

## **МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВАРИАБЕЛЬНОГО ПОТЕНЦИАЛА У ВЫСШИХ РАСТЕНИЙ**

**Сухов В.С., Акинчиц Е.К., Катичева Л.А., Курина Л.Е., Сурова Л.М.,  
Воденев В.А.**

Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, Россия, 603950,  
Нижний Новгород, пр. Гагарина, 23.  
Тел.: (8312)656106, факс: (8312)658592,  
E-mail: [vssuh@mail.ru](mailto:vssuh@mail.ru)

Вариабельный потенциал (ВП) является распространяющейся электрической реакцией, уникальной для растительных объектов. В отличие от активно распространяющегося потенциала действия (ПД) ВП имеет крайне вариабельную форму, зависит от интенсивности индуцирующего фактора, его амплитуда и скорость уменьшается при удалении от зоны повреждения и др. На основании таких свойств было выдвинуто предположение, что ВП является локальным электрическим ответом на распространение химического фактора («раневое вещество»), неизвестной природы. Имеются отдельные экспериментальные подтверждения такой гипотезы, однако ее теоретическая проверка, в частности, методом математического моделирования является весьма актуальной задачей.

В качестве основы математической модели было использовано ранее разработанное теоретическое описание биоэлектрических процессов на уровне клетки, которое хорошо моделирует генерацию и распространение ПД. Такое описание учитывало системы активного и пассивного ионного транспорта, мембранный потенциал, ионные концентрации, а также регуляцию активности переносчиков ионами кальция и мембранным потенциалом. Учитывая гипотезу о химическом механизме распространения ВП и данные о необходимости входа ионов кальция в клетку для его развития, в модель было введено описание диффузии раневого вещества (одномерная диффузия) и лиганд-зависимые кальциевые каналы, которые активируются этим веществом.

Анализ модели показал, что она хорошо описывает экспериментальные зависимости формы, амплитуды и скорости распространения ВП от расстояния до зоны повреждения. Имитация различной величины выхода раневого вещества приводит к формированию различных типов ВП, которые соответствуют наблюдаемым в эксперименте. Имитация ингибиторного анализа показала, что снижение концентрации внеклеточного кальция, уменьшение активности протонной помпы и хлорных каналов приводило к существенному снижению амплитуды ВП и даже полному подавлению его развития. Такие результаты качественно соответствуют экспериментальным данным и подтверждают корректность допущений модели, подтверждая тем самым гипотезу о химической природе распространения ВП.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ (12-04-00837-а) и гранта Президента Российской Федерации для поддержки молодых российских ученых (МК-1869.2012.4).