

УДК 581.522.4

СТАБИЛЬНОСТЬ РАЗВИТИЯ СРЕДИЗЕМНОМОРСКИХ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ИНТРОДУКЦИИ НА ЦЕНТРАЛЬНОМ КАВКАЗЕ

© 2010 Ю.В. Лавриненко

Северо-Осетинский государственный университет им. К. Л. Хетагурова, г. Владикавказ

Поступила в редакцию 10.05.2010

В статье представлены результаты оценки стабильности развития древесных растений Средиземноморской флористической области в условиях антропогенного загрязнения Республики Северная Осетия-Алания (Центральный Кавказ). Стабильность развития оценивали по величине флуктуирующей асимметрии листа.

Ключевые слова: *стабильность развития, флуктуирующая асимметрия, древесные интродуценты, Центральный Кавказ*

Одной из наиболее общих характеристик индивидуального развития является стабильность развития. Синонимы стабильности развития – гомеостаз развития, гомеорез. Понятие гомеореза введено Уоддингтоном [4], который определил его как стабилизированный поток, траекторию развития. При этом подразумевается, что при высокой стабильности развитие канализовано, т.е. протекает по определенному креоду — основному пути, траектории развития, несмотря на некоторые генотипические и средовые различия, что осуществляется за счет буферных механизмов. Переключение же развития на другой креод происходит при достижении дозы генотипического или средового воздействия порогового уровня. Подобные взгляды параллельно развивались и И.И. Шмальгаузенем [3]. Способность организма к развитию без нарушений и ошибок, то есть стабильность развития, является чувствительным индикатором состояния как естественных, так и искусственных популяций. Одним из способов оценки стабильности развития является определение величины флуктуирующей асимметрии билатеральных морфологических признаков.

При рассмотрении стабильности развития, оцениваемой по флуктуирующей асимметрии, речь идет об ошибках в развитии, которые будут минимальны при оптимальных условиях и максимальны при неоптимальных условиях. С этих позиций анализ флуктуирующей асимметрии позволяет получить интегральную оценку состояния организма при всем комплексе возможных воздействий, включая антропогенное загрязнение среды.

Цель настоящих исследований: оценка влияния промышленного загрязнения среды на

стабильность развития древесных интродуцентов – выходцев из Средиземноморской флористической области в условиях Республики Северная Осетия-Алания (РСО-А) (Центральный Кавказ – ЦК).

Объектом исследований послужили средиземноморские деревья и кустарники, искусственно выращиваемые в различных экологических условиях РСО-А. На ЦК эта группа древесных растений используется в озеленении очень давно, многие ее представители весьма декоративны, обладают лекарственными и другими хозяйственно ценными качествами. В ходе исследований была использована методика оценки стабильности развития растений, основанная на расчете флуктуирующей асимметрии листьев [2]. Оценка стабильности развития по каждому признаку сводится к оценке асимметрии. Это означает учет различий в значениях признака слева и справа. Для анализа были выбраны пластические признаки листа (ширина половинок листа, число жилок 2-го порядка, угол между главной жилкой и жилками второго порядка и др.) для каждого вида отдельные (5-7 признаков). При анализе комплекса морфологических признаков согласно методике были использованы интегральные показатели стабильности развития (средняя величина относительного различия между сторонами на признак).

РСО-А расположена на северном макросклоне Большого Кавказа, преимущественно в восточной части ЦК. Равнинная часть республики в диапазоне высот 100-500 м занимает 38% всей территории, низкогорная часть с высотами 500-1000 м занимает 23%, а оставшиеся 39% относятся к среднегорью и высокогорью. Климат РСО-А характеризуется относительно мягкой зимой – средняя температура января $-4,4^{\circ}\text{C}$, влажным летом – среднее годовое количество осадков 700-900 мм. Промышленность г. Владикавказ, где был собран материал для анализа,

Лавриненко Юлия Валерьевна, кандидат биологических наук, доцент кафедры фармацевтической химии и фармакогнозии. E-mail: lavriyuliya@yandex.ru

представлена предприятиями пищевой и лёгкой промышленности, машиностроения, цветной металлургии и др. На сегодняшний день металлургические предприятия производят наибольшие выбросы загрязняющих веществ в атмосферу по сравнению с остальными стационарными источниками выбросов. Завод «Электроцинк», созданный более 100 лет назад, перерабатывает полиметаллические руды, завод «Победит» производит продукцию из вольфрама и молибдена. В течение XX в. оба предприятия, включая накопившиеся отходы производства, оказались в центральной части г. Владикавказ. В тоже время велики выбросы от передвижных источников загрязняющих веществ, что связано с постоянно возрастающим количеством автотранспорта в республике, так, по данным Минприроды РСО-А, выбросы от автотранспорта в 2008 г. составили 156,59 тысяч тонн [1].

