

– выбор заданных точек частоты в диапазоне от 10 Гц до 100 кГц по усмотрению;

– контроль температуры кристалла микросхемы;

– контроль в заданных точках кодовых значений реальной  $Re$  и мнимой  $Im$  составляющих импеданса, его модуля и фазы.

Кроме того, следует учитывать следующие особенности при работе со схемой AD5933. При вычислении модуля импеданса на конкретной частоте необходимо измерить неизвестный импеданс так, чтобы попасть в область значений (0,066...0,2), которая определяется отношением  $R_{обр}$  резистора в обратной связи усилителя преобразователя к модулю измеренного неизвестного импеданса  $Z_{имп}$ , определяемого действительной и мнимой частями результата ДПФ, получаемого с помощью микросхемы AD5933. Согласно документации на микросхему AD5933, только в данной области обеспечивается наибольшая точность измерения параметров неизвестного импеданса. При попадании в данную область рассчитываемых отношений проводится калибровочная процедура на основе прецизионных резисторов, которая позволяет подкорректировать значение измеренного неизвестного импеданса. При непопадании в данную область рассчитываемых отношений изменяют значение резистора  $R_{обр}$  до тех пор, пока не произойдет попадание значения данного отношения в указанную область. После чего производится уточняющая калибровочная процедура.

Наборы резисторов  $R_{обр}$  и  $R_k$  в схеме узла калибровки и измерения подобраны таким образом, чтобы обеспечить работу портативной системы как с фарадеевскими, так и нефарадеевскими планарно-емкостными датчиками.

### Литература

1. Analog Devices [Электронный ресурс] / AD5933.–Режим доступа: [http://www.analog.com/static/importedfiles/data\\_sheets/AD5933.pdf](http://www.analog.com/static/importedfiles/data_sheets/AD5933.pdf).

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ВСХОЖЕСТИ СЕМЯН КУКУРУЗЫ

Пушкина Н.В.

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь*

Все семена за период хранения частично теряют свою всхожесть. При этом изменяется активность ферментов и интенсивность дыхания семян

[1], что ведет к разрушению клеток зародыша и увеличению выхода электролитов. Одним из показателей качества посевного материала служит изменение электропроводности экссудата семян, обусловленное выходом клеточных метаболитов, которое определяется кондуктометрическим методом [2]. Способность семян сохранять и восстанавливать целостность мембран предотвращает выход электролитов и свидетельствует о их высоком физиологическом качестве [1-2]. Другим косвенным методом определения качества семян может быть изменение показателя добротности экссудатов семян на высокочастотном СВЧ-резонаторе. Суть метода заключается в измерении диэлектрических характеристик, таких как проводимость экссудатов, бесконтактным резонаторным способом. Значение добротности определяет энергетические характеристики резонатора. По изменению добротности резонатора при помещении в него пробирки с экссудатом исследуемого образца можно судить об электрофизических характеристиках данного объекта, которые являются весьма точными и независимыми от внешних факторов данными.

В связи с этим, целью настоящей работы являлось сравнительное исследование возможности использования электрофизических методов для определения физиологического качества семян кукурузы, находящихся в условиях ускоренного старения, которые имитируют долговременное хранение.

Объектом исследования служили семена и проростки кукурузы белорусской селекции сорта Полесский 212 СВ с исходной всхожестью 97 % и влажностью 12,7 %. При проведении теста на ускоренное старение (УС) семена кукурузы размещали в эксикаторе над насыщенным раствором хлористого натрия и выдерживали 21 день при температуре 40 °С и 75 % влажности воздуха. Через каждые 3 дня отбирали пробы для определения всхожести, электропроводности и добротности резонатора. Контролем служили семена, не подвергавшиеся ускоренному старению. Определение всхожести подсушенных семян проводилось по ГОСТ 12038-84 [3]. Электропроводность семян кукурузы устанавливали по выходу электролитов в раствор кондуктометрическим методом при температуре 20 °С с помощью кондуктометра Hanna HI 9932 в трехкратной повторности [4]. Добротность экссудатов определялась на векторном анализаторе цепей Agilent E 5061 B, пробирка с исследуемым образцом помещали в резонатор и фиксировались характеристики изменения добротности (G) [5]. Статистическая обработка данных выполнялась с использованием функций описательной статистики компьютерной программы Microsoft Office Excel, с помощью которой построены все гистограммы и графики.

