

УДК582.739:581.14(571.150)

**Оценка стабильности развития клевера белого (*Trifolium repens* L.)
в окрестностях г. Алейска (Алтайский край)**

**Estimation of stability of development of white clover (*Trifolium repens* L.)
in the vicinity of the city of Aleysk (Altai Krai)**

Г. Г. Соколова

G. G. Sokolova

Алтайский государственный университет, пр. Ленина, 61, Барнаул, 565049, Россия. E-mail: Dean@bio.asu.ru

Реферат. Проведен анализ фенотипического полиморфизма клевера белого. Выявлены различия по степени гетерогенности популяции и частоте встречаемости фена «без рисунка» при разных уровнях антропогенного воздействия. Проведена оценка стабильности развития клевера белого в природных и городских экосистемах по коэффициенту флуктуирующей асимметрии.

Summary. Phenotypic polymorphism of white clover was analyzed. Distinctions on a degree of heterogeneity of a population and frequency of occurrence of an “unmarked” phenotype at different levels of anthropogenous influence are revealed. The estimation of stability of development of white clover in natural and urban ecosystems was carried out at a rate of fluctuating asymmetry.

Сравнительные исследования изменений, происходящих в популяциях растений под влиянием антропогенного воздействия, перспективны в теоретическом и прикладном аспектах: с одной стороны, регистрируемые особенности организмов могут быть использованы для биоиндикации и мониторинга экосистем, с другой – для изучения микроэволюционных процессов в условиях техногенеза (Савинов, 1998).

При исследовании природных популяций травянистых растений успешно применяются фенетические методы, т. к. фены отражают определенные черты генотипа (Яблоков, Ларина, 1985). Степень реализации видового фенофона может служить индикатором уровня благоприятствования условий среды. Поскольку некоторые фены того или иного признака встречаются постоянно и с высокой частотой, а другие – непостоянно или с низкой частотой, можно оценить первую группу фенов как условную «норму» и рассматривать остальные фены как отклонения от условий нормы (аномалии).

Одной из характерных особенностей природных популяций клеверов является полиморфизм по признаку «наличие белого пятна на листовой пластинке». Рисунок у разных особей клевера может отличаться по расположению на листе, окраске, интенсивности проявления, размерам. На его выраженность оказывают влияние возраст, форма, относительный размер листьев (Камчатова, 1990). Форма седого рисунка на пластинках листа клевера белого и частота его встречаемости – индикатор загрязнения среды обитания.

Изучению природных популяций клевера белого (*Trifolium repens* L.) посвящен значительный ряд исследований. Исследовалась эколого-генетическая изменчивость клевера белого в природных популяциях Среднего Приобья (Махименко et al., 1993; Глотов, Максименко, 1995). Проводился анализ пространственной и возрастной структуры популяций в различных местообитаниях (Денисова, 1995). Проведен анализ генетического полиморфизма клевера белого методом количественного учета неоднородности популяций (Валиев, Яковлева, 2008). Выявлен большой полиморфизм листьев клевера белого в условиях городских экосистем (Камалтдинова, Соколова, 2009).

Характерной экологической особенностью клевера белого является то, что он очень хорошо адаптируется к широкому диапазону абиотических условий, с этим связано его широкое распространение на нарушенных территориях, где он развивается в условиях отсутствия конкуренции с другими видами и за счет генеративного размножения и образования большого количества семян.

Целью данной работы явилось изучение полиморфизма листьев и оценка стабильности развития клевера белого в окрестностях г. Алейска Алтайского края. Сбор растительного материала проводили в летний период времени 2012–2014 гг. Для оценки флуктуирующей асимметрии, учета и идентификации фено-

типов закладывались пробные площадки на участках, различающихся по степени и виду антропогенной нагрузки. Всего было обследовано 10 пробных площадок, с каждой из которых собрано не менее 100 экземпляров средних по размеру и неповрежденных листьев.

Для популяции клевера белого на каждой пробной площадке рассчитывались частоты встречаемости отдельных фенотипов, суммарная частота встречаемости всех форм с рисунком (индекс соотношения фенотипов). Величину флуктуирующей асимметрии листьев и стабильность развития клевера белого оценивали с помощью интегрального показателя – величины среднего относительного различия по морфологическим признакам. Коэффициент флуктуирующей асимметрии листьев клевера ползучего определяли по формуле, предложенной В.М. Захаровым (1996). По величине индекса соотношения фенотипов и значениям коэффициентов флуктуирующей асимметрии на исследуемой территории выделялись участки с повышенной антропогенной нагрузкой (табл. 1).

