

УДК 504.064:574

ОЦЕНКА БЛАГОПОЛУЧИЯ СРЕДЫ ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ СТАБИЛЬНОСТИ РАЗВИТИЯ РАСТЕНИЙ И ЖИВОТНЫХ

© 2012 А.Ю. Левых, Г.Г. Пузынина

Ишимский государственный педагогический институт имени П.П. Ершова

Поступила в редакцию 09.10.2012

В статье обсуждается индикаторное значение показателей флуктуирующей асимметрии морфологических признаков рыб (Pisces: Osteichthyes), мелких млекопитающих (Mammalia: Rodentia, Insectivora) и берёзы повислой (Magnoliophyta: Betulaceae, *Betula pendula*) для оценки состояния наземно-воздушной среды г. Ишима.

Ключевые слова: популяция, стабильность развития, флуктуирующая асимметрия

Относительно молодая в эволюционном масштабе времени, но быстро растущая и перестраивающаяся городская среда является реальным фактором адаптивных и инадаптивных преобразований разных видов живых организмов. Индикатором процессов, происходящих в популяциях разных видов в условиях пространственной изоляции, низкой численности, изменённой химии и других параметров городской среды, и в то же время индикатором благополучия окружающей среды среди прочих параметров являются показатели стабильности развития [1]. В.М. Захаров (1987) отмечает, что практически единственным критерием, позволяющим однозначно оценить уровень стабильности развития, оказывается флуктуирующая асимметрия, предоставляющая возможность анализа развития разного фенотипического эффекта на одной и той же генетической основе [4; 5].

Цель работы: оценка благополучия наземно-водной среды г. Ишима по показателям флуктуирующей асимметрии морфологических признаков растений и животных.

Материалы и методы работы. Растения, как продуценты экосистемы, в течение всей жизни, привязанные к локальной территории и подверженные влиянию двух сред: почвенной и воздушной, наиболее полно отражают весь комплекс стрессовых воздействий на систему. Поэтому в качестве одного из видов-индикаторов использован широко распространённый вид берёзы повислая (*Betula pendula*). Сбор листьев берёзы производили в восьми районах города в одно и то же время суток с 8:30 до 9:30 с 14 по

20 июля 2011 г. В каждом районе с двух деревьев на высоте вытянутой руки собирали по 20 листьев. Анализ флуктуирующей асимметрии проводили по следующим признакам листа (рис. 1): 1 – ширина половинки листа (для измерения лист складывают поперёк пополам, прикладывая макушку листа к основанию, потом разгибают и по образовавшейся складке производят измерения); 2 – длина второй жилки второго порядка от основания листа; 3 – расстояние между основаниями первой и второй жилок второго порядка; 4 – расстояние между концами этих жилок; 5 – угол между жилкой первого порядка и второй от основания жилкой второго порядка. Величину асимметрии оценивали с помощью интегрального показателя – величины среднего относительного различия на признак (среднее арифметическое отношения разности к сумме промеров листа слева и справа, отнесённое к числу признаков). Для данного показателя разработана пятибалльная шкала отклонения от нормы, в которой 1 балл – условная норма, а 5 баллов – критическое состояние (табл.1).

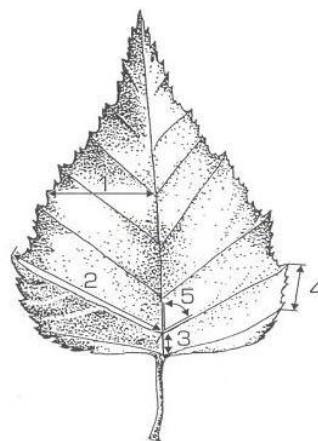


Рис. 1. Асимметрия листа берёзы повислой

Левых Алёна Юрьевна, кандидат биологических наук, доцент кафедры биологии и методики её преподавания. E-mail: aljurlev@mail.ru

Пузынина Галина Георгиевна, кандидат биологических наук, профессор кафедры биологии и методики её преподавания. E-mail: aljurlev@mail.ru

Для оценки качества воды реки Ишим на территории г. Ишима использовали показатели флуктуирующей асимметрии пяти морфогенетических (меристических) признаков плотвы обыкновенной (*Rutilus rutilus*) (30 экземпляров, отловленных в декабре 2011 г.): число лучей в грудных плавниках, число лучей в брюшных плавниках, число жаберных тычинок, число глоточных зубов, число чешуй в боковой линии. Для этого учитывали число проявлений каждого признака на обеих сторонах тела. Оценку величины флуктуирующей асимметрии производили

по дисперсии относительного различия между сторонами, основанной на оценке величины дисперсии различий между сторонами не от нуля (строгой асимметрии), а от некоторого среднего различия между ними, имеющего место в рассматриваемой выборке особей. Расчёты проводили по компьютерной программе Phen (Васильев, 1995) с помощью формул, предложенных В.М. Захаровым (1987) [2, 3]. Балльную оценку качества среды обитания проводили в соответствии с табл. 1.

