

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ВЛИЯНИЯ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОГО ПОЛЯ НА ЭНЕРГИЮ ПРОРАСТАНИЯ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР**

**Т.Н. СТЕРХОВА**, канд. техн наук, ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА,  
Ижевск, Россия

*В статье приведена информация по использованию ленточного электростатического триера (ЛЭТ) для предпосевной экологически чистой электротехнологической обработки семенных смесей овощных культур с целью улучшения их биологических и посевных качеств. Представленная экспериментальная установка может быть использована как для обеззараживания, так и для стимуляции семян сельскохозяйственных культур. Целью наших исследований являлось – определить влияние электростатического поля на посевные качества семенных смесей овощных культур. Объектами исследований являлись семена культур огурца сорта «Апрельский», дыни сорта «Ирокез» и кабачка сорта «Черный красавец». Через 12 дней после предпосевной обработки, семена были высеяны в посевные горшочки согласно принятой технологии. После посева семян на пятые сутки определялась энергия прорастания семян культуры дыни, а на шестые сутки определялась энергия прорастания семян культур кабачка и огурца. Энергия прорастания вычислялась в соответствии с требованиями нормативной документации в процентах от количества посеянных семян. С помощью метода наименьших квадратов были получены математические зависимости энергии прорастания от напряжения, подводимого к электродам и времени экспозиции для каждой исследуемой культуры. В статье представлены математические и графические интерпретации полученных результатов на примере культуры кабачок сорта «Черный красавец». Анализ проведенных экспериментов и их математическая обработка, показывают, что наилучшая энергия прорастания для культуры кабачок и дыня получены при обработке семенных смесей в течение 5 сек., а для культуры огурец – 4 сек.*

**Ключевые слова:** экспериментальная установка, электрообработка, энергия прорастания, исследуемые культуры, семена, огурец, кабачок, дыня, напряжение, время экспозиции.

В настоящее время разработано огромное количество методов и средств для повышения продуктивности сельскохозяйственных культур. На факультете Энергетики и Электрификации Ижевской ГСХА предложены новые энергосберегающие электротехнологии, включающие в себя обработку семян перед посевом: УФ облучение, обработка в электростатическом поле, обработка в поле коронного разряда [1,2].

Кафедрой «Энергетики и Электротехнологии» Ижевской ГСХА в 2014–2015 гг. проводились эксперименты по влиянию предпосевной электрообработки семенных смесей на энергию прорастания семян овощных культур.

В качестве экспериментальной установки использовался ленточный электростатический триер (ЛЭТ). На исследуемой установке семена сельскохозяйственных культур подвергаются как стимуляции, так и обеззараживанию [4].

Объектом исследований являлись семена овощных культур: огурца сорта «Апрельский», дыни сорта «Ирокез» и кабачка сорта «Черный красавец».

Целью исследований являлось получение математической модели, показы-

вающей зависимость энергии прорастания от времени экспозиции и величины приложенного напряжения. Эксперименты проводились при напряжении  $U$  на электродах ЛЭТ 4 кВ, 6 кВ и 8 кВ. Высокое напряжение подавалось от источника высокого напряжения АКИ-70. Время экспозиции  $t$  изменялось от 2 сек. до 6 сек. с интервалом 1 сек.

Через 12 дней после обработки семян, они были высажены в посадочные горшочки в соответствии с требуемой технологией. Через пять дней после посева была определена энергия прорастания семян культуры дыня, а на шестые сутки – энергия прорастания семян культур огурца и кабачка. Измерения проводились в трехкратной повторности.

Математические зависимости, описывающие изменение энергии прорастания семян от напряжения электрического поля и времени экспозиции рассчитывались по методу наименьших квадратов. Во всех случаях изменение энергии прорастания описывается с помощью полинома третьей степени.

По полученным математическим выражениям были построены графические зависимости.

Адекватность полученных математических моделей реальным результатам осуществлялась путем непосредственного сравнения выходных величин (энергии прорастания), полученных экспериментальным путем, с выходными величинами модели.

В статье приведены результаты эксперимента для культуры кабачков сорта «Черный красавец» (см. таблицу).

*Динамика изменений энергии прорастания от приложенного напряжения и времени экспозиции*

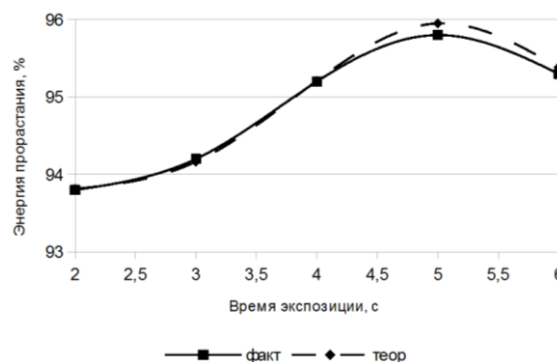
Время экспозиции, $t$ , сек	Напряжение обработки, $U$ , кВ		
	4	6	8
2	93,8	94,3	95,9
3	94,2	94,5	96,4
4	95,2	95,8	97,1
5	95,8	96,3	97,6
6	95,3	95,9	97,4

При  $U = 4$  кВ математическая зависимость имеет вид

$$Э_n = 99,2012 - 5,726*t + 1,8497*t^2 - 0,1669*t^3,$$

индекс детерминации  $R^2 = 98,12$ .

