

УДОСКОНАЛЕННЯ АПАРАТУРИ ДЛЯ ЕЛЕКТРОФІЗІОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ РОСЛИННИХ БІООБ'ЄКТІВ

Л.Є.Никифорова, докт.техн.наук, І.В.Кізім, Ю.О.Богатирьов,
Таврійський державний агротехнологічний університет,
пр. Б. Хмельницького, 18, Мелітополь, 72312, Україна.

Визначено вимоги до апаратури дослідження життєдіяльності рослинних біооб'єктів. Представлено схему пристрою для вимірювання біоелектричних потенціалів та описано його принцип дії. Розроблений пристрій дозволяє вести безперервну реєстрацію метаболічної різниці біоелектричних потенціалів з визначенням амплітудних екстремумів негативної і позитивної напівхвиль. Бібл. 3, рис. 1.

Ключові слова: рослинний біооб'єкт, біоелектричний потенціал, діагностика, мікроконтролер.

Постановка проблеми. Інтенсивні методи вирощування сільськогосподарських культур потребують використання сучасних агротехнологій, однією з яких є обробка рослинних біооб'єктів (РБО) електромагнітними полями. Вона дозволяє інтенсифікувати процеси їхньої життєдіяльності і тим самим забезпечити підвищення врожайності, зниження зараженості шкідниками та ін.

При дослідженні взаємодії електромагнітного поля з РБО особливе значення має вибір методу контролю, за яким буде визначатися їхній стан на різних стадіях органогенезу. Найбільш інформативним є метод біоелектричних потенціалів (БЕП), величина яких відображує реальні процеси обміну речовин і нерозривно пов'язана з фізіологічним станом РБО.

Аналіз останніх досліджень. У даний час типові, серійні пристрої для вимірювання електричної активності РБО відсутні. Пристрої, що розробляються зусиллями окремих дослідників, можна умовно поділити на дві групи: електрометричні вимірювачі поверхневої різниці БЕП або швидкості її зміни при дії подразника та пристрої для вимірювання електропровідності живої тканини шляхом пропускання струмів різної частоти. Всьому різноманіттю конструкцій властивий ряд недоліків: складність, низька чутливість, недостатня універсальність.

Формулювання мети. Метою роботи є розробка принципу побудови і технічна реалізація засобів вимірювання біоелектричних потенціалів РБО для вивчення механізму впливу на них електромагнітних полів.

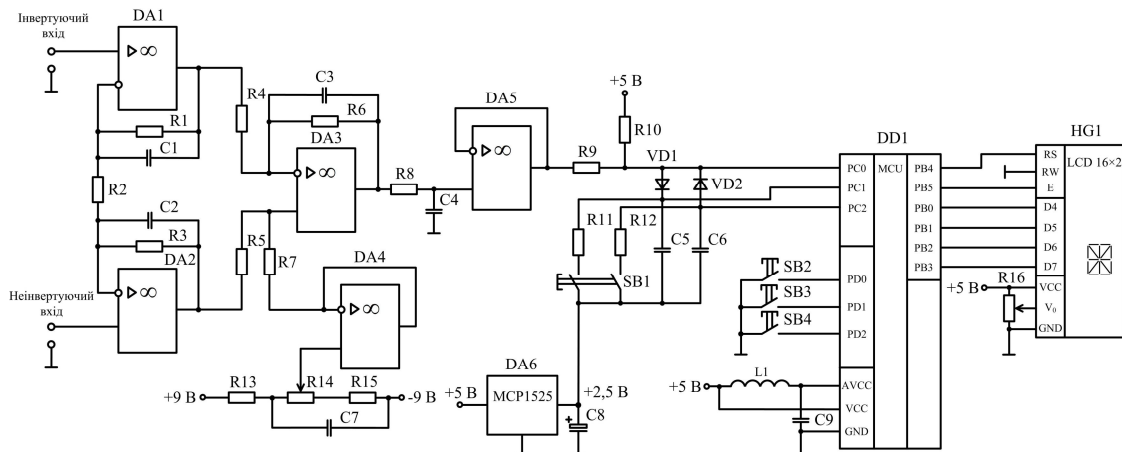
Основна частина. Розробка апаратури для електрофізіологічних досліджень РБО вимагає врахування специфіки об'єкту вимірювання – високої чутливості до зовнішніх дій і динамічності процесів, що при цьому протікають. Ці особливості визначають необхідність застосування методів вимірювань і пристроїв, які мають мінімальний вплив на РБО [3]. Для реалізації цих вимог запропоновано пристрій вимірювання БЕП, призначений для дослідження біоелектричних характеристик рослин в контрольованих умовах, заснований на принципі одноразових і безперервних вимірювань.

Стан сучасної мікроелектроніки дозволяє реалізувати апаратуру для електрофізіологічних досліджень на мікропроцесорній базі. Застосування інструментальних операційних підсилювачів (ОП), мікроконтролера як базового елемента і рідкокристалічного індикатора дає можливість досягти зниження струмів споживання до 5...10 мА, знизити рівень власних шумів і досягти високого входного опору (до 10^{11} Ом), що є однією з вимог узгодження електрофізичних характеристик РБО з вимірювальним пристроєм.

Розроблений пристрій вимірювання БЕП (рисунок) передбачає можливість:

- безперервної реєстрації метаболічної різниці БЕП;
- реєстрації БЕП дії із запам'ятовуванням амплітудних екстремумів негативної і позитивної напівхвиль.

Для посилення слабкого рівня БЕП і забезпечення можливості його реєстрації або аналізу використано інструментальний ОП, який виконано на мікросхемах DA1, DA2 і DA3.



