



РОЛЬ БЭП В ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ РАСТИТЕЛЬНЫХ БИООБЪЕКТОВ

Никифорова Л.Е., д.т.н.,

Кизим И.В.,

Богатырев Ю.О.,

Бабенко Е.Н.,

Попрядухин В.С., асп.*

Таврический государственный агротехнологический университет

Тел/факс (0619) 42-23-41

Аннотация – рассмотрены причины возникновения биоэлектрических потенциалов растительных биообъектов и возможность их использования для управления адаптацией растений.

Ключевые слова – биоэлектрический потенциал, растительный биообъект, метаболический потенциал.

Постановка проблемы. В условиях непрерывного обмена с окружающей средой веществом, энергией и информацией в растительных организмах создаются токи заряженных частиц, которые образуют внутри и за его пределами тонко организованные в пространственном и временном отношениях постоянные и переменные электрические поля [1]. Эти электрические поля растительных организмов получили название биоэлектрических. Биоэлектрическая полярность растений выражается в различиях метаболических потенциалов между отдельными органами, тканями, клетками в устойчивом стационарном состоянии. Величина биоэлектрических потенциалов (БЭП) отражает реальные процессы обмена веществ и неразрывно связана с физиологическим состоянием живого организма, а устойчивое неравновесное состояние в растительных организмах поддерживается за счет непрерывно протекающих в них процессов обмена веществ [2]. Таким образом, при исследовании различных способов стимулирования развития растительных биообъектов (РБО) измерение величины БЭП может использоваться для оценки функционального состояния растений на разных стадиях органогенеза.

Анализ последних исследований. Различные исследования свиде-

© д.т.н., проф. Никифорова Л.Е., инж. Кизим И.В., инж. Богатырев Ю.О., инж. Бабенко Е.Н., асп. Попрядухин В.С.

*Научный руководитель - д.т.н., проф. Никифорова Л.Е.,

тельствуют о многообразии роли БЭП в жизнедеятельности растений. Она направлена на поддержание общей целостности организма и выполняет координирующую роль в реализации плана его развития в условиях действия постоянно меняющихся временных, абиотических (физико-химических и природно-климатических факторов) и биотических факторов окружающей среды.

Формулирование цели статьи. Целью статьи является рассмотрение влияния внешних факторов на возникновение БЭП РБО и возможность использования БЭП для управления адаптацией растений в неблагоприятных условиях.

Основная часть. По причине возникновения БЭП в основном делятся на 4 группы [3]:

- потенциал покоя выражает электрофизиологическое свойство живого образования, находящегося в состоянии покоя. Он представляет разность потенциалов между живой структурой и окружающей нейтральной средой. Живые структуры заряжены, как правило, отрицательно относительно среды. Потенциал покоя является основной характеристикой организма, на его физико-химической основе формируются все остальные биоэлектрические явления;

- демаркационные потенциалы возникают в любом организме между его поврежденным участком и остальной интактной поверхностью;

- метаболические потенциалы возникают между участками живых тканей с разным уровнем обмена веществ. Они представляют собой разность между потенциалами покоя отдельных структур растения. При этом участок более интенсивного обмена становится электроотрицательным по отношению к окружающим тканям. В большинстве случаев метаболические потенциалы являются постоянными по полярности и медленно меняющимися по величине от единиц до десятков милливольт для травянистых растений;

- потенциалы течения в растительных организмах генерируются на основе электрокинетических явлений в проводящих пучках растения. На границе раздела двух фаз - внутренних целлюлозных оболочек сосудов и водной среды образуется двойной электрический слой путем адсорбирования анионов на стенки сосудов из дисперсионной фазы, в которой остаются катионы. Потенциал течения возникает при нарушении симметрии двойного электрического слоя течением жидкости через капиллярные сосуды растения.

Импульсная биоэлектрическая активность характеризует изменения в функциональной жизнедеятельности РБО и передаёт эти флуктуации как ответ на изменения в среде обитания и на воздействия возмущающих внешних факторов. Известны три типа импульсной электрической активности:

- потенциалы действия (ПД) - импульсные электрические ответы на надпороговое раздражение, которые разделяют на распространяющиеся и местные. Длительность импульса всех видов ПД составляет от нескольких до десятков секунд;

- переменный потенциал (ВБ) - реакция высших растений на повреждающие или высокоэнергетические воздействия. Длительность сигнала составляет от нескольких до десятков минут, амплитуда варьируется от 20 до 120 мВ. По форме ВБ отличается от ПД более длительной нисходящей ветвью импульса;

- микроритмика - особый вид ритмической импульсной электрической активности у растений. Диапазон амплитуд микроимпульсов - десятки и сотни микровольт, длительность импульсов - от десятков до сотен миллисекунд. Микроритмы БЭП приводят к быстрому увеличению концентрации ионов, запускающих стрессовую реакцию растений.

Результаты работ с применением достижений электронной техники достоверно свидетельствуют об активной управляющей роли биоэлектрической полярности в росте, развитии и других процессах жизнедеятельности растений [4].

