
ДИНАМИКА ПРОНИЦАЕМОСТИ КЛЕТОЧНЫХ МЕМБРАН В ОНТОГЕНЕЗЕ МЕЗОФИТОВ И ГИГРОФИТОВ В ИЗМЕНЯЮЩЕЙСЯ СРЕДЕ

Е.А. Алябышева, О.Л. Воскресенская

Биолого-химический факультет
Марийский государственный университет
ул. Осипенко, 60, Йошкар-Ола, Россия, 424002

В условиях изменения увлажнения среды исследовали проницаемость клеточных мембран наземных и подземных органов мезофитов и гигрофитов в онтогенезе. В работе использовались растения, находящиеся в шести онтогенетических состояниях. Полученные результаты позволяют описать разные варианты онтогенетической адаптации у растений, произрастающих в условиях умеренного и повышенного увлажнения среды, и выявить зависимость между динамикой скорости выхода электролитов и низкомолекулярных веществ и содержанием калия в растительных тканях.

К настоящему времени на основе представлений об онтогенезе как индивидуальном развитии организма сформулирована концепция дискретного описания онтогенеза и предложены признаки-маркеры для выделения онтогенетических состояний растений разных жизненных форм. Одной из наиболее актуальных проблем современной экологии растений является изучение онтогенетических эколого-физиологических адаптаций растений в изменяющейся среде.

Целью данной работы являлось исследование скорости выхода электролитов и низкомолекулярных веществ из тканей растений, находящихся в различных онтогенетических состояниях и произрастающих в различных условиях увлажнения среды.

Объектами исследований были валериана лекарственная (*Valeriana officinalis* L.) и синюха голубая (*Polemonium caeruleum* L.), произрастающие в условиях умеренного увлажнения почвы (Агробиостанция Марийского госуниверситета, г. Йошкар-Ола); стрелолист обыкновенный (*Sagittaria sagittifolia* L.) и частуха подорожниковая (*Alisma plantago-aquatica* L.), произрастающие на влажных непросыхающих почвах (окрестности оз. Яльчик, национальный парк «Марий Чодра»).

Основываясь на концепции дискретного описания онтогенеза [1], были описаны полные онтогенезы *Alisma plantago-aquatica*, *Polemonium caeruleum*, *Sagittaria sagittifolia* и *Valeriana officinalis* [2]. Под онтогенетическими состояниями понимали узловые моменты развития, отличающиеся особенностями морфогенеза, энергетических и метаболических процессов, воспроизведения и размножения. В работе были проанализированы подземные и надземные органы ювенильных (j), иматурных (im), виргинильных (v), молодых генеративных (g₁), средневозрастных генеративных (g₂) и старых генеративных (g₃) растений.

Определение проницаемости клеточных мембран проводили кондуктометрическим методом. О проницаемости клеточных мембран судили по величине электропроводности растворов, которая зависела от количества электролитов в диффузиантах растительных тканей [5]. Калий определяли на пламенном фото-

метре. Статистическую обработку данных проводили с помощью программы «STATISTIKA 6.0». Достоверность различий обсуждалась при 5-процентном уровне значимости.

Оводненность растений сильно зависит от их анатомо-морфологических особенностей, которые определяются в первую очередь условиями увлажнения среды. Мезофиты произрастают при среднем увлажнении и способны в определенных пределах регулировать потерю воды. Для гигрофитов, произрастающих в условиях повышенной влажности воздуха и часто на влажных почвах, характерно низкое осмотическое давление клеточного сока и незначительная водоудерживающая способность.

Выбор растением стратегии адаптации к изменяющимся условиям среды зависит от многих факторов, и лишь онтогенетические адаптации обеспечивают выживание данного индивида.

У *Polemonium caeruleum* и *Valeriana officinalis* в онтогенезе было выявлено два максимума скорости выхода электролитов и низкомолекулярных веществ из растительных тканей листьев и придаточных корней, приходящиеся на j- и g₁-онтогенетическое состояние (критерий χ^2 , P < 0,05) (схема 1).