Оценка стабильности развития древесных интродуцентов проводилась нами в 2003-2009 гг. Изучались виды, давно и успешно выращиваемые на территории РСО-А, среди них рассматриваемые в данной статье представители средиземноморской флористической области: форзиция европейская (*Forsythia europaea* Deg. et Bald.), церсис европейский (*Cercis siliquastrum* L.), каштан посевной (*Castanea*

sativa Mill.). Рассмотрим показатели стабильности развития каждого вида отдельно.

Форзиция европейская – единственный европейский представитель рода. Происхождение – юго-восток Европы, а точнее, Балканский полуостров, где вид образует заросли по склонам гор. На ЦК широко используется в озеленении, сохраняет жизненную форму, присущую виду на родине – это кустарник высотой 3,5-4 м, зимостоек, но в холодные зимы верхушки побегов подмерзают, цветет и плодоносит. Проанализировано состояние кустарников ф. европейской, произрастающих в разных экологических условиях г. Владикавказ: выборка В₁ – экологически чистая зона в дендрарии на юго-западной окраине города у подножья горы Лысой, выборка В₂ – собиралась на улицах г. Владикавказ (в промышленной зоне, а также вдоль крупных автомобильных трасс). Для анализа было выбрано 6 морфологических признаков листа. Показатели асимметрии листа ф. европейской отличаются следующими особенностями: высоким коэффициентом вариации признаков, более выраженной асимметрией листьев в выборке В₂, кроме признаков №1 и №6, где показатели медики почти равны в обеих выборках (рис. 1).

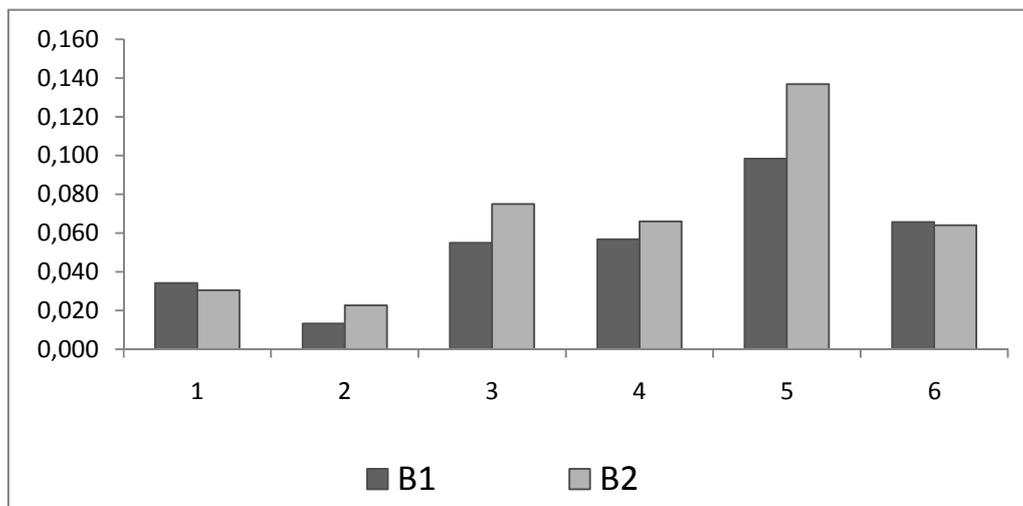


Рис.1. Сравнительные показатели флуктуирующей асимметрии листа *Forsythia viridissima* по признакам

Дальнейшей статистической обработке подлежал только интегральный показатель асимметрии листьев ф. европейской. Различия значений интегрального показателя стабильности развития между выборками достоверны (оценивали по t-критерию Стьюдента), что свидетельствует о существенном изменении состояния растений в районах, подверженных сильному антропогенному воздействию по сравнению с условным контролем.

