



www.sevin.ru

Институт Проблем
Экологии и Эволюции
имени А. Н. Северцова



symmetry

an open access journal by 

Оценка состояния БИОРАЗНООБРАЗИЯ: исследование стабильности развития



Программа «Биоразнообразии природных систем и биологические ресурсы
России» Российской академии наук
Научный совет по экологии биологических систем ОБН Российской академии наук
Институт проблем экологии и эволюции
им. А.Н. Северцова Российской академии наук
Центр устойчивого развития и здоровья среды
Института биологии развития им. Н.К. Кольцова Российской академии наук
Институт биологических проблем криолитозоны Сибирского отделения
Российской академии наук
Media and Publishing Partner: MDPI /Symmetry (Switzerland, Basel)
<https://www.mdpi.com/journal/symmetry>

**ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ:
ИССЛЕДОВАНИЕ СТАБИЛЬНОСТИ РАЗВИТИЯ**

*сборник материалов
Всероссийской научной конференции
с международным участием*

29 мая 2019 г., г. Москва,
30-31 мая 2019 г., г. Тула

Якутск
2019

УДК 574.472.017.64 (063)
ББК 28.02я43
093

*Утверждено к печати Ученым советом
Института биологических проблем криолитозоны
Сибирского отделения РАН (ИБПК СО РАН)*

*Отв. редактор
Е.Г. Шадрина,
доктор биологических наук, профессор*

*Рецензенты:
Б.М. Кершенгольц,
доктор биологических наук, профессор,
академик Академии наук РС(Я)
Н.Е. Сивцева,
кандидат биологических наук*

093 **Оценка** состояния биоразнообразия: исследование стабильности развития [электронный ресурс] : сборник материалов Всероссийской научной конференции с международным участием, 29 мая 2019 г., г. Москва, 30-31 мая 2019 г., г. Тула / отв. редактор Е. Г. Шадрина. — Якутск : Электронное издательство НБ РС(Я), 2019. — 232 с.

ISBN 978-5-6043457-0-2.
Агентство СІР НБР Саха

В сборнике представлены материалы Всероссийской конференции с международным участием «Оценка состояния биоразнообразия: исследование стабильности развития» (29 мая 2019 г., Москва) и Международного экологического яснополянского форума «Устойчивое развитие. Рациональное природопользование. Технологии здоровья» (30-31 мая 2019 г., Тула). В рамках конференции рассмотрены возможные подходы к оценке состояния биоразнообразия на разных уровнях (от экосистемы и сообщества до популяции и организма). Специальное внимание уделено подходу, связанному с оценкой гомеостаза развития. Основные направления работы конференции: оценка биоразнообразия и популяционной структуры видов в естественных условиях и при антропогенном воздействии (загрязнение среды, трансформация ландшафта, изменение климата, условия городской среды); оценка здоровья среды в природных биотопах и в условиях интенсификации антропогенного воздействия, методика и методология биоиндикации.

УДК574.472.017.64 (063)
ББК 28.02я43

ISBN 978-5-6043457-0-2

© Национальная библиотека РС(Я), 2019

МОРФОРАЗНООБРАЗИЕ И ОЦЕНКА ВНУТРИГРУППОВОЙ УСТОЙЧИВОСТИ МОРФОГЕНЕЗА

Васильев А.Г., Васильева И.А.

*Институт экологии растений и животных Уральского Отделения
Российской академии наук, г. Екатеринбург; Российская Федерация*

e-mail: vag@ipae.uran.ru

Аннотация: Предложена новая популяционно-ценотическая методология выявления внутригруппового морфоразнообразия для оценки степени устойчивости группового морфогенеза. Подход пригоден как для внутривидовых структурно-функциональных групп, так и ценопопуляций симпатрических видов.

Ключевые слова: морфоразнообразие, морфогенез, стабильность развития, ценопопуляция, сообщество.

MORPHOLOGICAL DISPARITY AND ESTIMATION OF WITHIN GROUP'S MORPHOGENETIC STABILITY

Vasil'ev A.G., Vasil'eva I.A.

*Institute Plant and Animal Ecology Ural Branch
of Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg; Russia*

e-mail: vag@ipae.uran.ru

Abstract: A new population-cenotic methodology for the detection of intragroup morphological disparity to assess the degree of stability of group morphogenesis is proposed. The approach is suitable for intrapopulation structure-functional groups and the populations of sympatric species.

Key words: morphological disparity, morphogenesis, developmental stability, cenopopulation, community.

