

ФЛУКТУИРУЮЩАЯ АСИММЕТРИЯ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ СТАБИЛЬНОСТИ РАЗВИТИЯ ПОПУЛЯЦИИ

И.А. Литвенкова
Витебск, УО «ВГУ им. П.М. Машерова»

Стрессирующее воздействие на живые организмы вызывают изменение гомеостаза развития – способности к поддержанию основных функциональных особенностей на оптимальном уровне. О состоянии гомеостаза развития можно судить по морфогенетическому гомеостазу, или стабильности развития. Стабильность развития – это способность организма к формированию фенотипа без онтогенетических нарушений и ошибок [2]. Таким образом, она характеризует способность организма поддерживать траекторию развития в определенных границах и является чувствительным индикатором состояния природных популяций.

Стабильность развития обеспечивается сложным регуляторным аппаратом, защищающим нормальное формирование от возможных нарушений как со стороны уклонений во внутренних факторах, так и со стороны изменений в факторах внешней среды. Анализ стабильности развития позволяет оценить эффективность этих регуляторных механизмов. Снижение эффективности гомеостаза приводит к появлению отклонений от нормального строения различных морфологических признаков, обусловленных нарушениями развития [1]. В качестве показателей стабильности развития обычно рассматривают фенотипические отклонения и онтогенетический шум. Онтогенетический шум может быть оценен по флуктуирующей асимметрии билатеральных структур. Преимущество подхода состоит в том, что при этом известна генетически заданная норма – симметрия, отклонения от которой в ходе развития и представляют собой онтогенетический шум [3].

Нестабильность развития, измеряемая в виде флуктуирующей асимметрии, характеризует фенотипическую изменчивость, в основе которой лежат генетические или средовые отклонения, выходящие за пределы реакции буферной системы организма в ходе реализации его нормальной программы развития. По величине флуктуирующей асимметрии возможно судить об уровне стресса, испытываемого организмом. Стабильность развития является чувствительным показателем состояния природных популяций. В свою очередь, оценка флуктуирующей асимметрии представляет собой способ фиксации этих отклонений.

Целью данных исследований является оценка состояния городской среды по показателю флуктуирующей асимметрии с использованием различных видов древесных растений.

Материал и методы. Объектами исследования были выбраны 4 вида древесных растений: береза бородавчатая (*Betula verrucosa Ehrh.*), дуб черешчатый (*Quercus robur L.*), клен платановидный (*Acer platanoides L.*) и липа сердцевидная (*Tilia cordata Mill.*). Материал был собран в июле – августе 2010 г. Для анализа были взяты выборки листьев из 19 точек с различной антропогенной нагрузкой. Точки, взятые на особо охраняемых природных территориях, рассматривались в качестве условно контрольных. Точка 1 расположена на территории Березинского биосферного заповедника. Точки 2 и 3 находятся на территории Национальных парков «Нарочанский» (район оз. Глубля) и «Беловежская пуца» соответственно. В г. Витебске были взяты выборки листьев из 9 точек. Точки 4 – 7 расположены на территории жилых застроек по ул. В.–Интернационалистов, по Московскому пр-ту, ул. Чкалова и ул. Гагарина. Сбор листьев производился с растений, произрастающих на площади 3500 – 5000 м². Точки 8 – 11 находятся вдоль автомобильных

дорог по ул. В.-Интернационалистов, Московскому пр-ту, ул. Чкалова и ул. Буденного. Длина маршрута в каждой точке составила около 1 км. Точка 12 находится на расстоянии 100 м от завода «Доломит». Длина маршрута около 800 м.

В г. Бресте были взяты выборки листьев из 6 точек. Точки 12 - 14 располагаются на территории жилых застроек, а точки 15 - 17 - вдоль автомобильных дорог по ул. 28 июля, ул. Орджоникидзе и ул. Московская соответственно. Площадь произрастания деревьев на территориях жилых застроек составила от 4000 до 6000 м². Длина маршрута вдоль автомобильных дорог около 1 км. Точка 19 находится вблизи комбината строительных материалов г. Бреста. Длина маршрута около 1 км. Сбор и обработку материала производили по методике [2].

Результаты и их обсуждение. Среднее значение флуктуирующей асимметрии на территории особо охраняемых территорий находится в пределах от $0,024 \pm 0,003$ до $0,035 \pm 0,004$. На территории жилых застроек г. Витебска средний показатель флуктуирующей асимметрии находится в пределах от $0,046 \pm 0,003$ до $0,052 \pm 0,004$, тогда как в г. Бресте данная величина колеблется от $0,043 \pm 0,003$ до $0,049 \pm 0,005$. Вдоль автомобильных дорог г. Витебска наименьший средний показатель асимметрии соответствует $0,050 \pm 0,003$, а наибольший – $0,060 \pm 0,007$. В г. Бресте данные величины равны $0,050 \pm 0,005$ и $0,059 \pm 0,002$ соответственно.

Наши исследования показали, что качество среды, в целом, по г. Витебску характеризуется средним значением асимметрии $0,053 \pm 0,005$ (4 балл), тогда как в г. Бресте данный показатель равен $0,051 \pm 0,004$ (4 балл), соответствующий опасным нарушениям среды. При этом, сравнение частей города по величине флуктуирующей асимметрии выявило, что на территории жилых застроек экологическая ситуация более благоприятна, чем вдоль автодорог и в промышленных зонах.