Таблица 1

Характеристика состояния окружающей среды по индексу соотношения фенотипов и коэффициенту флуктуирующей асимметрии

Классификация загрязнения среды	Индекс соотношения фенотипов, %	Коэффициент флуктуирующей асимметрии, баллы
Очень чистая	0–30	<0,0089
Чистая	30–45	0,0090–0,0220
Загрязненная	45–70	0,0220–0,0400
Очень грязная	70–100	>0,0400

Сравнительный анализ фенотипического разнообразия листьев клевера белого, произрастающего в условиях г. Алейска и природных экосистемах в его окрестностях, показал, что в целом популяции клевера характеризуются значительным фенотипическим разнообразием. По признаку «седого» пятна обнаружено 15 фенотипов (рис.), выявлено доминирование на всех площадках фена без рисунка, отмечено появление новых форм с частотой встречаемости 1–2 %. В зависимости от уровня загрязнения изменяется количество фенотипов от 4–5 до 12–14 и индекс соотношения фенотипов от 6–30 до 73–75 (табл. 2). Тенденция увеличения разнообразия фенотипов в условиях города связана с разнообразием и большей интенсивностью антропогенной нагрузки (постоянное скашивание газонов, вытаптывание, загрязнение воздушного бассейна города, накопление токсических элементов в городских почвах и др.). Оказывают влияние на фенотип изменения в городе таких экологических факторов, как свет, влажность, температурный режим почв и воздуха.

Таблица 2

Оценка качества окружающей среды в окрестностях г. Алейска

Классификация загрязнения среды	Количество фенотипов, шт.	Индекс соотношения фенотипов, %	Коэффициент флуктуирующей асимметрии, баллы
Очень чистая	4–5	6–30	0,0018–0,0037
Чистая	6–8	31–43	0,0091–0,0190
Загрязненная	9–11	45–68	0,0250–0,0320
Очень грязная	12–14	73–75	0,0410–0,0510

Сравнительный анализ значений коэффициента флуктуирующей асимметрии листьев клевера белого показал, что коэффициент флуктуирующей асимметрии изменяется от 0,0018–0,0037 до 0,0410–0,0510 в зависимости от уровня загрязнения окружающей среды, наибольшее значение коэффициента отмечено для участков произрастания клевера, расположенных вблизи автомагистралей с интенсивным движением транспорта.

Таким образом, клевер белый можно использовать в качестве биоиндикатора для оценки качества окружающей среды и уровня антропогенного воздействия в городских экосистемах, так как на антропогенно нарушенных территориях естественный отбор и мутации генов приводят к увеличению коэффициента флуктуирующей асимметрии, фенотипического разнообразия и частоты встречаемости отдельных фенотипов. Кроме того, в условиях антропогенного воздействия появляются новые формы фенотипов, свойственные исключительно для городских экосистем.

ЛИТЕРАТУРА

Валиев Р. Р., Яковлева О. М. Сравнительная характеристика наследственного полиморфизма по признаку «седого» пятна на листьях растений в популяциях *Trifolium repens* на территории г. Уфы и некоторых районов республики Башкортостан // Вестник Башкирского университета, 2008. – Т. 13, № 2. – С. 273–276.

Глотов Н. В., Максименко О. Е., Орлинский Д. Б. Эколого-генетическая изменчивость клевера белого (*Trifolium repens* L.) в природных популяциях Среднего Приобья // Экология, 1995. – № 5. – С. 344–346.

Денисова Л. Н. Пространственная и возрастная структура популяций *Trifolium repens* (Fabaceae) в различных местообитаниях // Бот. журн., 1995. – № 4. – С. 18–25.

Захаров В. М. Феногенетический аспект исследования природных популяций // Фенетика популяций. – М.: Наука, 1982. – С. 47–54.

Камалтдинова Г. Т., Соколова Г. Г. Полиморфизм *Trifolium repens* L. по «маркерному листу» в различных местообитаниях // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии: Материалы VIII междунар. научно-практ. конф. – Барнаул, 2009. – С. 407–410.

Камчатова И. Е. Внутрипопуляционный генетический полиморфизм у клеверов (*Trifolium*) // Фенетика природных популяций: Материалы IV Всесоюзного совещания (Борок, ноябрь 1990 г.). – М.: Ин-т биологии развития им. Н.К. Кольцова АН СССР, 1990. – С. 106–108.

Савинов А. Б. Анализ фенотипической изменчивости одуванчика лекарственного (*Taraxacum officinale* Wigg.) из биотопов с разными уровнями техногенного загрязнения // Экология, 1998. – № 5. – С. 362–365.

Яблоков А. В., Ларина Н. И. Введение в фенетику популяций. Новый подход к изучению природных популяций. – М.: Высшая школа, 1985. – 159 с.

Maximenko O. E., Chumashkaev A. N., Glotov N. V. Population structure of white clover (*Trifolium repens* L.) in North-Western Russia and Western Siberia // Вид и его продуктивность в ареале. – СПб.: Гидрометеоздат, 1993. – С. 359–361.