

Стенд за измерване на електрическото съпротивление на посевен материал

Кирил Сираков, Светослав Захариев, Иван Палов, Тошо Станчев

След направен анализ на структурата на семена от зърнено-житни култури и условията, на които трябва да отговаря стенд за измерването на съпротивлението на зародишния кълн е предложена блокова схема на стенд, който има следните предимства: използва електроди от благородна стомана; електродите са монтирани на манипулатор, състоящ се от микрометрични винтове, които са закрепени на сферични стави и закрепващи конзоли, позволяващи контролирани движения в различни посоки; устойчиво закрепване на отделното семе върху предметно стъкло. Повишена е точността на проникването на електродите с помощта на манипулатори, микроскоп и допълнително осветление.

Осъществено е техническо решение на манипулатор с проникващи електроди, на който е осигурена хлабина в порядъка на (6..8) μm и е компенсиран аксиалният луфт.

Ключови думи: семена, стенд за измерване на съпротивление, зародишен кълн

ВЪВЕДЕНИЕ

Нарастващото население на Земята поставя сериозни въпроси по неговото изхранване. В този смисъл не е без значение повишаването на добивите от селскостопанските култури. Една алтернативна възможност за увеличаване на продуктивността на растенията е чрез активизиране на процесите на развитието им [9,10,13].

Вече е установено, че ефективно стимулиране на посевните качества на семената може да се получи чрез предсеитбените им обработки в различни физични полета: магнитни, електрически, електростатични, електромагнитни, с йонизиращи лъчения с инфрачервена и ултравиолетова радиация, и др. [4,5,6,7,8 и др.].

Въпреки многото изследвания полученият ефект върху растенията, след нетрадиционното им стимулиране, не е в състояние да обясни всички явления.

Какъв е крайният ефект от въздействието върху семената се отчита с оценка на резултатите от лабораторните изследвания, или след прибирането на реколтата. Как се променят физико-химичните параметри на подлаганите на обработка семена преди засяване е въпрос, чийто отговор разширява възможността за прогноза на крайния резултат. В цитираните литературни източници и в други такива не е открита информация за специализирани стендове за изследване на семена на зърнени култури след обработката им във физични полета.

Тъй като в най-общия случай на предсеитбените електрофизични обработки семената участват като елемент на някаква електрическа верига, то са започнати изследвания на електрическите им параметри: проводимост (електрическо съпротивление) и диелектрична проницаемост [1,12]. В [11] е предложена електронна система за изследване на проводимостта и фазовото изместване на образци от селскостопански продукти. Въпреки многото достоинства на тази разработка, в нея не е предложено ефективно решение за проникване на измервателните електроди в кълна на семето.

Обект на споменатите изследвания е зародишният кълн. Той е живият обект на семената, в който се извършват жизнените им процеси.

Цел на изследването е разработване на стенд за измерване на електрическото съпротивление на зародишни кълнове на посевен материал.

ИЗЛОЖЕНИЕ

След разработването на стенда обект на изследването е зародишният кълн на семена от зърнено-житни култури: царевица, пшеница, ръж, ечемик. За разлика от семената на зеленчуковите култури, кълнът на семената от зърнено-житните култури

е по-голям и достига до няколко милиметра. Това е главният параметър, с който трябва да се съобрази подготовката и разработването на стенда.

Анализ семената на зърнено-житните култури като обект на измерване на тяхното съпротивление и на изискванията към стенда за осъществяване на такива измервания

Като отделен елемент семената могат да се разглеждат като електрически неутрални. На клетъчно ниво представляват сложна съвкупност от клетки със специфичен състав и потенциали на клетъчната мембрана. Помежду си клетките си взаимодействат посредством йонни канали, като механизмът на управлението им е обект на биологията.

В периода преди посев семената са в състояние на „очакване“ на благоприятни условия за покълване и последваща вегетация. Зоната, в която се формира кълмът, за съответния вид семе, е известна. Размерите, позиционирането и обема на тази зона зависи от конкретния вид и сорт на семето. Именно в зоната на кълнене настъпват промените след обработка на посевния материал.

Проведеният анализ показва, че посевният материал може да се оценява по промяната на параметрите на електрическата верига, в която се включва като елемент.

Тъй като царевичата е основна зърнено-житна култура, то като обект на анализа е взето под внимание царевичното семе. Неговата конструкция показва, че то е плоско, като живият елемент в него - зародишният кълн се намира от едната страна на семето и е обграден от хранително вещество - скорбяля.