Коефіцієнт підсилення регулюється за допомогою резистора R2, при цьому коефіцієнт передачі синфазного сигналу при правильному виборі величини R7 практично дорівнює нулю. Завдяки цим позитивним властивостям схема на трьох ОП може бути базовою при побудові пристроїв для посилення і реєстрації БЕП.

Як інструментальний підсилювач може використовуватися мікросхема AD620AN фірми Analog Devices, яка є диференціальним підсилювачем на трьох ОП. AD620AN працює в діапазоні живильних напруг $\pm(2,3-18)$ В з коефіцієнтом посилення від 1 до 1000 шляхом зміни величини одного зовнішнього резистора. ОП має великий вхідний опір за постійним струмом (10 ГОм) і низький рівень власних шумів [2].

Мікросхема DA4 і резистор R14 слугують для установки «нуля» на виході DA3 інструментального підсилювача. На елементах R8C4 виконано фільтр нижніх частот з постійною часу 0,3 с. З виходу фільтра двополярний сигнал надходить на буферний підсилювач, виконаний на мікросхемі DA5.

Змішувач на резисторах R9 і R10 забезпечує перетворення двополярної напруги сигналу в однополярну. На виході змішувача напруга змінюється від 0 до 5 В.

Функції обробки аналогового сигналу, перетворення його в цифровий код і вивід результатів вимірювань на індикатор здійснює мікроконтролер ATmega8 фірми Atmel, який має вбудований десятирозрядний аналого-цифровий перетворювач (АЦП) [1].

На елементах VD1, C5 зібрано піковий детектор позитивного значення вхідного сигналу, а на елементах VD2, C6 – піковий детектор негативної напруги. Виходи пікових детекторів пов'язані з входами АЦП мікроконтролера. Кнопка SB1 забезпечує скидання поточних екстремумів БЕП.

Пристрій має можливість запам'ятовування 50 останніх значень вимірюваного БЕП з подальшим виводом цих значень на індикатор, що реалізується кнопками SB2-SB4. Пристрій живиться від двополярної напруги ± 9 В і однополярної напруги +5 В.

Висновки. Розроблений пристрій, призначений для оцінки життєдіяльності рослинних біооб'єктів, експрес-діагностики шляхом вимірювання біоелектричних потенціалів, дозволяє забезпечити безперервну реєстрацію їхньої метаболічної різниці, запам'ятовування амплітудних екстремумів негативної і позитивної напівхвиль, що має важливе прикладне значення в проведенні наукових досліджень з визначення реакцій рослинних біооб'єктів від впливу електромагнітних полів.

1. Евстифеев А.В. Микроконтроллеры AVR семейств Tiny и Mega фирмы ATMEL. – М.: Издательский дом "Додэка-XXI", 2004. – 560 с.

2. Заиченко К.В., Жаринов О.О., Кулин А.Н. Съём и обработка биоэлектрических сигналов. – СПб.: СПбГУАП, 2001. – 140 с.

3. Мартыненко А.И. Аппаратура для электрофизиологических исследований растений // Электрофизические методы функционального состояния растений: сб. научных трудов ТСХА. – 1988. – С. 107–116.

УДК 631.17:633

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ АППАРАТУРЫ ДЛЯ ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ РАСТИТЕЛЬНЫХ БИООБЪЕКТОВ
Л.Е.Никифорова, докт.техн.наук, И.В.Кизим, Ю.О.Богатырёв,
Таврический государственный агротехнологический университет,
пр. Б. Хмельницкого, 18, Мелитополь, 72312, Украина.

Определены требования к аппаратуре исследования жизнедеятельности растительных биообъектов. Приведена схема устройства для измерения биоэлектрических потенциалов и описан его принцип действия. Разработанное устройство позволяет вести непрерывную регистрацию метаболической разницы биоэлектрических потенциалов с определением амплитудных экстремумов отрицательной и положительной полуволн. Библиограф. 3, рис. 1.

Ключевые слова: растительный биообъект, биоэлектрический потенциал, диагностика, микроконтроллер.

PERFECTION OF APPARATUS FOR ELECTRO-PHYSIOLOGICAL RESEARCHES OF VEGETABLE BIOOBJECTS

L.Nikiforova, I.Kizim, Yu.Bogatyrev, Tavriia State Agrotechnological University,
18 Khmelnytskyi av., Melitopol, 72312, Ukraine.

Certain requirement to the apparatus of research vital functions of vegetable bioobjects. A chart over of device is brought for measuring of bioelectric potentials and his principle of action is described. The worked out device allows to conduct continuous registration of metabolic difference bioelectric potentials with determination of peak extremums negative and positive semiwave. References 3, figure 1.

Key words: vegetable bioobject, bioelectric potential, diagnostics, microcontroller.

1. Evstifeev A.V. Microcontrollers AVR families Tiny and Mega firms ATMEL. – Moskva: Izdatelskii dom "Dodeka-XXI", 2004. – 560 p. (Rus)

2. Zaichenko K.V., Zharinov O.O., Kulin A.N. Will eat treatment of bioelectric signals: train aid; under a release K.V. Zaichenko. – Sankt Petersburg: Sankt PetersburgGUAP, 2001. – 140 p. (Rus)

3. Martynenko A.I. Apparatus for electro-physiological researches of plants // Elektrofizicheskie metody funktsionalnogo sostoianiiia rastenii: sbornik nauchnykh trudov Timiriavevskoi Agrokulturnoi Akademii. – 1988. – Pp. 107–116. (Rus)

Надійшла 03.01.2012

Received 03.01.2012