*Рис. 1. Изменение энергии прорастания от времени воздействия электрического поля при  $U = 4$  кВ*



На рис.1 представлены фактические и теоретические зависимости энергии прорастания от времени воздействия электростатического поля при напряжении

4 кВ.

Из анализа представленных зависимостей видно, что расхождение расчетных и экспериментальных данных находится в пределах доверительного интервала. Наибольшей энергией прорастания обладают семенные частицы, обработанные в течение 5 сек.

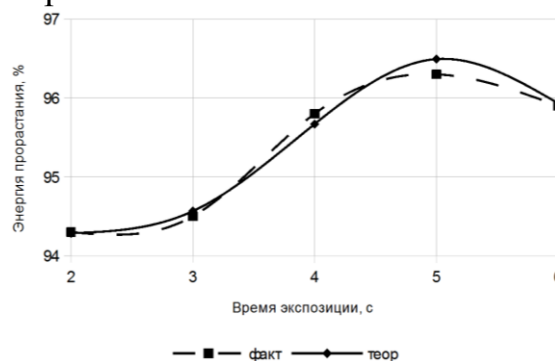
При  $U = 6$  кВ математическая зависимость имеет вид:

$$Э_n = 100,6172 - 6,5673*t + 2,069*t^2 - 0,1841*t^3$$

индекс детерминации  $R^2 = 0,9821$ .

На рис.2 показаны фактические и теоретические кривые зависимости энергии прорастания от времени обработки при напряжении 6кВ.

*Рис. 2. Изменение энергии прорастания от времени воздействия электрического поля при  $U = 6$  кВ*



Из рис.2 видно, что максимальная энергия прорастания была получена при времени обработки 5 сек.

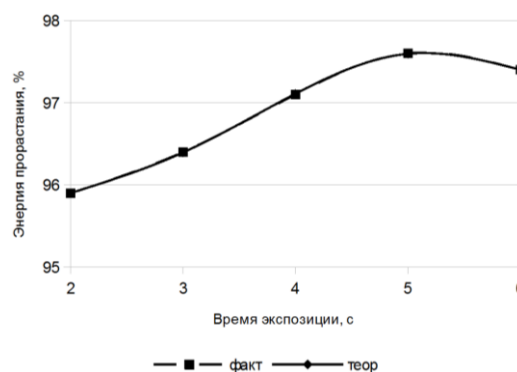
При  $U = 8$  кВ математическая зависимость имеет вид:

$$Э_n = 97,38 - 2,0107*t + 0,7857*t^2 - 0,075*t^3$$

индекс детерминации  $R^2 = 0,9999$ .

На рис.3 представлены графические интерпретации полученных математических выражений. Расхождение теоретических и фактических результатов находится в пределах доверительных интервалов – кривые практически совпадают.

*Рис.3. Изменение энергии прорастания от времени воздействия электрического поля при  $U = 8$  кВ*



## Выводы

1. Исследована зависимость энергии прорастания семенных смесей овощных культур от напряженности электростатического поля и времени экспозиции предпосадочной обработки.

2. В работе представлены полученные математические и графические зависимости энергии прорастания от условий предпосевной электротехнологической обработки, имеющие вид полинома третьей степени.

3. Результаты исследований показали, что время экспозиции в большей степени влияет на посевные свойства семенных смесей, чем напряженность электрического поля.

#### **Список литературы**

1. Кондратьева Н.П., Стерхова Т.Н., Владыкин И.Р. Прогрессивные электротехнологии для защищенного грунта на предприятиях АПК Удмуртской Республики. Труды 3<sup>rd</sup> Conference «Applied Sciences and technologies in the United States and Europe: common challenges and scientific findings» Editor Ludwig Siebenberg. 2013. С. 103-106.
2. Кондратьева Н.П., Стерхова Т.Н. Перспективы использования электротехнологии в подготовке семян к посеву Труды V Международной научной конференции «European Applied Sciences: modern approaches in scientific researches» August 26–27, 2013, Stuttgart, С.65-67.
3. Зайцев Г.Н. Методика биометрических расчетов, М.: Наука 1973.
4. Стерхова Т.Н., Савушкин А.В., Сиротин А.А., Корнаухов П.Д. Электрический способ обеззараживания семян сельскохозяйственных культур Инженерный вестник Дона, 2013, № 21, №1. – с. 96. Режим доступа: <http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n1y2013/1590> (доступ свободный) – Загл. с экрана. – Яз. рус.