Церсис европейский, или иудино дерево, в диком виде растет по каменистым склонам и на

известковых скалах в Южной Европе и Юго-Западной Азии, в озеленении городов ЦК встречается реже, чем ц. канадский из-за меньшей зимостойкости. Нами проанализировано состояние деревьев ц. европейского в выборках В₁ и В₂. Для анализа взяли 7 морфологических признаков листа. Статистическая обработка данных показала, что асимметрия признаков в основном больше выражена в выборке В₂. Различия значений интегрального показателя стабильности развития между выборками не достоверны.

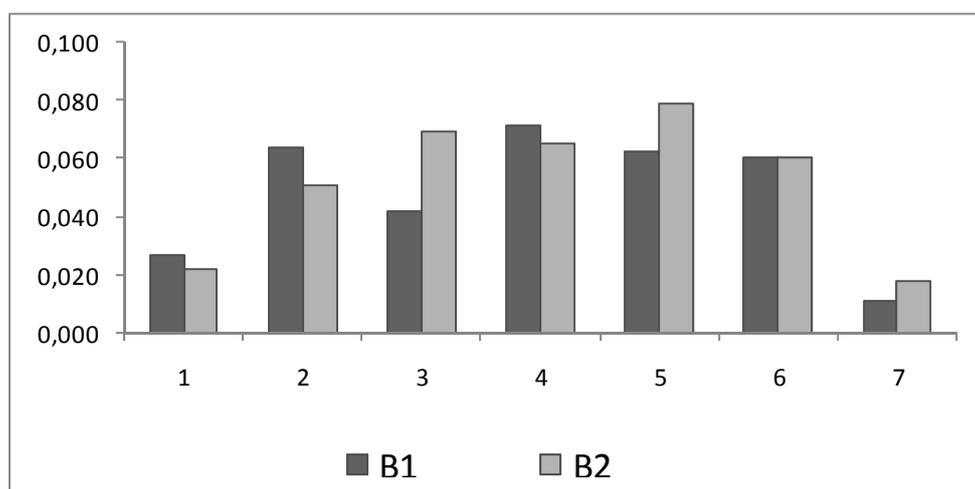


Рис.2. Сравнительные показатели флуктуирующей асимметрии листа *Cercis siliquastrum* по признакам

Каштан посевной – единственный представитель рода каштан, произрастающий на территории России и образующий естественные лесные массивы только на Черноморском побережье Кавказа (район Сочи). На Северном Кавказе культивируется в Краснодаре, Ставрополе, Кисловодске, Нальчике, Владикавказе. Проанализировано состояние деревьев к. посевного, произрастающих в разных экологических условиях г. Владикавказ: выборка В₁, выборка В₂. Нами также был собран материал из мест

естественного произрастания к. посевного на северной границе ареала этого вида (г. Сочи и его окрестности): выборка С₁ – экологически чистая зона (Субтропический ботанический сад Кубани); выборка С₂ – район, загрязненный выхлопами автотранспорта. Статистическая обработка данных показала, что внутри признаков асимметрия сильно варьирует, что одни признаки более чувствительны, чем другие, поэтому для сравнения выборок мы использовали только интегральный показатель (рис. 3).

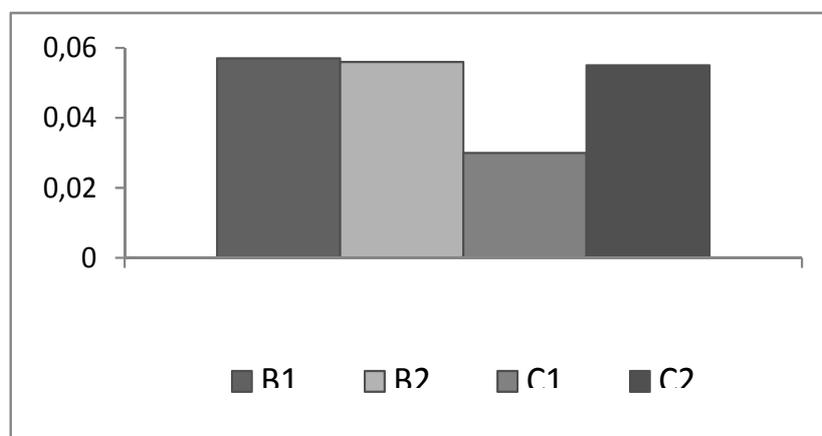


Рис. 3. Интегральные показатели флуктуирующей асимметрии листа *Castanea sativa* по выборкам

