



Колчанов Николай Александрович  
академик РАН,  
заведующий отделом

## ОТДЕЛ СИСТЕМНОЙ БИОЛОГИИ

### Моделирование распределения ауксина и его влияния на развитие корневой системы растений

Корневая система выполняет ряд важных функций в развитии растения: закрепляет растение в почве, обеспечивает приток в растение воды и минеральных веществ, запасает питательные вещества; через нее осуществляется взаимодействие с корнями других растений, грибами, микроорганизмами, обитающими в почве (микориза, клубеньки бобовых). Развитие корневой системы растений разных видов в большой степени зависит от распределения в ней гормона ауксина. Известно, что в местах закладки корневых меристем растений, которые содержат стволовые клетки, формируются максимумы концентрации ауксина, которые обеспечивают формирование анатомической структуры меристем и поддержание их функционирования в развитии. Механизмы формирования этих максимумов концентрации и сохранения их положения в развивающемся растении до сих пор не до конца понятны.

Целью настоящей работы является выявление и изучение *in silico* механизмов формирования экспериментально наблюдаемого распределения ауксина в корне с максимумами концентрации, которые *in vivo* предeterminируют развитие меристем главного, боковых и придаточных корней.

В ИЦиГ СО РАН создана математическая модель распределения ауксина вдоль корня и регуляции ауксином развития структуры меристемы в его кончике (рис. а). В математической модели, описываемой системой обыкновенных дифференциальных уравнений, учитываются (а) активный транспорт ауксина, его диффузия, деградация и поступление ауксина из побега; (б) молекулярно-генетическая регуляция ауксином экспрессии своего белка-транспортера PIN1. В численном эксперименте *in silico* мы наблюдали самоорганизацию паттерна распределения ауксина в кончике корня (в) и сохранение его положения при моделировании деления клеток, что согласуется с экспериментальными данными (г). Кроме того, моделирование повышения потока ауксина из побега приводило к стационарному увеличению концентрации ауксина в центральной части корня и у его основания (г), что соответствует зонам формирования боковых и придаточных корней. Результаты численного анализа модели предлагают и обосновывают гипотезу о механизмах формирования двух основных типов корневой системы растений: стержневой или мочковатой (д).

Впервые предложен и проверен в математической модели механизм формирования распределения ауксина в корне. Результаты расчета модели качественно соответствуют экспериментальным данным и поясняют механизмы регуляции развития корневой системы растения по определенному типу (д).

Предложенные в работе механизмы регуляции развития корневой системы ауксином предоставляют теоретическую основу для улучшения технологий создания трансгенных растений, вегетативного размножения растений, методов выращивания растений в экстремальных условиях, щадящей пересадки деревьев и др. Математическая модель распределения ауксина может быть использована для исследования *in silico* влияния различных условий выращивания растения (таких, как недостаток воды, минеральных и др. веществ) на развитие корневой системы.