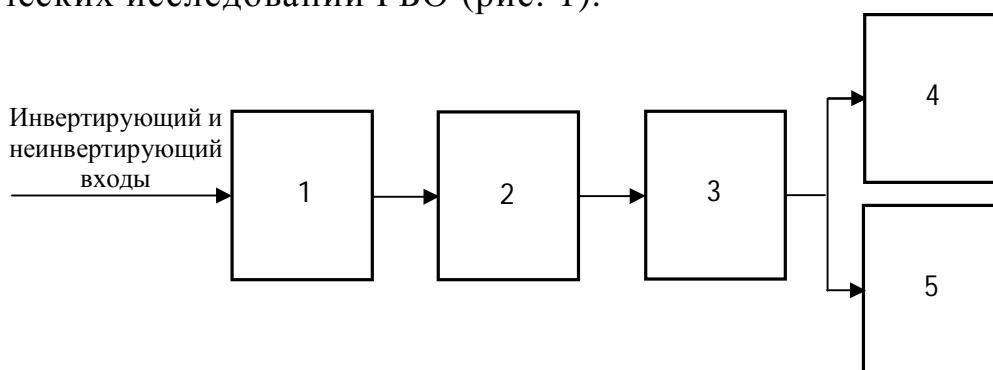
Проведённые исследования показывают принципиальную возможность использования БЭП для оценки функционального состояния растений, клеток, жизнеспособности семян и изучения природы электрической полярности растения. На БЭП РБО влияют абиотические и биогенные факторы: температура, свет, напряженность, влага в почве, электрическое, магнитное и гравитационное поля, лазерное и ионизирующее излучение, химические и биологически активные вещества, атмосферное электричество, газовый состав атмосферы, суточная и сезонная изменчивость других возмущающих факторов среды. К тому же, БЭП являются одним из наиболее быстрых способов передачи информации между различными тканями и органами растительного организма.

Эффективность такого рода коммуникаций очевидна при быстрой реакции растений на внешние возмущающие воздействия. В растениях потенциалы действия являются основной формой передачи информации и могут быть индуцированы температурными изменениями, механическими воздействиями, вызывающими давление, укол, изгиб стебля или деформацию листа, химическими агентами, изменением направления магнитного и гравитационного полей и монохроматическими локальными (низкоэнергетическими) воздействиями ЭМИ в широком диапазоне длин волн. Амплитуда отклика БЭП (1...70 мВ) зависит от типа внешнего воздействия.

Исследования также показывают, что искусственная коррективировка значений градиентов БЭП с помощью внешних информа-

ционных и низкоэнергетических электрофизических факторов позволяет влиять на процессы роста и развития растений. Внешнее электрическое поле физиологической напряженности способно изменять физиологические функции растения: ускорять, или ингибировать, усиливать его рост и адаптацию.

С учётом вышесказанного, с целью исследования биоэлектрических характеристик растений в контролируемых условиях и с целью технической реализации средств измерения БЭП была разработана структурная схема аппаратуры для электрофизиологических исследований РБО (рис. 1).



1 – инструментальный усилитель; 2 – смеситель; 3 – микроконтроллер; 4 – индикатор; 5 – запоминающее устройство.

Рис. 1. Структурная схема устройства измерения БЭП.

БЭП РБО поступает на вход инструментального усилителя, далее с помощью смесителя двухполярный сигнал преобразуется в однополярный и поступает на вход микроконтроллера, где происходит аналого-цифровое преобразование, после чего результат измерения запоминается и отображается на индикаторе.

Выводы. Отдельные виды электрической полярности РБО несут информацию о физиологическом состоянии организма при действии неблагоприятных абиотических факторов среды, поддерживая морфологическую целостность организма, постоянную адаптацию растения к условиям среды и выполняя координирующую роль, при этом они являются наиболее чувствительными и откликающимися на управление критериями функционального состояния растений.

Литература

1. Прищеп Л.Г. Механизм обмена информацией в растительном и животном мире / Л.Г. Прищеп // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 1996. - № 8. - С. 17-20.

2. Опритов В.А. Биоэлектрогенез у высших растений / В.А. Опритов, С.С. Пятыгин, В.Г. Ретивин. - М.: Наука, 1991. - 216 с.

3. Коган А.Б. Электрофизиология / А.Б. Коган. - М.: Высшая школа, 1969. - 368 с.

4. Синюхин А.М. Характер изменения биоэлектрических потенциалов в процессе регенерации растений / А.М. Синюхин // Биофизика, 1958. - Т.2, вып.1. - С.33-37.

РОЛЬ БЕП В ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ РОСЛИННИХ БІОБ'ЄКТІВ

Никифорова Л.Є., Кізім І.В., Богатирьов Ю.О., Бабенко О.М.,
Попрядухін В.С.

Анотація - розглянуті причини виникнення біоелектричних потенціалів рослинних біоб'єктів і можливість їх використання для управління адаптацією рослин.

ROLE OF BIOELECTRIC POTENTIALS IN THE VITAL FUNCTIONS OF VEGETABLE BIOLOGICAL OBJECTS

L. Nikiforova, I. Kizim, Y. Bogatyrov, E. Babenko, V. Popryaduchin

Summary

The reasons of origin of bioelectric potentials of vegetable biological objects and possibility of their use for the management by adaptation of plants are considered.