Изучение сопряженной изменчивости и/или морфоразнообразия ценопопуляций симпатрических видов, формирующих локальные таксоцены, позволяет, с одной стороны, оценить устойчивость их морфогенеза в разных ландшафтно-экологических и климатических условиях, а с другой — по их морфогенетическим реакциям приблизиться к пониманию организации и функционирования локального сообщества как двухуровневой иерархической популяционно-ценотической системы (Букварёва, Алешенко, 2013). В условиях дополнительных экологических нагрузок, например, при резких эколого-климатических изменениях и/или существенном техногенном загрязнении среды, популяционно-ценотическая система межвидовых отношений должна проявляться более отчетливо. Форпостные группировки, испытывающие предельные для вида экологические нагрузки, являются в этом отношении наилучшими моделями.

Ранее мы определили (Васильев и др., 2018), что форпостными считаются как периферические (краевые) группировки, так и те, которые формируются и длительно существуют в техногенно нарушенных природных ландшафтах. Поэтому форпостные группировки (ФГ) следует разделить на три группы: маргинальные (естественные), антропогенные и смешанные, населяющие граничные для жизни экологические условия, отягченные влиянием сочетанного антропогенного фактора. Антропогенные форпостные фрагменты ареала возникают как реакция вида на ту или иную деятельность человека, главным образом техногенное загрязнение среды. Поэтому антропогенные форпостные популяции в свою очередь можно подразделить на импактные, инвазионные и интродукционные. Импактными являются популяции, которые ранее существовали на данной территории, но испытали, например, техногенное воздействие — техногенный удар — *technogenic*

impact. Многие импактные популяции способны жить в измененной техногенной среде, но оказываются в новых негативных экологических условиях, которые вид в своей истории ещё не испытывал. Среди антропогенных фрагментов ареала можно рассматривать территории, занятые новыми для данной территории чужеродными видами. Популяции таких внедрившихся на антропогенно измененную территорию видов, следует называть инвазионными форпостными популяциями.

Все эти категории форпостных группировок за счет массового отбора наиболее адекватных для данных условий онтогенетических вариантов, возникающих благодаря проявлению фенотипической пластичности, могут обеспечить постепенное расширение и изменение эволюционно-экологического потенциала не только географических видовых форм, но и ценопопуляций разных видов, формирующих экологически «краевые» сообщества естественной и техногенной природы. Скорость фенотипических изменений при отсутствии естественного контроля со стороны природных сообществ может быть очень высокой. Поэтому в техногенно измененной среде быстрые направленные морфогенетические перестройки форпостных импактных ценопопуляций являются в наши дни вполне реальным явлением (Васильев, Васильева, 2005; Васильев, 2009).

Основным подходом к выявлению устойчивости таких форпостных популяций и сообществ может быть длительный феногенетический и морфогенетический мониторинг, включающий использование методов популяционной феногенетики и фенетики, а также геометрической морфометрии. В последнем случае речь действительно идет об изучении проявлений морфогенетической изменчивости, поскольку применение методов геометрической морфометрии, описывающей варьирование формы объектов, исключая влияние их размеров, допускает по данным ряда авторов прямую морфогенетическую интерпретацию выявляемых различий (Sheets, Zelditch, 2013; Васильев и др., 2018). При этом сравнение формы производится с приведением объектов к одним и тем же размерам, что дает возможность совмещать изображения морфоструктур разных видов по гомологичным меткам (landmarks) и изучать их изменчивость и морфоразнообразие (disparity) в общем морфопространстве.

Закономерности сопряженной изменчивости одних и тех же гомологичных морфологических структур у разных симпатрических видов, формирующих ценозы, изучены пока ещё недостаточно (Васильев и др., 2018). Данный аспект крайне важен при решении ряда проблем экологии, поскольку позволяет подняться с популяционного уровня изучения на ценотический уровень, т.е. рассматривать популяционно-ценотические проявления изменчивости (Violle et al., 2012; Букварёва, Алещенко, 2013; Васильев, 2019).

Объектами при этом являются ценопопуляции, входящие в состав локального таксоцена. Поэтому изучение феногенетической реакции фрагмента сообщества — таксоцена (являющегося его моделью) на длительное обитание в роли форпостной группы, представляет собой эффективный операциональный подход. Феногенетическая реакция может быть оценена по различным проявлениям фенотипической пластичности.

Явление фенотипической пластичности (Schlichting, 2003; West-Eberhard, 2003) — разной морфогенетической реакции одного и того же генотипа на разные условия, т.е. проявление индивидуальной модификационной изменчивости, широко обсуждается в последние годы. Такой анализ осуществим, например на листовых пластинках древесных растений, которые являются метамерными проявлениями индивидуальной фенотипической пластичности. Для животных скорее подходят методы оценки флуктуирующей асимметрии (Захаров, 1987), что также характеризует индивидуальную фенотипическую пластичность (Васильев и др., 2018). Поскольку анализ фенотипической пластичности осуществляется на групповом уровне, требуется получить выборки для каждого симпатрического вида, входящего в таксоцен.

