

УДК 591

ВВЕДЕНИЕ. ИССЛЕДОВАНИЕ ГОМЕОСТАЗА РАЗВИТИЯ: МЕТОДОЛОГИЯ ОЦЕНКИ ЗДОРОВЬЯ СРЕДЫ

© 2017 г. В. М. Захаров

Институт биологии развития им. Н.К. Кольцова РАН

119334, г. Москва, ул. Вавилова, д. 26

E-mail: ecopolicy@ecopolicy.ru

Поступила в редакцию 22.06.2017 г.

Исследование гомеостаза развития в природных популяциях, как направление популяционной биологии развития, открывает новые возможности для биомониторинга качества среды и оценки гомеостатических механизмов биологических систем разного уровня, от организма до экосистемы, включая устойчивое развитие.

Ключевые слова: гомеостаз развития, здоровье среды

DOI: 10.7868/S0475145017060040

Исследование гомеостаза развития, как одной из наиболее общих онтогенетических характеристик, для оценки которой используются разные подходы от эмбриологии до физиологии и морфологии (Waddington, 1957; Захаров, 1987; Зотин, 1988; Детлаф, 2001), оказывается узловой не только в области биологии развития, но и открывает новые перспективы и направления исследований и в других областях. Среди них — экологическая биология развития и эволюционная биология развития (Гилберт, 2004; Gilbert, Barresi, 2016).

Исследование показателей гомеостаза развития в природных популяциях ведет к определению основ популяционной биологии развития, дает новые возможности для оценки состояния природных популяций, понимания природы фенотипического разнообразия, механизмов динамики популяций и микроэволюционных преобразований (Захаров, 2001). Результаты такого подхода обсуждаются на конференциях (Developmental Stability..., 1992; Developmental Instability..., 1994; Developmental Homeostasis..., 1997; Developmental Instability..., 2003), на популяционных семинарах “Онтогенез и популяция” (итоги и перспективы таких исследований представлены в специальном выпуске журнала Онтогенез, Онтогенез и популяция..., 2001).

Перспективным оказывается приложение представлений о гомеостазе развития и при исследовании гомеостатических механизмов биологических систем разного уровня, от отдельных организмов и популяций до сообществ и экосистем. Это дает новые возможности для понимания механизмов обеспечения устойчивости и их соотношения на

разных уровнях организации биологических систем, характеристики значимости онтогенетической стабильности. Представления о гомеостазе развития, или гомеорезе, дают основу и для разработки эколого-биологических основ устойчивого развития. Различные подходы для оценки гомеостаза развития и механизмов его поддержания на разных уровнях обсуждаются в рамках Всероссийского семинара “Гомеостатические механизмы биологических систем” (результаты ряда таких подходов представлены в специальном выпуске журнала Онтогенез, Гомеостатические механизмы..., 2014).

Принципиально новый подход открывает исследование состояния организма на основе гомеостаза развития и для решения задачи оценки и мониторинга качества среды, ее благоприятности для живых существ и человека. Актуальность и значимость решения этой задачи на фоне все усиливающегося как глобального, так и локального антропогенного воздействия, все нарастает. Это привело к формулированию представлений о здоровье среды. В основе концепции — характеристика качества среды на основе оценки состояния природных популяций живых существ разных видов по гомеостазу развития. Реализация этой концепции и методологии проводилась как в ходе теоретических исследований, так при выполнении практических проектов (в рамках национальной и международной программы “Биотест”, по линии Центра здоровья среды) (Биотест..., 1993, Последствия..., 1996; Захаров, 2000; Захаров и др., 2000а, б; Авалиани и др., 2001а, б; Захаров, Чубинишвили, 2001; Захаров и др., 2001; Захаров, Трофимов, 2015). Отдельный интерес представляет

приложение подхода для оценки последствий глобального изменения климата для биоты (Изменение климата..., 2007, Изменение климата..., 2008) (выпуск журнала Успехи современной биологии, Последствия изменения климата..., 2011). Сегодня концепция, методология и практика оценки здоровья среды обсуждается в рамках постоянно действующего семинара “Здоровье среды” (в качестве со-организаторов выступают МГУ, Музей земледения, и РАН, Комиссия здоровья среды Научного совета РАН по сохранению биоразнообразия, Институт биологии развития). Рассмотрению этого направления исследований гомеостаза развития и посвящен настоящий выпуск журнала Онтогенез: Исследование гомеостаза развития: методология оценки здоровья среды.

Представление концепции здоровья среды предполагает обоснование и демонстрацию возможностей для практического использования как общей методологии (статья “Исследование гомеостаза развития в природных популяциях. Концепция здоровья среды: методология и практика оценки”), так и различных подходов, которые лежат в основе оценки гомеостаза развития. Они могут быть сведены к ряду основных направлений, связанных с оценкой морфогенетической стабильности (статьи: “Морфогенетический подход к оценке здоровья среды: исследование стабильности развития”, “Опыт применения показателей флуктуирующей асимметрии растений и животных для анализа качества среды в наземных экосистемах: результаты 20-летних исследований природных и антропогенно трансформированных территорий”, “Нарушения в развитии и функционировании воспроизводительной системы рыб как показатель антропогенного воздействия на среду их обитания и состояние здоровья среды”), цитогенетического гомеостаза (статья “Цитогенетические индикаторы при оценке состояния окружающей среды”), иммунного статуса (статья “Иммунологический подход к оценке здоровья среды”), биохимических и физиологических показателей гомеостаза развития (“Энергетическая цена онтогенеза как показатель качества среды обитания (тесты на *Daphnia magna* и *Carassius auratus*)”). Самостоятельный интерес представляет характеристика возможностей подхода для оценки благоприятности среды для здоровья человека (статья: “Роль оценки здоровья среды для характеристики влияния экологических факторов на здоровье человека (Оценка здоровья человека и среды: возможные подходы)”). Новые возможности для развития широкого фронта исследований гомеостатических механизмов биологических систем открывает приложение представлений о гомеостазе развития и здоровье среды с использованием различных подходов для характеристики процессов, происходящих на разных уровнях, от организма до экосистемы, включая устойчивое развитие (статья “Иссле-