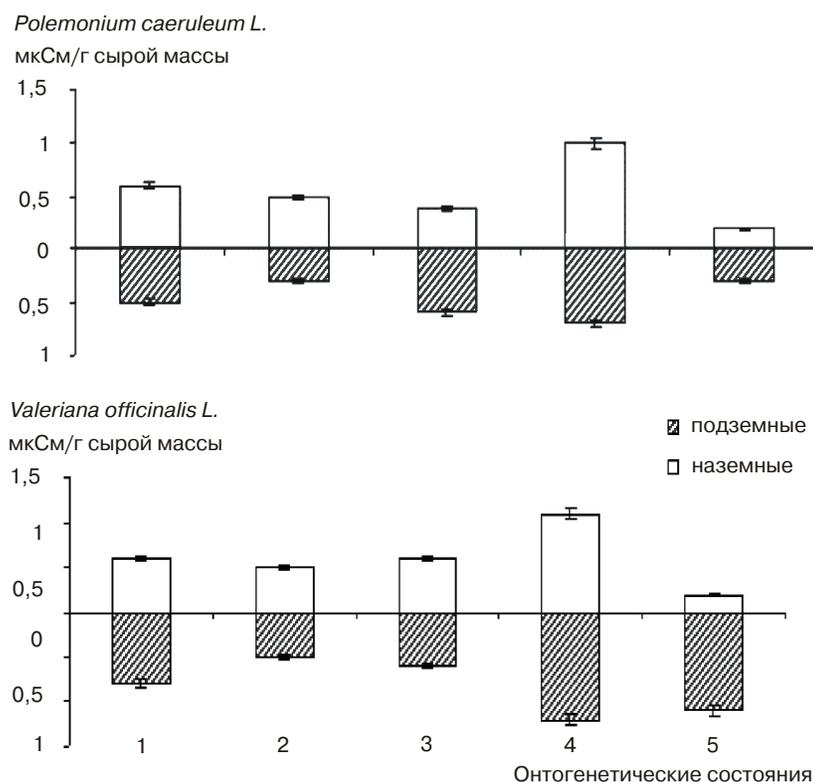


Схема 1. Изменение скорости выхода электролитов и низкомолекулярных веществ из растительных тканей в онтогенезе мезофитов:

1 — j, 2 — im, 3 — v, 4 — g₁, 5 — g₂ онтогенетическое состояние

Возможно, у исследуемых мезофитов в средневозрастном генеративном состоянии при формировании репродуктивных органов возникали новые точки аб-

сорбции для поглощенных ионов, усилилось включение неорганических ионов в различные клеточные структуры, и, как следствие, возростала проницаемость клеточных мембран. В ходе онтогенеза мезофитов было выявлено, что скорость выхода электролитов и низкомолекулярных веществ из растительных тканей *Polemonium caeruleum* была в 1,2—1,5 раза ниже, чем у особей *Valeriana officinalis*.

Всех гидрофитов объединяет отсутствие приспособлений, ограничивающих расход воды. Как показали результаты исследований, j-особи *Alisma plantago-aquatica* и *Sagittaria sagittifolia* характеризовались минимальной вымываемостью ионов, в дальнейшем скорость выхода электролитов и низкомолекулярных веществ из растительных тканей как подземных, так и наземных органов увеличивалась. У молодых генеративных особей *Alisma plantago-aquatica* и средневозрастных генеративных особей *Sagittaria sagittifolia* вымываемость ионов из растительных тканей была максимальной (схема 2). При переходе особей в *Sagittaria sagittifolia* в g₂-, *Alisma plantago-aquatica* в g₃-онтогенетическое состояние скорость выхода электролитов и низкомолекулярных веществ из растительных тканей уменьшалась на 14—20%.

