

ИЗМЕРЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИГНАЛОВ РАСТИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Ю. В. Штефура¹, к. т. н. А. В. Алексахин², д. т. н. К. Л. Шевченко³

¹Киевский национальный университет технологий и дизайна;

²Одесская национальная академия пищевых технологий;

³НТУУ «КПИ имени Игоря Сикорского», г. Киев

Украина

autom1@meta.ua

Проведен анализ внешних информационных проявлений растительных систем при воздействии стрессов и рассмотрена возможность измерения их реакции. Предложена функциональная схема устройства, которое обеспечивает бесконтактное измерение электропроводности растения, отажающей его реакцию на стресс.

Ключевые слова: информационный сигнал, стресс, измерение, шумовой сигнал, растение.

Известно, что растения способны адекватно реагировать на внешние факторы [1, 2] и проявлять зачатки интеллекта [3, 4]. В прошлом столетии профессор В. Н. Пушкин исследовал интеллект растений [3], а академик Эдинбургского университета Т. Труесва экспериментально подтвердил [4], что растения способны воспринимать информацию и обрабатывать ее. Это предполагал основатель научной школы физиологии растений К. Тимирязев [2].

Каким образом растения воспринимают и анализируют информацию, на сегодняшний день неизвестно. Предполагается, что на возбуждение (стрессы) растения реагируют изменением внутренних физиологических процессов. Внешние реакции растений носят разнообразный характер. Наибольший интерес представляют те, которые могут быть достоверно оценены с помощью современных приборов.

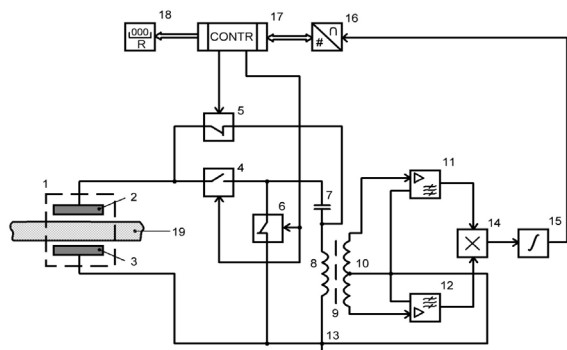
Целью работы является поиск путей измерения реакции растений на стрессы.

Сегодня детально исследованы изменения коэффициента отражения оптического излучения от листьев растения и электропроводность элементов скелета растения. Так, в [4] показано, что стресс приводит к увеличению коэффициента отражения листьев растения. При этом, однако, коэффициент отражения поверхности листа может изменяться под воздействием влажности, пыли и других факторов. В [5] приведены результаты исследований электропроводности скелета растения. При проведении эксперимента между введенными в растение электродами измерялась разность электрических потенциалов, которая в нормальном и стрессовом состояниях отличалась более чем в три раза. Однако использование электродов приводит к повреждению растения, а пропускание тока вызывает дополнительный стресс и существенно снижает достоверность результатов измерения.

Авторами предложена функциональная схема устройства (см. рисунок), обеспечивающая бесконтактное измерение электропроводности растения. Принцип действия устройства основан на измерении собственных электромагнитных шумовых сигналов растения, возникающих в результате изменения электрического потенциала мембран клеток вследствие ионообменных процессов [6].

Растительный объект 19 размещают между электродами 2 и 3 емкостного датчика 1. Измерение выполняется в 3 такта. В первом такте ключи 4, 5 и 6 находятся в положении, показанном на рисунке. Емкость C конденсатора 7 и индуктивность L обмотки 8 образуют параллельный колебательный контур с резонансной частотой f_0 .

При высокой добротности катушки 8 возникает режим холостого хода и среднеквадратичное шумовое



Функциональная схема шумового измерителя электропроводности

напряжение контуре, в соответствии с формулой Найквиста, становится равным

$$U_p = \sqrt{4kT_x \Delta f \operatorname{Re} Z}, \quad (1)$$

где k — постоянная Больцмана; Δf — полоса частот спектра шумов, выделяемых в контуре; $\operatorname{Re} Z$ — активная составляющая комплексного сопротивления датчика I .

Напряжение (1) передается во вторичную обмотку 10 высокочастотного трансформатора 9 :

$$U_1 = K_1 U_p, \quad (2)$$

где K_1 — коэффициент трансформации.

Напряжение (2) усиливается с собственными шумами узкополосных усилителей (УУ) 11 и 12 , перемножается множителем 14 и усредняется интегратором 15 . Усредненное произведение случайных некоррелированных сигналов не дает постоянной составляющей напряжения. В то же время, коррелированные сигналы от обмотки 10 дают постоянную составляющую напряжения. В результате влияние с шумов УУ 11 и 12 подавляется, а информативный шум преобразуется в постоянное напряжение:

$$U_2 = \frac{1}{4} K_2 K_3 S K_4 U_1^2, \quad (3)$$

где K_2, K_3 — коэффициенты усиления УУ 11 и 12 ; S — крутизна преобразования множителя 14 ; K_4 — коэффициент передачи интегратора 15 .

Напряжение (3) преобразуется в цифровой код $N_1 = \frac{1}{4} \frac{K_2 K_3 S K_4 U_1^2}{q}$ аналогово-цифровым преобразователем 16 (q — единица младшего разряда преобразователя) и запоминается в микроконтроллере 17 .

Во втором такте ключ 4 замыкается, а ключи 5 и 6 размыкаются. В результате LC -контур становится последовательным и его сопротивление резко уменьшается. При этом шумовой ток в режиме короткого замыкания определяется только внутренним сопротивлением источника шума. После преобразований, аналогичных (2), (3), в микроконтроллер заносится второй код N_2 .

В третьем такте измерительного цикла цифровой код N_2 , пропорциональный шумовому току, делится на код N_1 , пропорциональный шумовому напряжению: $N_3 = N_2 / N_1 = 1/\operatorname{Re} Z^2$. Извлечение отсюда квадратного корня даст значение искомой электропроводности.

Таким образом, с помощью предложенной схемы можно бесконтактно измерять электропроводность скелета растения, которая позволяет оценить его реакцию на стрессы. Это позволяет оперативно реагировать на неблагоприятные факторы в жизни растений и обеспечить оптимальные условия их развития.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Гродзинский Д.М., Фиалкова Е.Ю., Гудков И.Н. Радиозащитные действия этилена при гамма облучению // Радиобиология, 1985.— Т. 25, № 2.— С. 212—215.
2. Гудвин Т., Мерсер С. Введение в биохимию растений. Т. 2.— Москва: Мир, 1986.
3. Труэвас Т. Растения могут представлять собой не исследованную форму разума // Интернет-ресурс: <http://www.membrana.ru/lenta389.html> 2006.
4. Ткачев В.И. Отражательные свойства листа при стрессовом воздействия среды / Диссертация. Киев, Институт физиологии растения и генетики АН Украины, 1992.
5. Коломеец А.А. Роль электрических характеристик симпласта высшего растения в реакции на повреждения / Диссертация. ГК СССР по народному образованию. Москва, МГУ им. М.В. Ломоносова, 1990.
6. Линг Г. Физическая теория живой клетки.— Санкт-Петербург: Наука, 2008.

Ju. V. Shtefura, A. V. Aleksashin, K. L. Shevchenko
Measurements of plant systems information signals

The paper provides an analysis of external manifestations of plant information systems under the influence of stress. The possibility of measuring their response is considered. Using the signals generated by the plants may make it possible to quickly respond to the impact of unfavorable factors and ensure optimal conditions for the plants growth.

Keywords: information signal, stress, measurement, noise signal.