Важным условием получения строгой количественной оценки фенотипической пластичности для ценопопуляций симпатрических видов является проведение синхронных и синтопных (в пределах одного биотопа, фации) сборов объектов для дальнейшего морфологического анализа. Полученные выборки должны быть статистически репрезентативными. Поскольку предполагается многолетнее (не менее 3-х лет) слежение за феногенетической и морфогенетической реакцией компонентов таксоцена, необходимо ежегодное получение данных в тот же сезон (месяц) в череде лет наблюдений. Прослеживание сезонной и межгодовой фено-

генетических реакций даст возможность оценить степень относительной устойчивости ценопопуляций разных видов в составе таксоцены, выявить толерантные (феногенетически устойчивые) и наиболее нестабильные в данных условиях обитания форпостные группировки. Для того чтобы можно было оценить в какой мере уклоняются форпостные ценопопуляции и таксоцены от таковых, которые обитают в нормальных (не экстремальных) экологических условиях, необходимо дополнительно и также синхронно (в тот же месяц сезона) получить соответствующие выборки из контрольных ценопопуляций и таксоценов.

Изучение морфологической изменчивости при сопоставлении ценопопуляций разных симпатрических видов следует проводить по гомологичным структурам, элементам формы и промерам. Поскольку эти виды относятся к одному и тому же таксоцену, то гомологизация признаков облегчается. Особое место в таких сравнениях на популяционном и ценогенетическом уровнях организации занимают также и методы оценки морфологического разнообразия (*disparity*), которые позволяют выявить степень морфогенетической реакции как ценопопуляций, так и таксоценов на те, или иные условия обитания (Васильев и др., 2018). При благоприятных условиях растет таксоценогенетическое (видовое), но снижается морфологическое разнообразие, и, напротив, в неблагоприятных условиях это соотношение изменяется на противоположное. Прослеживая многолетние тенденции изменений этих двух показателей, можно оценить феногенетическую реакцию ценопопуляций и/или таксоценов на влияние условий среды. Возрастание морфоразнообразия отдельной ценопопуляции указывает как на неблагоприятный характер экологических условий, так и на проявление дестабилизации морфогенетических процессов.

Синхронно сравнивая проявления феногенетической изменчивости, фенотипической пластичности и морфоразнообразия гомологичных признаков в контрольных и форпостных ценопопуляциях и таксоценах, можно приблизиться к пониманию механизмов их устойчивости. В то же время можно будет оценить и процессы быстрой морфогенетической перестройки при хроническом воздействии естественных и техногенных средовых факторов, а также их сочетаний (Васильев и др., 2018).

Работа выполнена в рамках государственного задания АААА-А19-119031890087-7 ФГБУН Институт экологии растений и животных УрО РАН, а также при частичной поддержке Комплексной программы фундаментальных исследований УрО РАН (проект № 18-4-4-28).

Библиографический список

1. Букварёва Е.Н., Алешенко Г.М. Принцип оптимального разнообразия биосистем. М.: Т-во научных изданий КМК, 2013. 522 с.
2. Васильев А.Г. Быстрые эпигенетические перестройки популяций как один из вероятных механизмов глобального биоэкологического кризиса // Биосфера: междисциплинар. науч. и прикл. журн. 2009. Т. 1. № 2. — С. 166-177.
3. Васильев А.Г. Эволюционная экология в XXI веке: новые концепции и перспективы развития // Экология. 2019. № 2. С. 88-100.
4. Васильев А.Г., Васильева И.А. Эпигенетические перестройки популяций как вероятный механизм наступления биоэкологического кризиса // Вестн. Нижегородского ун-та им. Н.И. Лобачевского. Сер. Биол. 2005. Вып.1(9). С.27-38.
5. Васильев А. Г., Васильева И. А., Шкурихин А. О. Геометрическая морфометрия: от теории к практике. М.: Т-во научных изданий КМК, 2018. 471 с.
6. Захаров В.М. Асимметрия животных (популяционно-феногенетический подход). М.: Наука, 1987. 213 с.
7. Schlichting C.D. Origins of differentiation via phenotypic plasticity // *Evol. and Develop.* 2003. Vol. 5. No 1. P. 98–105.
8. Sheets H.D., Zelditch M.L. Studying ontogenetic trajectories using resampling methods and landmark data // *Hystrix, the Italian J. Mammalogy.* 2013. Vol. 24. No.1. P. 7–73.
9. Violle C., Enquist B.J., McGill B.J., et al. The return of the variance: intraspecific variability in community ecology // *Trends in Ecol. and Evol.* 2012. Vol. 27. No.4. P.244–252.
10. West-Eberhard M.J. *Developmental plasticity and evolution.* Oxford: Oxford University Press, 2003. 816 p.