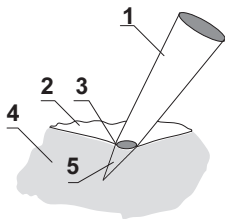
Анализът на анатомичното устройство на царевичното зърно показва, че външно то е покрито със семенна обвивка, която включва: епидермис, мезокарп, напречни клетки, тръбни клетки и семенна обвивка [2,3].

Извършените проучвания показват, че кълмът е с размери в границите на няколко милиметра. Той е покрит с щитовидна люспица [2,3]. Това означава, че за да се измери съпротивлението му следва да се използват електроди с малък диаметър. От друга страна електродите трябва да притежават достатъчна твърдост, за да могат да пробият описаната повърхностна обвивката на зърното.

В този смисъл като електроди следва да се изберат такива с висока устойчивост на износване и корозия.

На фиг.1. е показана зоната на проникването на електрода в зародишния участък на семето.

Контактът с посевния материал (за случая с неговия кълн) се осъществява чрез електрод с формата на игла 1. Контактът се получава на две места: между електрода 1 и обвивката на семето 2 по обиколката на овала 3 и в обема на зародиша 4, в зависимост от дълбочината на проникване на електрода 5. Определяща за електрическото



Фиг.1. Зона на проникване на електрода в зародишния участък на семето: 1- електрод; 2- обвивка на семето; 3- овал, образуван от проникващия електрод; 4- зародишен кълн; 5- проникнал в семето електрод

съпротивление, в зоната на контакта, е околната повърхнина на пресечения конус, образуван при проникването на електрода. На изискванията към проводимостта на метала, от който са изработени електродите, отговарят легираните стомани.

Анализът показва, че за осигуряване на повторемост на наблюденията трябва да се постига еднаква дълбочина на проникване на електродите, при всеки опит.

Това изискване се осигурява посредством манипулатор, снабден с микрометричен винт.

На фиг.2. е представено разположението на електродите в зоната на зародиша на царевично семе.

Анализът показва, че стойността на съпротивлението между двата електрода се формира от паралелно свързаните съпротивления: на обвивката, наречено повърхностно съпротивление и означено с R_n , обемното съпротивление на зародиша между двата електрода R_o и съпротивлението на изолацията, върху която са поставени електродите R_u . Предварителните резултати показват, еквивалентното съпротивление R_e на паралелно свързаните R_n и R_o е в интервала (2...5) GΩ.

Разполагането на електродите на едно и също разстояние осигурява една и съща стойност на R_n , а изолационното съпротивление между електродите R_u зависи от качествата на основата върху, която са разположени. За случая, ако се използва гетинаксова плоча от марката ЕЗ. Опитно е установено, че при почистени повърхнини $R_u > 480$ GΩ и остава постоянно.

Относителната грешка $\delta\%$, внасяна от изолационните съпротивления, може да се определи от израза:

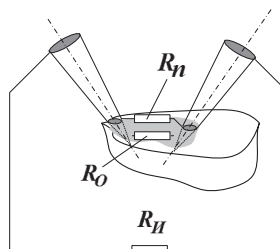
$$\delta\% = \frac{R_u \cdot R_e - R_e}{R_u + R_e} \cdot 100. \quad (1)$$

Анализът на (1) показва, че за определената стойност на $R_u \geq 480$ GΩ, грешката δ няма да надвишава 5%, когато стойността на измерваното съпротивление R_e е по-малка от 22 GΩ.

Проведените предварителни изследвания показват, че заради гладкия характер и твърдостта на повърхността на царевичното зърно, то трудно може да се задържи на едно и също място при вкарването на електродите в кълна му. Затова е взето решение зърното да се фиксира трайно (чрез залепване) върху предметно стъкло - подложка. В този смисъл, и тъй като за измерване на съпротивлението на кълна, той ще претърпява нараняване на целостта си, вследствие на пробиването от електродите, следва всяко едно семе и стъклена подложка да участват само един път в изследванията.

За постигане на по-голяма точност подложката, заедно със залепеното върху нея семе, следва да се фиксират на определено място. За целта е необходимо да се използва микрометрична линейка. Така позиционираната стъклена подложка позволява правилно забиване на електродите в кълна. За целта на точното позициониране на електродите трябва да се използва микроскоп със съответен осветител.

Измерването на съпротивлението на зародишния кълн следва да се извърши с тераометър, към който се подават изводите от двата електрода.

