

ПОЛОВОЙ ДИМОРФИЗМ ЦВЕТКОВЫХ РАСТЕНИЙ С ПОЗИЦИИ ГЕНЕТИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ В.А. ГЕОДАКЯНА

Рассматривается значение генетико-экологической теории дифференциации полов В.А. Геодакяна с точки зрения устойчивости мужских и женских растений к неблагоприятным условиям среды.

Явление полового диморфизма проявляется в существовании морфофизиологических различий между мужскими и женскими растениями двудомных видов. Его характеризует разность средних значений признака для мужского и женского организмов. Этот вид полиморфизма относится к различным проявлениям жизнедеятельности растений. Существуют различные аспекты изучения данного явления, но, вероятно, наибольший интерес представляет анализ степени устойчивости мужских и женских растений к тем или иным условиям произрастания.

Генетико-экологическая теория дифференциации полов В.А. Геодакяна и ее дальнейшее развитие

Теория дифференциации полов [2] сформулирована В.А. Геодакяном с позиции кибернетики (теория информации), а объектами исследования избраны животные организмы. Кибернетический взгляд на проблему пола у животных позволил объяснить с единой точки зрения многие непонятные явления: целесообразность дифференциации полов, избыточное рождение и повышенную смертность особей мужского пола, большее разнообразие самцов, адаптивные изменения соотношения полов в популяции и др. [3, 4]. По нашему мнению, сделанные выводы и их следствия, несомненно, имеют общеприкладное значение и применимы

к растительным организмам. На расширение круга рассматриваемых явлений, связанных с проблемой пола у живых организмов, и в частности растений, неоднократно обращал внимание сам автор [3]. Его предположения о регуляторной роли пыльцы растений актуальны и нуждаются в подтверждении.

Концепция дифференциации полов основана на положении о том, что всякая биологическая система в своем развитии должна сбалансировать две тенденции: сохранение и изменение. Реализуя первую из них, система должна быть стабильной и неизменной, т.е. в информационном смысле находится "дальше" от влияния экстремальных факторов среды. Однако эти факторы сообщают системе полезную информацию об изменениях среды. Реализация второй тенденции, т.е. изменение системы адекватно факторам среды, требует от нее быть "ближе" к действию этих факторов. Наиболее конструктивным решением этой проблемы, согласно В.А. Геодакяну, оказывается разделение системы на две сопряженные подсистемы, одна из которых находится "ближе" к среде, а другая — "дальше" от нее.

Представим природную или интродукционную популяцию какого-либо вида как систему. В таком случае получение информации от среды сводится для системы в конечном счете к гибели одних особей, отсутствию способности к размножению у других и к усиленному размножению третьих,

наиболее устойчивых к влиянию данной среды. В результате такой перестройки популяция "выходит" из-под влияния вредного для неё фактора среды, т.е. эволюционирует. Однако, для того чтобы популяция вовремя чувствовала приближение фронта опасного (экстремального) фактора, какая-то ее часть должна находиться в контакте с этим фактором и платить за полученную информацию своей смертью. Эту роль в процессе биологической эволюции взял на себя мужской пол, отличающийся повышенной чувствительностью к факторам среды. По мнению В.А. Геодакяна, главной эволюционной задачей мужского пола является связь со средой, получение и передача от последней новой генетической информации, а женского пола — сохранение этой информации и закрепление в новых поколениях. Поэтому соотношение полов в популяции оказывается одним из наиболее важных ее параметров.

Всеобщность и универсальность теории дифференциации полов и её значение в интродукции и селекции растений проще всего подтвердить на примере раздельнополых особей в интродукционных или природных популяциях. Изначально данная теория оперировала только основными характеристиками раздельнополой популяции животных и человека: дисперсия полов (разнообразие), соотношение полов (доля мужских и женских особей) и половой диморфизм (разность средних значений признака для мужского и женского пола). В качестве объектов исследования могут быть рассмотрены и однодомные растения с гермафродитными цветками (функции мужского и женского пола выполняют соответствующие элементы цветка — андроцей и гинецей).

Рассмотрим некоторые следствия теории дифференциации полов применительно к растительным организмам.