Для подтверждения экологической значимости показателя асимметрии предоставляется важным оценить взаимосвязь между ним и содержанием фотосинтетических пигментов листовой пластинки. В результате проведенного анализа была выявлена отрицательная статистически значимая корреляция между величиной флуктуирующей асимметрии и содержанием хлорофилла ($r = -0,75$; $p = 0,05$), а также положительная статистически значимая корреляция между величиной асимметрии и уровнем СО в атмосферном воздухе ($r = 0,79$; $p = 0,05$). Этот факт указывает на объективность оценки состояния организма по стабильности его развития.

Заключение. На особо охраняемых природных территориях выявлен минимальный средний показатель флуктуирующей асимметрии ($0,031 \pm 0,003$), что характеризует среду, как условно нормальную и говорит об отсутствии стресса (антропогенных нарушений) на данных эталонных участках. На территории жилых застроек г. Витебска и Бреста средняя величина асимметрии равна $0,048 \pm 0,004$. Вдоль автомобильных дорог г. Витебска и г. Бреста средний показатель флуктуирующей асимметрии соответствует $0,056 \pm 0,004$, тогда как на территории промышленных зон г. Витебска и г. Бреста данная величина равна $0,058 \pm 0,006$, что говорит об увеличении стресса (антропогенных загрязнений) в условиях городской среды. Установлена взаимосвязь величины флуктуирующей асимметрии с содержанием важнейшего компонента фотосинтетического аппарата листовых пластинок исследуемых видов растений.

Полученные результаты позволяют рекомендовать исследуемые виды древесных растений в качестве надежного биоиндикатора качества среды. Мы полагаем, что для полной и объективной оценки качества среды в городах и особо охраняемых территориях необходимо выбирать не один, а несколько видов дре-

весных растений с последующим расчетам среднего коэффициента асимметрии для отдельно взятого района.

Список литературы

1. Гелашвили, Д.Б. Структурные и биоиндикационные аспекты флуктуирующей асимметрии билатерально-симметричных организмов / Д.Б. Гелашвили, Е.В. Чупрунов, Д.И. Иудин // Журнал общей биологии. – 2004. – том 65. – № 5. – С. 433 – 441.
2. Захаров, В.М. Здоровье среды: методика оценки / В.М. Захаров, А.С. Баранов, В.И. Борисов. – М.: Центр экологической политики России, 2000. – 68 с.
3. Чубинишвили, А.Т. Оценка состояния природных популяций озерной лягушки (*RANA RIDIBUNDA*) в районе нижней Волги по гомеостазу развития: цитогенетический и морфогенетический подходы / А.Т. Чубинишвили // Зоологический журнал. – 1998. – том 77. – № 8. – С. 942 – 946.

О МЕХАНИЗМАХ СТРЕССОУСТОЙЧИВОСТИ РАСТЕНИЙ

О.В. Мусатова

Витебск, УО ВГУ им. П.М. Машерова

Фитосоставляющая биоценозов – важнейший их компонент, обеспечивающий устойчивое сосуществование всего многообразия видов. Качественные и количественные характеристики растений в сообществе зависят от их возможности противостоять стрессовым воздействиям разной этимологии: абиотический (характеристики условий произрастания) и биотический (воздействие хищников, конкурентов, паразитов) стресс.

Физиологическое ослабление растительного организма под действием стресса стимулирует развитие и размножение фитофагов [1]. Вместе с тем резистентность растений к фитофагам или их ослабление в силу разных причин внешне трудноопределимы, что затрудняет прогноз вспышек массового размножения насекомых-вредителей. Именно поэтому проводимые лесо- и агротехнические мероприятия часто являются несвоевременными и малоэффективными. Необходимость разработки методов прогноза размножения фитофагов очевидна и нуждается в теоретическом обосновании.

Определенный интерес, в этом смысле, представляет выяснение динамики вторичных веществ (в частности, флавоноидов) в растениях различного физиологического состояния, которые имеют большое значение в коэволюции растений и насекомых-фитофагов [2, 3].

В связи с этим нами исследован качественный и количественный состав флавоноидов листьев дуба черешчатого и березы бородавчатой, здоровых, физиологически ослабленных и поврежденных в природе насекомыми – фитофагами.

Материал и методы. Исследования по теме проводились на кафедрах экологии и охраны природы и химии УО «Витебский государственный университет имени П.М.Машерова», на базе биологического стационара «Придвинье», в д. Щитовка, Сенненского района, в г. Витебске в 2003-2005 годах.

Материалом для работы послужили свежесрезанные ветви березы бородавчатой (*Betula pendula* Roth.) и дуба черешчатого (*Quercus robur* L.), выдержанные в «букетах» (поставленные в воду) в течение 24, 48 часов (дуб черешчатый), а также листья дуба черешчатого, поврежденные в природе гусеницами совки-лишайницы (*Daseochaeta alpium* L.), листья березы бородавчатой, поврежденные березовой пяденицей (*Biston betularia* L.). Фиксация растительного материала осуществлялась жидким азотом и водяным паром с последующей лиофильной