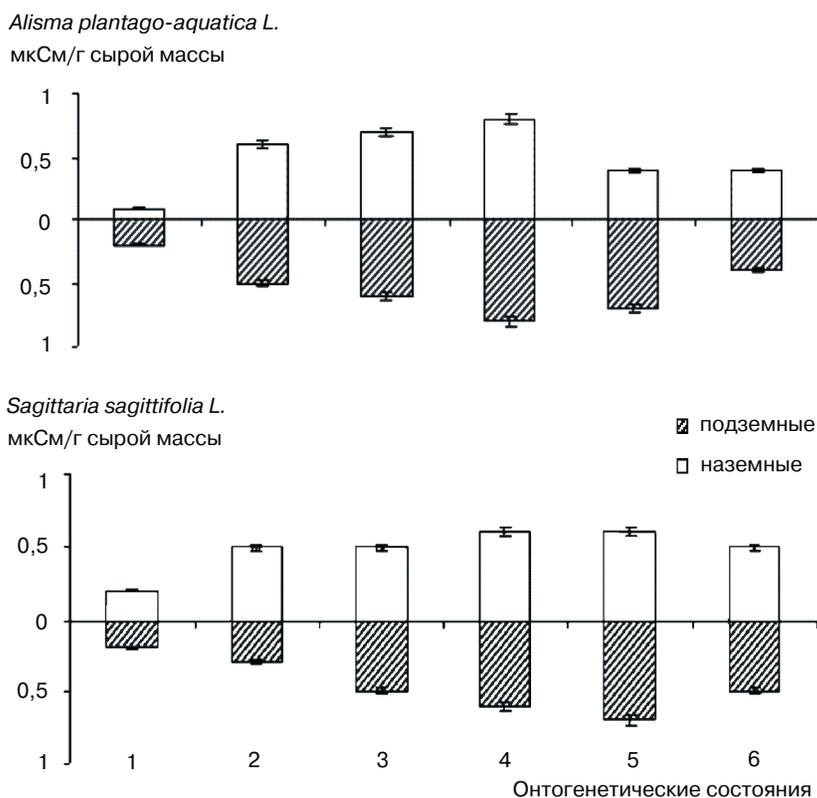


Схема 2. Изменение скорости выхода электролитов и низкомолекулярных веществ из растительных тканей в онтогенезе гидрофитов:

1 — j, 2 — im, 3 — v, 4 — g₁, 5 — g₂, 6 — g₃ онтогенетическое состояние

Основным ионом, вымываемым из растительных тканей, является калий. Калий увеличивает гидрофильность протоплазмы, благоприятствует сохране-

нию нормального состояния структуры протопласта, содействует стабилизации мембран, обеспечивает благоприятные условия для протекания в клетке синтетических процессов. Калий активизируют процессы передвижения ассимилятов из листьев в репродуктивные органы, играет важную роль в азотном обмене.

Содержание калия в растительных тканях мезофитов составляет 0,4—2,9% сухой массы. Для мезофитов установлено существование положительной корреляции между содержанием калия в растительной клетке и значением проницаемости клеточных мембран [7].

В ходе исследований было отмечено, что у гигрофитов калий концентрировался в растущих тканях с интенсивным обменом (j-онтогенетическое состояние). У генеративных особей *Alisma plantago-aquatica* и *Sagittaria sagittifolia* содержание калия в растительных тканях уменьшалось (схема 3). Снижение концентрации калия как в листьях, так и придаточных корнях растений, по-видимому, связано с его вторичной миграцией в генеративные побеги, корневища или клубни.

