

УДК 575.8

Асланян К.А.

Студентка 2 курса факультета агрономии и экологии

ФГБОУ ВО Кубанский государственный аграрный университет имени

И.Т. Трубилина

Россия, Краснодар

**КАРЛИКОВЫЕ И ГИГАНТСКИЕ ФОРМЫ: РОЛЬ ГЕНОВ DELLA И
ГИББЕРЕЛЛИНОВ В ЭВОЛЮЦИИ ЖИЗНЕННЫХ ФОРМ
ПОКРЫТОСЕМЕННЫХ**

Аннотация: В статье рассматривается роль генов DELLA и гиббереллинов в формировании карликовых и гигантских жизненных форм покрытосеменных. Анализируется молекулярный механизм регуляции роста, взаимодействие гормональных сигналов с экологическими условиями, а также значение изменения экспрессии, чувствительности и деградации DELLA для эволюции архитектуры различных видов покрытосеменных растений.

Ключевые слова: DELLA, гиббереллины, покрытосеменные, регуляция роста, карликовость, гигантизм, эволюция.

K.A. Aslanyan

Second-year student, Faculty of Agronomy and Ecology

Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin

Russia, Krasnodar

***DWARF AND GIANT FORMS: THE ROLE OF DELLA GENES AND
GIBBERELLINS IN THE EVOLUTION OF LIFE FORMS IN
ANGIOSPERMS***

Abstract: The article examines the role of DELLA genes and gibberellins in the formation of dwarf and giant life forms in angiosperms. It analyzes the molecular mechanism of growth regulation, the interaction of hormonal signals with environmental conditions, and the significance of changes in DELLA expression, sensitivity, and degradation for the evolution of plant architecture across different angiosperm species.

Keywords: DELLA, gibberellins, angiosperms, growth regulation, dwarfism, gigantism, evolution.

Рост растения зависит не только от количества доступных ресурсов. Особенно хорошо это видно на примере гиббереллинов и белков DELLA, которые образуют один из центральных регуляторных модулей роста покрытосеменных. Гиббереллины стимулируют удлинение побегов, деление и растяжение клеток. DELLA-белки, напротив, ограничивают рост. При низкой активности гиббереллинов DELLA накапливаются и подавляют транскрипционные факторы, связанные с ростовыми процессами. При повышении уровня активных гиббереллинов запускается их связывание с рецептором GID1. Образовавшийся комплекс взаимодействует с белками DELLA, после чего они направляются на убиквитинирование и деградацию через протеасомную систему. Тормоз снимается. Такая схема выглядит простой, но именно её изменения могли способствовать возникновению сильно различающихся жизненных форм. Компактные альпийские растения, например, сохраняют низкорослость при условиях, где ветер, холод и короткий вегетационный период делают вытянутый побег невыгодным. Тропические лианы, наоборот, быстро наращивают длину стебля и используют соседние растения как опору.

Материалом для научной работы стали опубликованные данные по молекулярной генетике гиббереллинового сигнального пути и

сравнительной морфологии покрытосеменных. Использовались результаты генетических экспериментов с мутантами DELLA и GA-сигналинга, данные по экспрессии генов, а также сведения о строении и росте побегов у растений разных экологических групп. После попадания в клетку гиббереллин связывается с рецептором GID1. При наличии активного гиббереллина комплекс GID1–GA–DELLA распознаётся SCF-E3 убиквитин-лигазой с участием белков SLY1 или GID2. DELLA получает цепь убиквитина и направляется в 26S-протеасому. После деградации репрессора высвобождаются транскрипционные факторы, включая представители семейства PIF, а также другие регуляторы клеточного роста. Для сравнения жизненных форм учитывались высота растения, длина междоузлий, угол ветвления, толщина стебля и характер размещения листьев. Генетический анализ включал сравнение последовательностей DELLA, рецепторов GID1 и генов биосинтеза или инактивации гиббереллинов.

Сопоставление генетических и морфологических данных показывает, что система DELLA–гиббереллины хорошо подходит для объяснения контрастов в архитектуре растений. При недостатке активных гиббереллинов DELLA накапливаются. Клетки побега слабее растягиваются, междоузлия остаются короткими, растение приобретает компактную форму. Похожий фенотип возникает при мутациях, нарушающих восприятие гиббереллина. Классические генетические эксперименты с карликовыми мутантами кукурузы, риса и гороха показали связь между ростом и генами гиббереллинового пути. Изменения в синтезе гормона или его передаче приводят к резкому сокращению длины стебля. Обратный эффект наблюдается при снижении активности DELLA. Растение становится выше, а междоузлия удлиняются. Для альпийских растений компактность имеет вполне конкретное значение. Низкая высота

уменьшает воздействие ветра и механические повреждения. Короткие междоузлия позволяют формировать плотную розетку или подушкообразную структуру. Здесь гормональная система работает вместе с условиями среды. Низкая температура, недостаток азота и ограниченная продолжительность сезона способны менять метаболизм гиббереллинов. Растение получает сигнал, при котором удлинение побега перестаёт быть приоритетом. Стабильность DELLA возрастает, рост замедляется. Тропические лианы демонстрируют противоположную стратегию. Их стебель быстро увеличивается в длину, а механическая опора частично переносится на соседние растения. Удлинение междоузлий становится выгодным. Лиана быстрее достигает освещённого яруса леса, не затрачивая столько биомассы на самостоятельное формирование толстого ствола.

Система гиббереллинов и DELLA занимает центральное место в регуляции длины побега у покрытосеменных. Гиббереллины снимают торможение, связываясь с рецептором GID1 и запуская деградацию DELLA. Карликовость и гигантизм нельзя рассматривать только как результат общего количества гормона. Существенную роль играют чувствительность тканей, скорость деградации DELLA и время экспрессии генов. Для альпийских растений сохранение DELLA и ограничение гиббереллинового ответа поддерживают компактный побег. Такая архитектура снижает механическую нагрузку и помогает существовать при холоде и коротком сезоне роста. У тропических лиан усиление ростового ответа в стебле даёт возможность быстро увеличивать длину междоузлий и выходить к свету. Генетико-эволюционный смысл системы DELLA состоит в её пластичности. Один и тот же набор гормональных компонентов участвует в формировании совершенно разных жизненных форм – от низких альпийских подушек до длинных тропических лиан.

Использованные источники:

1. Алехина Н. Д. и др. Физиология растений : учебник для студентов вузов, обучающихся по биологическим специальностям и направлению 510600 «Биология» / под ред. И. П. Ермакова. — 2-е изд., испр. — М. : Академия, 2007. — 634 с.
2. Гущина В. А., Володькин А. А. Биопрепараты и регуляторы роста в ресурсосберегающем земледелии : учебное пособие. — Пенза : РИО ПГСХА, 2016. — 206 с.
3. Долгих А. В., Долгих Е. А. Роль универсальных регуляторов роста и развития растений DELLA-белков в контроле симбиозов [Электронный ресурс] // Экологическая генетика. — 2019. — Т. 17, № 1. — С. 33–41. — DOI: 10.17816/ecogen17133-41. — URL: <https://journals.eco-vector.com/ecolgenet/article/view/10588> (дата обращения: 22.08.2026).
4. Князева Т. В. Регуляторы роста растений в Краснодарском крае : монография. — Краснодар : ЭДВИ, 2013. — 128 с.