У растений цветение является основным процессом, в котором проявляется дифференциация полов. Его биологическая сущ-

ность заключается в созревании пыльников и рылец и опылении с последующим оплодотворением. Опыление — это единственный канал информационной связи отдельных особей и экологических факторов. Естественно предположить, что пыльца растений — это важный информационный и регулирующий фактор в системе "растение — среда". Вероятно, пыльца — это тот неспецифический фактор, который переводит экологическую информацию в физиологическую, приводя в действие соответствующие регуляторные механизмы.

Рассмотренный нами путь передачи экологической информации, вытекающий из теории дифференциации полов, дублирует сложившиеся традиционные представления о механизме влияния экологических факторов на организм. Это дублирование свойственно природе и является одним из проявлений системы надежности растений, концептуальные основы которой заложены в трудах Д.М. Гродзинского [5, 6].

Представим себе гипотетическую картину ареала популяции какого-либо двудомного (или перекрестноопыляющегося) вида и его распределения в этом пространстве. В центре ареала имеются более оптимальные условия, на его периферии — более экстремальные. Очевидно, что в центре ареала плотность популяции максимальна, а на его границе — минимальна. В связи с этим, в центре ареала количество пыльцы, попадающее на рыльце женского цветка, будет в среднем всегда большим, чем на периферии ареала (речь идёт о пыльце своего вида). В экстремальных условиях (граница ареала, минимальная плотность популяции), согласно теории дифференциации полов, в первую очередь гибнут мужские растения, что приводит к уменьшению количества пыльцы как мужского элемента.

Изложенные представления свидетельствуют о том, что количество пыльцы несет информацию женскому цветку о плотности популяции, соотношении полов вокруг него, его местонахождении в ареале (в центре

или на периферии), оптимальных или экстремальных условиях среды. Получение большого количества пыльцы всегда сопровождается получением информации о благоприятных условиях среды и требует производства большего количества женских потомков с малой фенотипической дисперсией. Получение малого количества пыльцы, наоборот, сигнализирует о неблагоприятных условиях: это бывает либо на границе ареала, где сильно снижена плотность популяции, либо в центре при возникновении там экстремальных условий. Эти случаи требуют производства большего числа мужских потомков с большой фенотипической дисперсией, чтобы форсировать поиск эволюционных путей развития.

Можно сделать вывод, что малое количество пыльцы всегда сопутствует "плохим", или экстремальным условиям, а большое — "хорошим", или оптимальным условиям. Эта гипотетическая картина дает представление об экологической и регуляторной роли пыльцы.

Применительно к интродукции растений можно предположить, что генетический поток информации (от поколения к поколению) главным образом реализует женский пол, а экологический (от среды к организму) — мужской. Более широкая наследственная норма реакции женского пола обеспечивает ему лучшие приспособительные свойства в новых условиях, т.е. речь может идти о большей интродукционной способности этих особей. Наоборот, узкая норма реакции мужского пола делает его менее пластичным в новых условиях и подвергает его опасности большей элиминации. Таким образом, в интродукции растений, которую мы рассматриваем как эколого-географическую проблему, развитие представлений теории дифференциации полов представляет интерес для анализа результатов переселения растений, оценки их устойчивости в новых условиях [1].

В селекционной работе необходимо искусственно создавать условия периферии

природного ареала, т.е. опылять растения малым количеством пыльцы и создавать им, по возможности, экстремальные условия. На практике большинство селекционеров поступают противоположным образом. Это, согласно изложенным представлениям, ухудшает шанс получить новые формы или сорта. Поиск минимального, но достаточного количества пыльцы осуществляют экспериментальным путем. Количество пыльцы зависит от эколого-биологических особенностей вида растений.

Для сохранения генофонда растений в коллекциях ботанических садов следует поступить противоположным образом: опылять растения большим количеством пыльцы и создавать им оптимальные условия центра ареала. Это приведёт к уменьшению изменчивости растений и обеспечит максимальное сохранение определенного генотипа.

Проверка описанных представлений частично осуществлена авторами данной статьи во время экспедиционных исследований водных и прибрежно-водных растений. Изучение половой структуры стрелолиста обыкновенного (*Sagittaria sagittifolia* L.) показало, что соотношение тычиночных и пестичных цветков этого однодомного растения меняется в зависимости от степени загрязнения воды и силы течения. Структура соцветия является чрезвычайно изменчивым признаком, который отображает соответствие экологических условий биологическим особенностям растений. Половая дифференциация цветков в соцветии является индикатором изменения условий существования растений. В местах сброса сточных вод и при сильном течении всегда доминировали особи с преобладанием женских цветков [7—9]. Высокая лабильность структуры соцветия *Sagittaria sagittifolia* позволяет использовать этот вид для мониторинга среды [7, 9].