дование гомеостаза развития: от популяционной биологии развития и концепции здоровья среды до концепции устойчивого развития”).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Авалиани С.Л., Ревич Б.А., Захаров В.М. Региональная экологическая политика. Мониторинг здоровья человека и здоровья среды. М.: ЦЭПР, 2001. 76 с.
- Биотест: интегральная оценка здоровья экосистем и отдельных видов / Под ред. Захарова В.М., Кларка Д.М. М.: Московское Отделение Международного Фонда “Биотест”, 1993. 68 с.
- Гилберт С.Ф. Экологическая биология развития — биология развития в реальном мире // Онтогенез. 2004. Т. 35. № 6. С. 425–438.
- Гомеостатические механизмы биологических систем // Онтогенез. 2014. Т. 45. № 3. 82 с.
- Детлаф Т.А. Температурно-временные закономерности развития пойкилотермных животных. М.: Наука, 2001. 212 с.
- Захаров В.М. Асимметрия животных: популяционно-феногенетический подход. М.: Наука, 1987. 216 с.
- Захаров В.М. Здоровье среды: концепция. М.: ЦЭПР, 2000. 30 с.
- Захаров В.М., Баранов А.С., Борисов В.И., Валецкий А.В., Кряжева Н.Г., Чистякова Е.К., Чубинишвили А.Т. Здоровье среды: методика оценки. М.: ЦЭПР, 2000а. 68 с.
- Захаров В.М., Жданова Н.П., Кирик Е.Ф., Шкиль Ф.Н. Онтогенез и популяция: оценка стабильности развития в природных популяциях // Онтогенез. 2001а. Т. 32. № 6. С. 404–421.
- Захаров В.М., Трофимов И.Е. Здоровье среды. Человек и природа. М.: Департамент природопользования и охраны окружающей среды города Москвы, 2015. 96 с.
- Захаров В.М., Чубинишвили А.Т. Мониторинг здоровья среды на охраняемых природных территориях. М.: ЦЭПР, 2001. 148 с.
- Захаров В.М., Чубинишвили А.Т., Дмитриев С.Г., Баранов А.С., Борисов В.И., Валецкий А.В., Крысанов Е.Ю., Кряжева Н.Г., Пронин А.В., Чистякова Е.К. Здоровье среды: практика оценки. М.: ЦЭПР, 2000б. 320 с.
- Захаров В.М., Чубинишвили А.Т., Баранов А.С., Борисов В.И., Валецкий А.В., Кряжева Н.Г., Чистякова Е.К. Здоровье среды: Методика и практика оценки в Москве. М.: ЦЭПР, 2001б. 67 с.
- Зотин А.И. Термодинамическая основа реакций организмов на внешние и внутренние факторы. М.: Наука, 1988. 272 с.
- Изменение климата и биоразнообразие России / Под ред. Павлова Д.С., Захарова В.М. М.: Акрополь, 2007. 96 с.
- Изменение климата и биоразнообразие России / Под ред. Павлова Д.С., Захарова В.М. Выпуск 2. М.: Акрополь, 2008. 148 с.
- Последствия изменения климата для биоразнообразия и биологических ресурсов России: приоритетные

- направления исследований // Успехи современной биологии. 2011. Т. 131. № 4. С. 323–432.
- Последствия чернобыльской катастрофы: здоровье среды / Под ред. Захарова В.М., Крысанова Е.Ю. М.: ЦЭПР, 1996. 170 с.
- Developmental Instability. Causes and Consequences / Ed. Polak M. N.Y.: Oxford University Press, 2003. 460 p.
- Developmental Instability: Its Origins and Evolutionary Implications. Ed. Markow T.A. Dordrecht et al.: Kluwer Acad. Publ., 1994. 444 p.
- Developmental Stability in Natural Populations / Eds. by Zakharov V.M., Graham J.H. Acta Zoologica Fennica. 1992. № 191. 200 p.
- Developmental Homeostasis in Natural Populations of Mammals: Phonetic Approach / Eds. Zakharov V.M., Yablokov A.V. Acta Theriologica. 1997. Supplement 4. 92 p.
- Gilbert S.F., Barresi M.J.F. Developmental Biology. 11th Edition. Sinauer Associates, Inc., 2016.
- Waddington C.H. The Strategy of the Genes. L.: George Allen & Unwin, 1957. 262 p.

Introduction. Study of Developmental Homeostasis: Environmental Health Assessment Methodology

V. M. Zakharov

*Koltzov Institute of Developmental Biology, Russian Academy of Sciences,
ul. Vavilova 26, Moscow, 119334 Russia*

e-mail: ecopolicy@ecopolicy.ru

Received June 22, 2017

The study of developmental homeostasis in natural populations, as the direction in population developmental biology, opens new opportunities for biomonitoring the environmental quality and estimation of homeostatic mechanisms of biological systems of different levels—from an organism to an ecosystem, including the sustainable development.

Keywords: developmental homeostasis, environmental health