

## АНАЛИЗ БИОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ С ЦЕЛЬЮ ФОРМИРОВАНИЯ БАЗЫ ЗНАНИЙ ДЛЯ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ПОКАЗАТЕЛЯ ВСХОЖЕСТИ ЗЁРЕН ПШЕНИЦЫ

**О. В. Лукоянычева**

ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет  
им. И.И. Ползунова»,  
г. Барнаул

Статья посвящена вопросу выявления биоэлектрического сигнала зёрен пшеницы, данные о котором положены в основу базы знаний экспертной системы. Экспертная система предназначена для определения показателя всхожести зёрен пшеницы.

**Ключевые слова:** биоэлектрические сигналы, зёрна пшеницы, экспертная система.

Сельское хозяйство является одним из основных видов хозяйственной деятельности в Алтайском крае. Для посева необходимо использовать зёрна с наилучшими кондиционными свойствами - они должны иметь высокую всхожесть, энергию прорастания, силу роста, чистоту от семян сорняков и других примесей, сортовую чистоту [1]. К посадке рекомендуются зёрна пшеницы с показателем всхожести более 91% [2]. Кроме того, конкретный показатель всхожести важен для нормы высева - количества семян, высеваемых на единицу площади (гектар) [2].

Для определения конкретного показателя всхожести существует ГОСТ-12038-84. Но на определение показателя всхожести с помощью ГОСТ уходит несколько суток (от 7 до 8 суток). Также существуют методы исследования с использованием биоэлектрических сигналов зёрен, которые позволяют определить, будет ли показатель больше или меньше 91% всего за 12 часов [3, 4]. В связи с этим было принято решение о целесообразности разработки экспертной системы, которая позволит определить конкретный показатель всхожести зёрен пшеницы по результатам оценки биоэлектрических сигналов зёрен [5].

Многочисленные эксперименты, проведенные в лабораторных условиях, показали, что в зависимости от состояния зёрен пшеницы и условий эксперимента зёрнам присущи все виды биоэлектрических потенциалов (рисунок 1). Такие же сигналы были зафиксированы у высших растений [6].

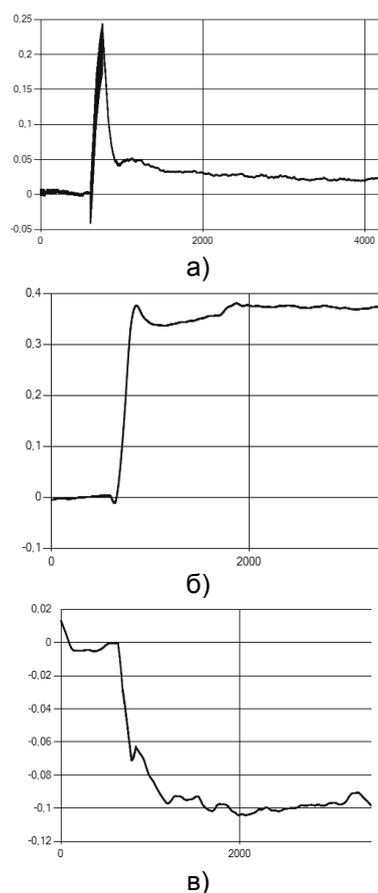


Рисунок 1 – Биоэлектрические сигналы, зафиксированные у зёрен пшеницы (по оси абсцисс – время в отсчётах (300 отсчётов в 1 секунде), по оси ординат – напряжение в вольтах).

Условные обозначения:

- а – потенциал действия;
- б – переменный потенциал;
- в – потенциал покоя.

Разные сигналы были зафиксированы у зёрен пшеницы в лаборатории с использованием разных электродов (потенциал покоя зафиксирован с использованием стеклянного электрода с серебряной нитью [7]) и при разных условиях (потенциал действия фиксируется при вымачивании зёрен менее 12 часов, переменный потенциал фиксируется при замачивании зёрен более чем на 12 часов).

Для создания экспертной системы необходимо выделить значимые характеристики у биоэлектрических сигналов. Поэтому из трёх зафиксированных сигналов необходимо рассматривать тот сигнал, который даст наиболее устойчивые характеристики. На рисунке 2 представлены выделенные у этих сигналов характеристики.