Из приведенных данных видно, что на стабильность развития к. посевного заметно влияет географическое место произрастания (различие интегральных показателей в выборках В₁ и С₁ достоверно), при этом асимметрия листьев в условиях интродукции практически равна асимметрии в загрязненном районе зоны естественного произрастания. В условиях интродукции показатели стабильности развития вида не меняются в условиях с разной антропогенной нагрузкой (различие интегральных показателей в выборках В₁ и В₂ не достоверно). Нельзя сказать, что загрязнение окружающей среды никак

не сказывается на состоянии этого вида, так как в выборках С₁ и С₂ интегральные показатели достоверно отличаются друг от друга. Очевидно, стабильность развития к. посевного меняется до определенного предела, в данном случае необходимо продолжение мониторинга. В таблице 1 приведены интегральные показатели флуктуирующей асимметрии листьев всех изученных видов во всех выборках. Достоверность различий средних арифметических интегрального показателя стабильности развития оценивали по t-критерию Стьюдента (таблица 2).

Таблица 1. Значения интегрального показателя флуктуирующей асимметрии листьев в выборках

Выборка	Интегральный показатель флуктуирующей асимметрии и его ошибка		
	Форзиция европейская	Церсис европейский	Каштан посевной
B ₁	0,054±0,002	0,061±0,009	0,057±0,007
B ₂	0,066±0,002	0,052±0,003	0,056±0,003
C ₁	–	–	0,030±0,005
C ₂	–	–	0,055±0,007

Примечание: В₁ – экологически чистая зона в дендрарии на юго-западной окраине г. Владикавказа; В₂ – улицы г. Владикавказа в промышленной зоне, а также вдоль крупных автомобильных трасс; С₁ – экологически чистая зона г. Сочи; С₂ – загрязненный выхлопами автотранспорта район г. Сочи

Таблица 2. Достоверность различий средних показателей флуктуирующей асимметрии листа в выборках (P=0,01)

t-тест	Виды, сравниваемые выборки					
	форзиция европейская	церсис европейский	каштан посевной			
	B ₁ -B ₂	B ₁ -B ₂	B ₁ -B ₂	B ₁ -C ₁	C ₁ -C ₂	B ₂ -C ₂
t-статистика	3,90	0,97	0,18	2,97	2,89	0,10
t-стандарт	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62	2,62

Выводы:

1. Исследование интродукционных популяций древесных растений на территории РСО-А (ЦК) позволило выявить разную степень нарушения стабильности развития видов при неблагоприятных воздействиях среды.

2. В изученной группе растений индикатором загрязнения окружающей среды может служить форзиция европейская.

3. Церсис европейский и каштан посевной, по нашим данным, менее чувствительны к загрязнению окружающей среды, их можно широко использовать для озеленения промышленной зоны и для создания защитных полос вдоль дорог.

1. Анализ деятельности Министерства охраны окружающей среды и природных ресурсов РСО-Алания и состояния окружающей среды в республике за 2005-2009 годы // Республика Северная Осетия-Алания: официальный портал. Владикавказ, 2009. Дата обновления: 26.11.2009. URL: <http://www.rso-a.ru/vlast/prircom/figures/index.php> (дата обращения: 08.05.2010).
2. Захаров, В.М. Здоровье среды: методика оценки / В.М. Захаров, А.С. Баранов, В.И. Борисов и др. – М.: Изд. Центра экологич. политики России, 2000. – 66 с.
3. Шмальгаузен, И.И. Избранные труды. Организм как целое в индивидуальном и историческом развитии. – М.: Наука, 1982. – 348 с.
4. Waddington, C.H. The strategy of genes // Allen and Unwin. – London, 1957. – 262 p.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

STABILITY OF DEVELOPMENT OF MEDITERRANEAN WOOD PLANTS IN CONDITIONS OF PLANT INTRODUCTION ON CENTRAL CAUCASUS

© 2010 Yu.V. Lavrinenko

North-Osetia State University named after K.L. Hetagurov, Vladikavkaz

In article results of estimation the stability of development of wood plants from Mediterranean floral region in conditions of anthropogenic pollution of Republic Northern Osetia-Alania (Central Caucasus) are presented. Stability of development was estimated on magnitude of fluctuating asymmetry of a leaf.

Key words: *stability of development, fluctuating asymmetry, wood introducents, Central Caucasus*