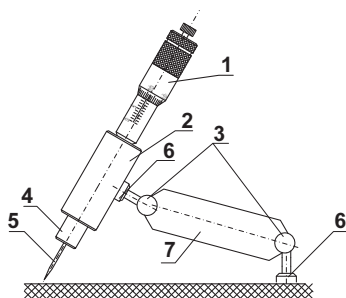


Фиг.2. Разположението на електродите в зоната на зародиша на царевично семе: R_n – повърхностно съпротивление на обвивката на семето; R_o – обемното съпротивление на зародишния кълн; R_u – съпротивлението на изолацията, върху която са поставени електродите в семето

С цел избягване на възможни електрически утечки целият стенд е необходимо да се постави на изолационна основа. Направеният анализ показва, за целта е подходящо да се използва плоча от гетинакс, марка ЕЗ, който е с доказани изолационни качества и е с дебелина 30 mm.

Предложение за техническо изпълнение на манипулатор с иглен електрод

Предвид повишаване на точността на изследванията на съпротивлението на царевичния кълн, то електродите следва да се набиват в него на едно и също разстояние един от друг и на еднаква дълбочина в кълна. Проведеният анализ показва, че за целта на забиването на електродите трябва да се използват манипулатори с микрометрични винтове.



Фиг.3. Разработен манипулатор с електрод за проникване в зародишния кълн на семе: 1- микрометричен винт; 2 – присъединителна муфа; 3 – сферични стави; 4 – прецизна двойка: вал-втулка; 5 електрод; 6 - закрепващи конзоли; 7 - рамо

На фиг.3. е показан разработеният манипулатор. Съгласно фиг.3. микрометричният винт 1 е стандартен. Към него, посредством присъединителна муфа 2, се присъединява прецизна двойка вал-втулка 4. Осигурената хлабина на 4 е от порядъка на (6..8) μm като движението се извършва само в аксиално направление. Устройството е така разработено, че е компенсирани аксиалният луфт. Двете сферични стави 3 осигуряват необходимата подвижност на манипулатора.

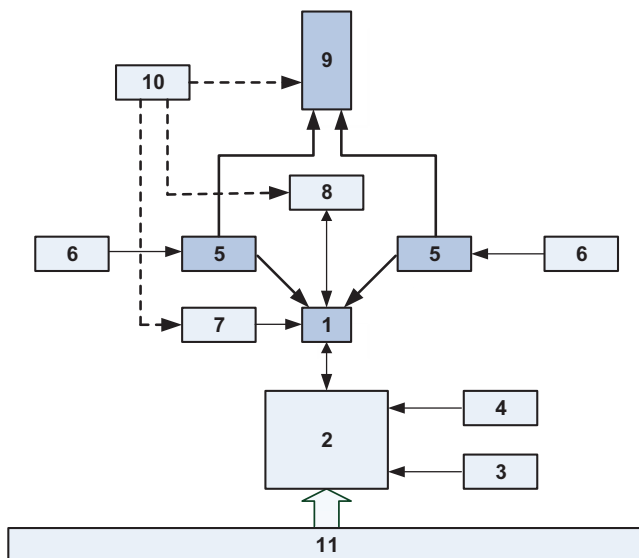
В резултат на предварителни изследвания и анализ на резултатите от тях, семената се разглеждат комплексно като диелектрици. В този смисъл оценката на изменението на електрическите им параметри, вследствие на предсеитбената

електромагнитна обработката на посевния материал, е оценка на електрическото им съпротивление. В този смисъл, при изследванията следва да се вземе под внимание изменението на съпротивлението на зародишния кълн.

Блокова схема на стенда за измерване на електрическото съпротивление на зародишен кълн

От направения анализ може да се предложи следната блокова схема на стенда за измерване на електрическото съпротивление на зародишния кълн, която е показана на фиг.4.

Представената блокова схема показва предимствата на стенда, който се реализира съгласно нея, а именно: залепеното семе, позволява по-голяма устойчивост при работата с него. Използването на манипулатори със стоманизирани иглени електроди, микроскоп и допълнително осветление повишават точността на проникването им в семето.



Фиг.4. Блокова схема на стенд за измерване на електрическото съпротивление на зародишния кълн на царевишни семена: 1- изследвано семе; 2- стъклена подложка; 3- фиксатор; 4- микрометрична линейка; 5- стоманизирани иглени електроди; 6- микрометрични винтове; 7- осветително тяло; 8- микроскоп; 9- термометър; 10- захранващ блок; 11- изолационна основа

ИЗВОДИ

1. След направения анализ на структурата на семе от зърнено-житни култури и условията, на които трябва да отговаря стенда за измерването на съпротивлението на зародишния кълн е предложена блокова схема на стенд, който има следните предимства:

- използват се високоустойчиви електроди от благородна стомана;
- електродите са монтирани на манипулатор, състоящ се от микрометрични винтове, които са закрепени на сферични стави и закрепващи конзоли;
- устойчиво закрепване на отделното семе върху предметно стъкло;
- повишена точност на проникването на електродите при помощта на манипулатори, микроскоп и допълнително осветление.