Таблица 1. Оценка качества окружающей среды в баллах по интегральному показателю стабильности развития животных (по В.М. Захарову, 1996)

Коэффициент асимметрии согласно балльной оценке					
группа организмов	1 балл чисто	2 балла относительно чисто	3 балла загрязнено	4 балла грязно	5 баллов очень грязно
рыбы	<0,35	0,35-0,40	0,40-0,45	0,45-0,50	>0,50
млекопитающие	<0,35	0,35-0,40	0,40-0,45	0,45-0,50	>0,50
растения	<0,55	0,55-0,60	0,60-0,65	0,65-0,70	>0,70

Материалом для анализа состояния наземно-воздушной среды послужили также мелкие млекопитающие, отловленные методом массового неизбирательного отлова ловушками Геро в период с 1996 по 2011 гг. на территории г. Ишима, в окрестностях д. Синицино Ишимского района (в 16 км от г. Ишима) и в окр. с. Журавлёвское Омутинского района Тюменской области (в 170 км от г. Ишима). На выборках обыкновенной бурозубки (*Sorex araneus*) (всего 341 экз.) изучили показатели флуктуирующей асимметрии 32 морфометрических и морфофизиологических признаков [6]. Для оценки флуктуирующей асимметрии количественных признаков использовали показатели, использованные В.М. Захаровым (1987), А.В. Кожарой (1987) и А.Г. Васильевым (1995) [2, 3, 5].

На выборках красной полёвки (*Clethrionomys rutilus*) (всего 228 экз.) изучили показатели флуктуирующей асимметрии 25

неметрических признаков черепа [3]. Для анализа стабильности развития *Clethrionomys rutilus* в разных районах исследования рассчитали теоретические и эмпирические частоты асимметричных и симметричных проявлений всех фенотипов на правой и левой сторонах особи. Соответствие эмпирических и теоретических частот оценивали с помощью критерия хи-квадрат Пирсона (χ^2). Связь проявления фена на правой и левой стороне особи определяли с помощью коэффициента корреляции Пирсона. Достоверность различий между правой и левой сторонами по встречаемости фена определяли по критериям Фишера (F) и Стьюдента (t).

Результаты и обсуждение. Во всех исследуемых выборках *Betula pendula* интегральный показатель флуктуирующей асимметрии соответствуют 5 баллам, что означает критическое состояние окружающей среды (табл. 2).

Таблица 2. Балльная оценка состояния окружающей среды по интегральному показателю флуктуирующей асимметрии в разных районах г. Ишима

Районы исследования	Коэффициент асимметрии	Балльная оценка состояния среды
мясокомбинат	0,103	5 баллов
железнодорожный мост	0,107	5 баллов
пожарная часть	0,083	5 баллов
машиностроительный завод	0,081	5 баллов
завод изделий	0,084	5 баллов
ул. Большая (свалка ТБО)	0,091	5 баллов
городской парк	0,077	5 баллов
городской пляж	0,079	5 баллов

Самый высокий уровень флуктуирующей асимметрии *Betula pendula* отмечен в районе мясокомбината и железнодорожного моста, т.е. в местах наибольшей промышленной и транспортной нагрузки. Минимальным коэффициентом асимметрии характеризуются выборки берёзы из городского парка и городского пляжа. Очевидно, что показатели стабильности развития отрицательно коррелируют с уровнем промышленного и транспортного загрязнения окружающей среды.

Анализ 5 билатеральных метрических признаков плотвы (*Rutilus rutilus*) показал, что по 4 из них: число лучей в грудных плавниках; число лучей в брюшных плавниках; число глоточных зубов; число чешуй в боковой линии проявляется флуктуирующая асимметрия (табл. 3). При этом доля дисперсии флуктуирующей асимметрии в общей дисперсии сторон колеблется от 14,08 до 110,53%. Коэффициент асимметрии (КА) по всем признакам превышает значение 0,50, что позволяет охарактеризовать воду реки Ишим как очень грязную (табл. 1, 3).

