряжева Н. Г. Анализ стабильности развития березы повислой в условиях химического загрязнения / Н. Г. Кряжева, Е. К. Чистякова, В. М. Захаров // Экология. – 1996. – №6. – С. 441–444.
8. Трофимов И. Е. Биоиндикация качества среды по стабильности развития и фенотипической изменчивости жуков-мертвоедов (Coleoptera : Silphidae) : автореф. дисс. на соискание уч. степени канд. биол. наук : спец. 03.00.16 «Экология» / И. Е. Трофимов. – Калуга, 2007. – 23 с.
9. Устюжанина О. А. Биоиндикационная оценка качества окружающей среды по стабильности развития и фенетике безхвостых амфибий *Rana ridibunda*, *Rana lessonae*, *Rana esculenta*, *Rana temporaria* : дисс. на соискание уч. степени канд. биол. наук : спец. 03.00.16 / Устюжанина Ольга Анатольевна. – Калуга, 2002. – 168 с.
10. Цыкало А. Л. Экологическая биоиндикация и распространение физического принципа симметрии Кюри на биологические объекты [Электронный ресурс] / А. Л. Цыкало, А. А. Чекомун. – 2010. – Режим доступа : www.ecologylife.ru.
11. Фёдоров Е. Ф. Стабильность развития в природной популяции *Rutilus rutilus* L. реки Ишим юга Тюменской области / Е. Ф. Фёдоров, Н. А. Калинин // Урбоэко-системы: проблемы и перспективы развития : материалы IV международной научно-практической конференции, 19-20 марта 2009 г. / [отв. ред. Н. Н. Никитина]. – Ишим: Тюменский издательский дом, 2009. – Вып. 4. – С. 322–324.
12. Федоряк М. М. Доминантное ядро сообществ пауков (Araneae) помещений областных центров Украины / Федоряк М. М., Соломянный Р. В. // Экологический мониторинг и биоразнообразие. – 2010. – Т. 5, № 1. – С. 110–114.
13. Федоряк М. М. Перспективи використання морфометричного аналізу для біомоніторингу територій за допомогою *Pholcus phalangioides* (Araneae: Pholcidae) / М. М. Федоряк, С. С. Руденко, Г. А. Андрусевич // Біологічні системи. – Т. 2, Вип. 3. – Чернівці : Чернівецький національний ун-т, 2010. – С. 28–36.
14. Федоряк М. М. Опыт применения метода обобщенных фенетических дистанций между популяциями *Pholcus phalangioides* (Araneae; Pholcidae) в биомониторинге урбоэко-систем / М. М. Федоряк, С. С. Руденко, В. М. Вота // IV международная научно-практическая конференция «Экологический мониторинг и биоразнообразие» (17-18 апреля 2012 г., г. Ишим). – 2012. – С. 182–187.
15. Шабанов Д. А. Популяційне різноманіття видів роду *Bufo* у Лівобережному лісоостепу України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук : спец. 03.00.16 «Екологія» / Д. А. Шабанов. – Дніпропетровськ, 2004. – 20 с.
16. Dongen S. V. Fluctuating a symmetry and developmental instability in evolutionary biology: past, present and future / S. V. Dongen // Journal of Evolutionary Biology. – 2006. – 19 (6). – P. 1727–1743.
17. Hendrickx F. Relationship between fluctuating asymmetry and fitness within and between stressed and unstressed populations of the wolf spider *Pirata piraticus* / F. Hendrickx, J-P. Maelfait, L. Lens // Journal of Evolutionary Biology. – 2003. – No. 16. – P. 1270–1279.

Стаття поступила в редакцію 10.11.2012. Стаття прийнята до друку 05.12.2012.

Руденко С. С. – доктор біологічних наук, професор кафедри екології та біомоніторингу Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича.

Федоряк М. М. – доктор біологічних наук, професор кафедри екології та біомоніторингу Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича.

Федоряк Д. В. – учень Буковинської Малої академія наук учнівської молоді, Чернівецька гімназія №1.

Рецензент: кандидат біологічних наук, доцент кафедри біології та екології Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника Сіренко А. Г.