По нашему мнению, экологический смысл разделения полов состоит в повышении адаптированности популяций к сложным

условиям среды. Но строго двудомные виды не имеют в этом смысле большой перспективы, хотя в целом они, по-видимому, экологически более лабильны, чем гермафродитные растения. Популяции гиноди-, гиномоно- и андромоноэцичных растений, у которых сохраняется возможность самоопыления и, следовательно, закрепления новых форм, имеют, с одной стороны, больший, чем гермафродитные виды, приспособительный потенциал (в силу своей раздельнополости), а с другой — большие эволюционные возможности для адаптации (так как у них разделение полов не полное).

Таким образом, применение гипотезы В.А. Геодакяна о структуре эволюционирующих систем к популяциям раздельнополых растений позволяет объяснить факты преобладания мужских особей в более аридных местообитаниях. Мужские растения, являясь авангардом раздельнополой популяции, занимают новые местообитания, быстро приспособляются к ним и передают новые свойства следующим поколениям. Однако более полное закрепление новых приспособительных особенностей, по-видимому, происходит в популяциях не строго двудомных, а гиноди-, гиномоно- и андромоноэцичных видов растений.

1. Булах П.Е., Недвига О.Н., Худченко Л.Н. Количество пыльцы как фактор передачи экологической информации // Бюл. Никит. ботан. сада. — 2001. — Вып. 82. — С. 17—19.

2. Геодакян В.А. Роль полов в передаче и преобразовании генетической информации // Проблемы передачи информации. — 1965. — 1, № 1. — С. 105—112.

3. Геодакян В.А. Половой диморфизм и "отцовский эффект" // Журн. общ. биол. — 1981. — 42, № 5. — С. 657—668.

4. Геодакян В.А. Дальнейшее развитие генетико-экологической теории дифференциации полов // Математические методы в биологии: Тр. 2-й респ. конф. — К.: Наук. думка, 1983. — С. 46—61.

5. Гродзинский Д.М. Системы надежности растительных организмов // Системы надежности клетки. — К.: Наук. думка, 1977. — С. 17—29.

6. Гродзинский Д.М. Надежность биологических систем и эволюция // Надежность клеток и тканей. — К.: Наук. думка, 1980. — С. 6—15.

7. Надворний В.Г., Булах П.Е. Охорона водняних і прибережно-водняних рослин річок Сули і Удаю // Охорона, вивчення і збагачення рослинного світу. — 1990. — Вип. 17. — С. 10—13.

8. Попиль Н.І. Біоіндикаційне значення статевої структури суцвіть *Sagittaria sagittifolia* L. // Актуальні питання ботаніки та екології: Матеріали конференції молодих учених-ботаніків. — 2004. — С. 72—73.

9. Попиль Н.І. Статева структура суцвіть *Sagittaria sagittifolia* L. як індикатор забруднення середовища // Актуальні питання ботаніки та екології: Зб. наук. праць. — Вип. 1. — 2005. — С. 74—77.

Рекомендував до друку П.А. Мороз

Н.І. Попиль, П.Е. Булах

Національний ботанічний сад ім. М.М. Гришка НАН України, Україна, м. Київ

СТАТЕВИЙ ДИМОРФІЗМ КВІТКОВИХ РОСЛИН З ПОЗИЦІЇ ГЕНЕТИКО-ЕКОЛОГІЧНОЇ ТЕОРІЇ В.А. ГЕОДАКЯНА

Розглядається значення генетико-екологічної теорії диференціації статей В.А. Геодакяна з точки зору стійкості чоловічих і жіночих рослин до несприятливих умов середовища.

N.I. Popil, P.E. Bulakh

M.M. Gryshko National Botanical Gardens, National Academy of Sciences of Ukraine, Ukraine, Kyiv

SEXUAL DIMORPHISM OF FLORAL PLANTS FROM THE POSITION OF THE GENETICAL AND ECOLOGICAL THEORY OF V.A. GEODAKJAN

The value of genetical and ecological sexual differentiation theory of V.A. Geodakjan from the point of view of male and female plants stability to unfavourable environment is examined.