Таблица 3. Показатели флуктуирующей асимметрии плотвы из р. Ишим на территории г. Ишима

Параметр	Признак 1	Признак 2	Признак 3	Признак 4	Признак 5
число особей (метамеров)	15	15	15	15	15
среднее различие между сторонами (Md)	-0,80	-0,20	-	0	-0,47
общая дисперсия сторон	16,35	0,54	-	1,24	17,11
дисперсия флуктуирующей асимметрии	5,45	0,6	-	0,57	2,41
доля дисперсии флуктуирующей асимметрии, %	33,37	110,53	-	46,15	14,08
коэффициент асимметрии: КА, %	40,52	6,90	-	10,08	5,78

Во всех исследованных выборках *Sorex araneus* проявляется асимметрия бинарных морфофизиологических признаков. В общей структуре асимметрии соотносятся факториальная (групповая, обусловленная систематическим действием на популяцию комплекса природных факторов) и стохастическая (случайная, не учтённая) асимметрия. Во всех выборках практически по всем признакам (за исключением абсолютного и относительного веса лёгких) преобладает флуктуирующая асимметрия, уровень которой характеризует особенности условий развития и существования популяции. По весу и индексу лёгких наряду с флуктуирующей асимметрией проявляется направленная асимметрия. Максимальная доля флуктуирующей асимметрии (100%) в общей асимметрии особей отмечена в ишимской выборке самок-сеголеток по весу надпочечников. Самый высокий коэффициент асимметричности (9,48) отмечен по весу почки в ишимской выборке зимовавших самцов. Высокий уровень случайной асимметрии в ишимской популяционной группе обыкновенной бурозубки, вероятно, обусловлен влиянием урбанизированной среды г. Ишима и указывает на неблагоприятные условия существования.

У *Clethrionomys rutilus* различия между наблюдаемыми и ожидаемыми частотами асимметричных и симметричных проявлений фенотипов на правой и левой сторонах особи оказались статистически значимыми в синицинской выборке по 18 признакам из 25, в журавлевской и ишимской – по 11 признакам. Сравнение разных локальных групп по среднему числу асимметрично проявляющихся признаков на особь и среднему числу асимметричных билатеральных композиций фенотипов (асимметричных особей) на признак не выявило значимых различий. Это свидетельствует об определённом сходстве уровня стабильности развития разных популяционных групп красной полёвки, обитающих в одной физико-географической зоне. Мы не выявили достоверных различий по дисперсии и коэффициенту вариации указанных показателей флуктуирующей асимметрии между исследуемыми группами красной полёвки. Это позволяет говорить о нормальном протекании развития каждой популяционной группы в специфическом для нее эпигенетическом русле.

Выводы:

1. Показатели флуктуирующей асимметрии листьев берёзы повислой указывают на высокий

уровень загрязнения наземно-воздушной среды во всех изученных районах г. Ишима.

2. Интегральный показатель стабильности развития метрических признаков плотвы обыкновенной позволяет охарактеризовать воду на исследованном участке р. Ишим как очень грязную.

3. Высокий уровень флуктуирующей асимметрии бинарных морфофизиологических признаков в ишимской популяционной группе обыкновенной буроzubки указывает на неблагоприятные условия существования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Блащенко, Н.А.* Использование методов оценки стабильности развития популяции растений и животных в экологических исследованиях. – Тюмень: Изд-во ТюмГУ, 2006. 22 с.
2. *Васильев, А.Г.* Пакет прикладных программ «Фен» Phen 3,0. Путеводитель для пользователей. – Екатеринбург, 1995. 113 с.
3. *Васильев, А.Г.* Феногенетическая изменчивость и методы её изучения. Учебное пособие / *А.Г. Васильев, И.А. Васильева, В.Н. Большаков.* – Екатеринбург: Изд-во Уральского ун-та, 2007. 279 с.
4. *Захаров, В.М.* Асимметрия животных (популяционно-феногенетический подход). – М.: Наука, 1987. С. 200.
5. *Кожара, А.В.* Оценка состояния популяций промысловых карповых рыб с помощью показателей стабильности морфогенеза: Автореф. дис.... канд. биол. наук. – М., 1987. 18 с.
6. *Левых, А.Ю.* Асимметрия билатеральных морфофизиологических признаков обыкновенной буроzubки (*Sorex araneus*) в популяциях лесостепной зоны Тюменской области // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2010. №8. Т.2. С. 9-15.

ASSESSMENT OF THE ENVIRONMENT WELLBEING BY INDICATORS OF PLANTS AND ANIMALS STABILITY DEVELOPMENT

© 2012 A.Yu. Levyh, G.G. Puzynina

Ishim State Pedagogical Institute named after P.P. Ershov

In article is discussed the indicator value of fluctuating asymmetry of morphological signs of fishes (Pisces: Osteichthyes), small mammals (Mammalia: Rodentia, Insectivora) and birch (Magnoliophyta: Betulaceae, *Betula pendula*) for an assessment the state of soil and air in Ishim city.

Key words: *population, stability of the development, fluctuating asymmetry*

Alyona Levyh, Candidate of Biology, Associate Professor at the Department of Biology and Technique of its Teaching . E-mail: aljurlev@mail.ru

Galina Puzynina, Candidate of Biology, Professor at the Department of Biology and Technique of its Teaching. E-mail: aljurlev@mail.ru