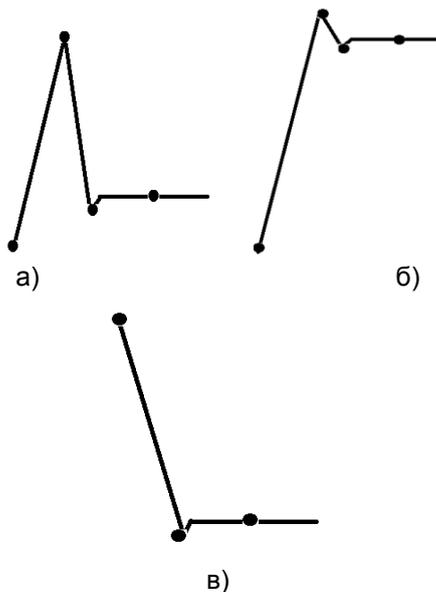


Рисунок 2 – Характеристики, выделенные у биоэлектрических сигналов зёрен пшеницы.

Условные обозначения:

- а – потенциал действия;
- б – переменный потенциал;
- в – потенциал покоя.

Обобщенная форма потенциала покоя характеризуется начальным значением измерения около нуля (внешний потенциал на поверхности зерна) и резким изменением (не менее 50-80 мВ) до потенциала покоя внутри

зерна, длительность скачка составляет менее 1-2 секунд (рисунок 2, а).

Обобщенная форма потенциала действия характеризуется начальным значением ниже нуля или около нуля, с резким скачком не менее 60-100 мВ и затем таким же резким спадом до уровня, близкого к нулю, длительность скачков составляет менее 1-2 секунд (рисунок 2, б).

Обобщенная форма переменного потенциала характеризуется начальным значением ниже нуля или около нуля, резким скачком не менее 60-100 мВ и затем небольшим уменьшением значения, конечное значение - выше нуля, длительность скачков составляет менее 1-2 секунд (рисунок 2в).

Создание обобщенных форм позволяет выделить характерные значимые признаки каждой из них:

потенциал покоя – начальное значение импульса, конечное значение импульса и значение потенциала в период успокоения;

потенциал действия - начальное значение импульса, максимальное значение импульса, конечное значение импульса и значение потенциала в период успокоения;

переменный потенциал - начальное значение импульса, максимальное значение импульса, значение локального минимума по окончании импульса и значение потенциала в период успокоения.

Таким образом, для описания биоэлектрических сигналов необходимы значения координат 3 или 4 узловых параметров. Для корректного сравнения сигналов значение времени для начальной точки принимается равным нулю. В виде дополнительных условий накладываются ограничения в виде диапазонов значения амплитуды начальной точки, значений времени фронта и спада и значений амплитуды конечного измерения.

Из всех рассмотренных выше сигналов для создания экспертной системы по определению показателя всхожести зёрен пшеницы наиболее подходящим является зафиксированный потенциал действия, так как у него можно выделить наибольшее количество характерных параметров и различие между наиболее существенное. Данные на основе потенциала действия были положены в основу базы знаний для экспертной системы по определению показателя всхожести зёрен пшеницы.

АНАЛИЗ БИОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ С ЦЕЛЬЮ ФОРМИРОВАНИЯ БАЗЫ ЗНАНИЙ  
ДЛЯ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ПОКАЗАТЕЛЯ ВСХОЖЕСТИ ЗЁРЕН ПШЕНИЦЫ

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Сельскохозяйственный энциклопедический словарь [Текст] / под ред. М.Н. Голышин и др. – М.: Сов. энциклопедия, 1989. – 656 с., с ил.

2. ГОСТ-12038-84. Семена сельскохозяйственных культур. Метода определения всхожести. – Москва: Изд-во стандартов, 2011. – 28 с.

3. Матлаев А. Г. Метод и средство контроля всхожести семян пшеницы по изменению потенциала действия. [Текст] дис. канд.техн. наук: 05.11.13: защищена 29.12.2009 – Барнаул, 2009. – 92 с.: ил.

4. Мерченко Н.Н. Зависимость мембранного потенциала зерен пшеницы от концентрации ионов на внутренней стороне оболочки и ее проницаемости [Текст] / Мерченко Н.Н., Пронин С.П. // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 8 (часть 7). – стр. 1539-1544;

5. Лукоянычева О.В., Программно-аппаратный комплекс для исследования всхожести семян пшеницы [Текст] / О. В. Лукоянычева, С.П. Пронин. // Наука в центральной России. – Тамбов, 2013. - №2. – С. 30-35.

6. Пятыйгин С.С. Распространяющиеся электрические сигналы в растениях [Текст] // Цитология Том 50 – 2008 – С. 154 – 159.

7. Лукоянычева О.В. Исследование электрических сигналов в зёрнах пшеницы с различной всхожестью и разработка рекомендаций по построению экспертной системы [Текст] / О.В. Лукоянычева, С.П. Пронин // Вестник Алтайского Государственного Аграрного Университета. – Барнаул, 2014. - №1(111) – С. 109-114.

**Лукоянычева О.В. – аспирант, e-mail: lukoya@bk.ru.**