2. Осъществено е техническо решение на манипулатор с проникващи електроди, на който е осигурена хлабина в порядъка на $(6..8)\mu\text{m}$ и е компенсиран аксиалният луфт.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Андреев Хр., Ив. Палов, Ем. Кузманов, Е. Калчева, Изследване на диелектричната проницаемост на семена от царевица, обработени в електромагнитно поле, Научни трудове на Русенски Университет "Ангел Кънчев", т.38, с.3, Русе, 2001г. (на български език, резюме на английски)

[2] Блюменфелд Л. А., Проблеми на биологическата физика, Наука и изкуство, София, 1981.

[3] Давид Р., Введение в биофизику, Мир, Москва, 1982.

[4] Палов Ив., К. Сираков, А. Стоилова, М. Радевска, Влияние на електромагнитната обработка и срока на съхранение върху посевните качества на

семена от памук. II. Дължина на първична коренова система – корен и кълн // Растениевъдни науки, София, 2012, №49, с. 28-36. (на български език, резюме на английски)

[5] Сираков К., Д. Ганева, Ив. Палов, М. Михов, Св. Захариев, Въздействие на предсеитбената електромагнитна обработка на домати семена върху биометричните показатели на разсада // Селскостопанска техника, ССА, София, 1, 2015. (под печат)

[6] Alexander M.P. and S.D. Doijode, Electromagnetic field, a novel tool to increase germination and seedling vigour of conserved onion (*Allium cepa* L.) and rice (*Oryza sativa*, L.) seeds with low viability. Plant Genetic Resources Newsletter 104, 1995, pp. 1-5

[7] Bochniak A. and M. Wesolowska-Janczarek, The use of the bootstrap method to examine the influence of magnetic field on the mechanical properties of cereals stalks (in Polish). Inzynieria Rolnicza, 1, 2005, с. 37-38

[8] Carbonell M.V., E. Martinez and J.M. Amaya, Stimulation of germination in rice (*Oryza Sativa* L.) by staticmagnetic field. Electro-Magnetobiol., 19(1), 2000, pp. 121-128

[9] Celestino C., M. L. Picaza and M. Toribio, Influence of Chronic Exposure to an Electromagnetic Field on Germination and Early Growth of Quercus Suber Seeds: Preliminary Study. Electro and Magnetobiology, 19, (1), 2000, 115-120.

[10] Davies M.I., Effects of 60Hz electromagnetic field on early growth in three plant species and a replication of previous results. Bioelectromagnetics 17, 1996, 154-161.

[11] Evstatiev Iv., Iv. Palov, K. Sirakov An electronic system for studying the electro-physical characteristics of agricultural products, Agricultural Engineering (in the press), Raudondvaris, Lithuania, 2004.

[12] Palov Iv., N. Armyanov, K.Sirakov, Research on the electric field arising in maize seeds during their pre-sowing electromagnetic treatment, "Energy efficiency and agricultural engineering", second conference, Proceedings of the union of scientists, Rouse, Bulgaria, 2004.

[13] Vasilevski G., Perspectives of the application of biophysical methods in sustainable agriculture. Bulgarian Journal of Plant Physiology, Special issue, 2003, 179-186.

За контакти:

1. доц. д-р инж. Кирил Александров Сираков, катедра: "Електроснабдяване и електрообзавеждане", Русенски университет "А. Кънчев", ул. "Студентска" № 8, 7017, Русе, България, e-mail: csirakov@uni-ruse.bg

2. докторант маг. инж. Св. Захариев, Русенски университет "А. Кънчев", ул. "Студентска" № 8, 7017, Русе, България, e-mail: szahariev@uni-ruse.bg

3. проф. д-р инж. Иван Йорданов Палов, катедра: "Електроснабдяване и електрообзавеждане", Русенски университет "А. Кънчев", ул. "Студентска" № 8, 7017, Русе, България, e-mail: ipalov@uni-ruse.bg

4. доц. д-р инж. Тошо Станчев, Катедра "Теоретична и измервателна електро-техника", Русенски университет "А. Кънчев", ул. "Студентска" № 8, 7017, Русе, България, e-mail: tyvs@uni-ruse.bg

Докладът е рецензиран.

"Настоящият доклад е изготвен с финансовата помощ на Европейския социален фонд. Русенският университет „Ангел Кънчев“ носи цялата отговорност за съдържанието на настоящия документ, и при никакви обстоятелства не може да се приеме като официална позиция на Европейския съюз или Министерството на образованието и науката."

Проект № BG051PO001-3.3.06-0008 „Подпомагане израстването на научните кадри в инженерните науки и информационните технологии"