Анализируя данные, приведенные на рисунке 1 видно, что по мере увеличения времени нахождения семян в условиях УС их качество ухудшалось: снизилась всхожесть и зарегистрировано большое количество непроросших семян (рис. 1).

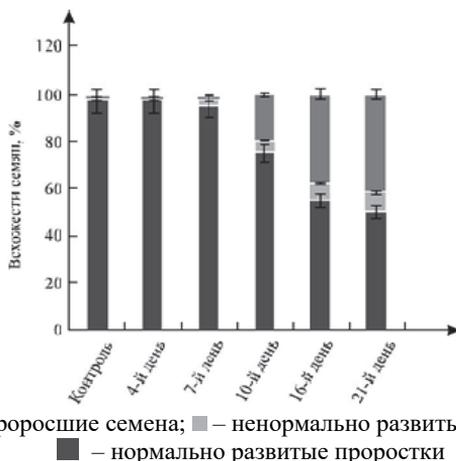


Рисунок 1 – Всхожесть семян кукурузы сорта Полесский 212 СВ в УС

Сопоставление данных по всхожести семян в условиях УС с выходом электролитов из семян в раствор в эти сроки обнаруживает обратно пропорциональную зависимость: снижение всхожести семян кукурузы сопровождается увеличением электропроводности экссудатов. При этом возрастает показатель добротности, т. е. потери энергии, поглощенной компонентами электролитного состава из семян, имеющих различную всхожесть (рисунок 2).

На 7-й день нахождения семян в условиях УС их всхожесть сохраняется на уровне, близком к контролю, при этом электропроводность увеличивается незначительно (с 56,2 до 80 мкСм/см<sup>-1</sup>), в свою очередь, добротность ( $Q$ ) снижается с 450 до 430 ГГц. При максимальных сроках УС семян кукурузы – 21 день – наблюдается минимальная всхожесть – 50 %, максимальная электропроводность – 411 мкСм/см<sup>-1</sup> и минимальный показатель добротности – 400 ГГц.

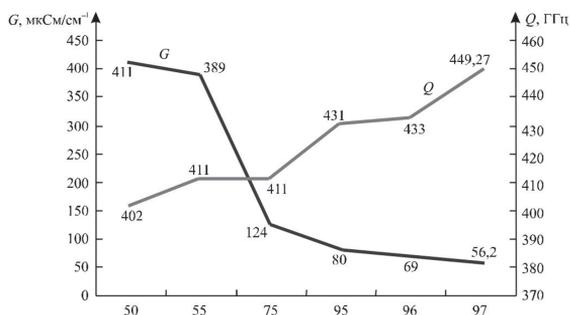


Рисунок 2 – Зависимость электропроводности ( $G$ ) и добротности ( $Q$ ) от всхожести семян кукурузы в условиях УС

Таким образом, использование метода УС, представляющего собой кратковременную инкубацию семян кукурузы при повышенной влажности 75 % и температуре воздуха 40 °С позволяет моделировать длительный период их хранения в неблагоприятных условиях. Этот метод дает возможность в короткие сроки оценить качество семян различных сортов кукурузы по скорости прорастания и способности к сохранению всхожести в неблагоприятных условиях хранения. Просто определяющимся и воспроизводимым физико-химическим показателем при оценке качества семян кукурузы является выход из них в раствор электролитов, который количественно определяется электропроводностью и добротностью, с помощью кондуктометрического экспресс-метода и векторного анализатора цепей.

### Литература

1. Ladonne, F. Relationship between standard germination test, conductivity test and field emergence of pea seeds // Acta Hort. 1989. Vol. 253, № 2. P. 153–162
2. Priestly, D. A. Seed ageing. Implications for seed storage and persistence in the soil. New York, 1986.
3. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести : ГОСТ 12038-84. М., 2011.
4. Алексейчук, Г. Н., Ламан, Н. А. Механизм старения семян при неблагоприятных условиях хранения // Ботаника: исследования. Минск, 2008. Вып. 36. С. 311–325
5. Бидерман, В. Л. Теория механических колебаний. М., 1980.