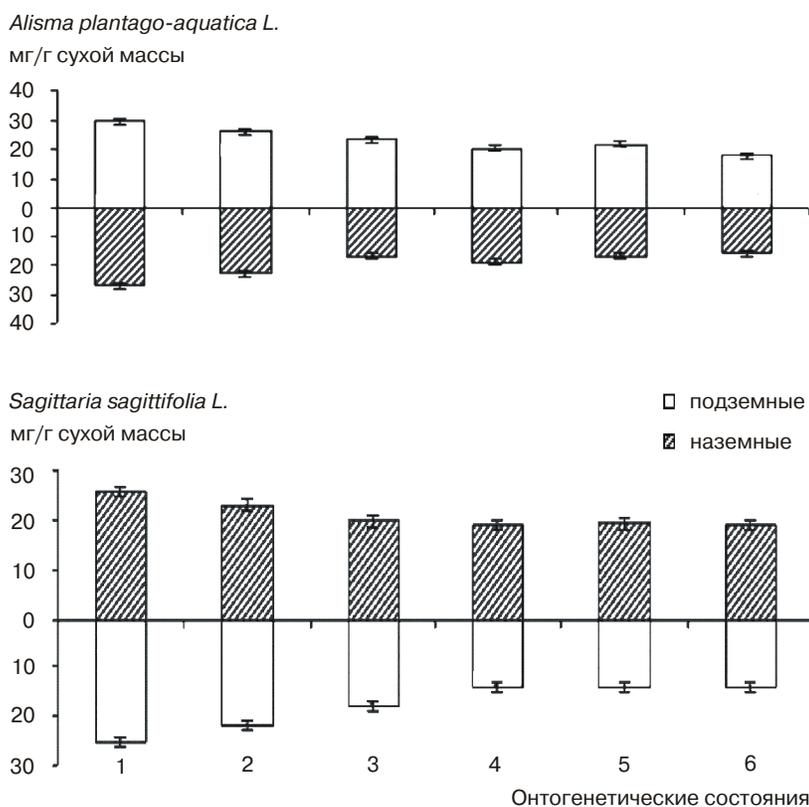


Схема 3. Изменение содержания калия в растительных тканях в онтогенезе гигрофитов: см. схему 2

Таким образом, каждый исследуемый этап онтогенеза мезофитов и гигрофитов соответствует определенному морфо-физиологическому состоянию особей. Изменение скорости выхода электролитов, низкомолекулярных веществ и калия из растительных тканей отражают направленность метаболических процессов, протекающих у растений на разных этапах онтогенеза.

Онтогенетические адаптации растений, произрастающих в среде с различными условиями увлажнения, определяются их индивидуальными особенностями метаболизма и скоростью протекания биохимических реакций. Выбор наземными и прибрежно-водными растениями определенного варианта онтогенетических стратегий адаптации обеспечивает выживание данного вида и направлен на реализацию полного онтогенеза особей в изменившихся условиях.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 07-04-96619 «Эколого-физиологические адаптации растений в условиях городской среды» и научно-исследовательской работы по тематическому плану Федерального агентства по образованию «Исследование функциональных особенностей биосистем в изменяющейся среде».

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Жукова Л.А. Популяционная жизнь луговых растений. — Йошкар-Ола: РИИК «Ланар», 1995.
- [2] Онтогенетический атлас лекарственных растений. — Йошкар-Ола, 1997. — Т. 1.
- [3] Алябышева Е.А., Жукова Л.А., Воскресенская О.Л. Онтогенез стрелолиста стрелолистного (*Sagittaria sagittifolia* L.) / Онтогенетический атлас лекарственных растений.— Йошкар-Ола, 2000. — Т. 2. — С. 116—123.
- [4] Алябышева Е.А., Жукова Л.А., Воскресенская О.Л. Онтогенез частухи подорожниковой (*Alisma plantago-aquatica* L.) / Онтогенетический атлас лекарственных растений.— Йошкар-Ола, 2000. — Т. 2. — С. 123—130.
- [5] Воскресенская О.Л., Гужова Н.В., Аксенова В.А. Влияние избытка цинка в среде роста на свойства клеточных мембран растений овса // Биол. науки. — 1991. — № 4. — С. 80—89.
- [6] Большой практикум по физиологии растений / Чернавина И.А. и др. — М.: Высшая школа, 1978.
- [7] Вахмистров Д.Б., Воронцов В.А. Соотношение элементов минерального питания в среде и рост растений // Физиология растений. — 1994. — Т. 41. — № 1. — С. 56—63.

DYNAMICS OF PERMEABILITY CELLULAR MEMBRANES IN ONTOGENESIS OF MESOPHYTE AND HYGROPHYTE PLANTS IN THE CHANGING ENVIRONMENT

E.A. Aljabysheva, O.L. Voskresenskaja

Biology-chemical faculty, Mari state university
Osipenko str., 60, Yoshkar Ola, Russia, 424002

Investigated the permeability of cellular membranes of ground and underground bodies of mesophyte and hygrophyte plants in ontogenesis in conditions of humidifying change of environment. The plants in six ontogenesis conditions were used in work. The received results allow to describe different variants ontogenesis adaptations at the plants growing in conditions of moderate and increased humidifying of environment and to reveal dependence between dynamics of speed of an electrolits output and low-molecular substances and the maintenance kalium in vegetative fabrics.