

REZUMAT

Cuvinte cheie: *câmp electromagnetic, monitorizare electromagnetică, butași portaltoi de măr, stimulare înrădăcinare, termoviziune*

Teza de doctorat intitulată „*Studiul unor procese fiziologice la specia măr folosind sisteme de monitorizare electromagnetice*” descrie modul de desfășurare al unor experimente complexe prin care au fost identificate, propuse, concepute, dezvoltate și utilizate acest tip de sisteme.

Scopul tezei de doctorat este de a identifica, propune, concepe, dezvolta și utiliza sisteme de monitorizare a proceselor fiziologice caracteristice unor diferite stadii de dezvoltare a plantelor din specia măr în domenii definite din spectrul câmpului electromagnetic pentru observarea și culegerea de date, respectiv analiza și interpretarea acestora privind evoluția acestor procese fiziologice determinate de influența unor factori externi de natura electromagnetică și/sau de mediu

Rezultatele experimentale și baza tehnologică (în principal electronică) concepută, realizată și utilizată în cadrul experimentelor pe parcursul studiilor doctorale subliniază importanța și utilitatea câmpurilor electromagnetice în relația noastră cu reprezentanții ai speciei măr. Câmpurile electromagnetice influențează atât calitatea informației noastre, cât și subiectul supus observației. În această interacțiune natura (magnetică sau electrică), frecvența, respectiv intensitatea câmpului utilizat, sunt mărimi esențiale. Observațiile realizate cotidian sunt naturale legate de spectrul vizibil, iar vecinătățile sale apropiate: infraroșul și ultravioleul sunt extrem de tentante.

Teza de doctorat „*Studiul unor procese fiziologice la specia măr folosind sisteme de monitorizare electromagnetice*” este structurată în 6 capitole, urmate de prezentarea bibliografiei utilizate și de un număr de 3 anexe.

Fiecare capitol prezintă o aplicație de monitorizare a unor procese fiziologice cu ajutorul câmpurilor electromagnetice, având particularități legate fie de banda spectrului electromagnetic în care s-a lucrat în monitorizare, fie de procesul fiziologic supravegheat, fie de natura stimulilor utilizați.

Capitolul II are ca obiectiv monitorizarea creșterii și fructificării unor soiuri de măr prin fotograme preluate periodic în spectrul vizibil și procesate cu un soft adecvat.

Materialul biologic a fost constituit din 5 soiuri de măr cu două repetiții fiecare: Luna, Generos, Topaz, Goldrush și Fujion.

Metoda a constat în preluarea periodică de fotograme pentru fiecare din cei 10 pomi studiați, procesarea imaginilor cu programe specializate pentru proiectare și fabricație mecanică de tip CAD-CAM în scopul extragerii de date, procesarea și interpretarea acestora.

Rezultatele evidențiate cu ajutorul metodelor statistice (regresie, coeficient de corelație liniară, coeficient de determinație, analiza de varianță unifactorială și varianță multifactorială) arată legile de evoluție a proceselor de creștere geometrică în timp a diametrelor, secțiunilor și volumelor pentru fiecare dintre pomii și soiurile supuse monitorizării. A fost identificată o corelație foarte semnificativă între creșterea diametrului fructului etalon și diametrul trunchiului la 100 cm deasupra solului, determinând concluzii privind folosirea nivelului de măsurare a trunchiului la înălțimea de 100 cm pentru caracterizarea unor indici de creștere. Un film al evoluției sezoniere este realizat utilizând un procedeu de morfism.

Utilizarea câmpului electromagnetic în monitorizare duce natural la întrebarea privind gradul de influențare a subiectului supus observației. Frecvența Schumann este o valoare de referință prin legătura puternică pe care o exercită asupra metabolismului ființelor de pe planeta Pământ: lipsa acesteia dintr-un mediu de viață produce dereglări grave, remarcate inițial în misiunile spațiale. Dar prezența ei la o intensitate de 10 sau de 100 de ori față de intensitatea câmpului magnetic natural ce determină?

Pentru această întrebare s-a încercat obținerea unui răspuns prin monitorizarea câmpului magnetic utilizând tehnici specifice măsurărilor inducției câmpului magnetic în domeniul frecvențelor extrem de joase (3-300) Hz. Studiul influenței câmpului magnetic a impus problema generării unui câmp magnetic cât mai uniform într-un volum determinat dedicat menținerii probelor supuse experienței având frecvența și intensitatea controlabilă și stabilă în timp. Rezultatul acestor cercetări este prezentat în capitolele III și V.

Capitolul III are ca obiectiv monitorizarea înrădăcinării butașilor de portaltoi de măr în câmp magnetic variabil prin fotograme preluate periodic în spectrul vizibil și procesate cu un soft adecvat. Materialul biologic utilizat l-a constituit un lot de 4 portaltoi constituit din portaltoii de măr CG16, CG13, M9 și B9. Echipamentul experimental utilizat a fost conceput și realizat special pentru acest tip de stimulare.

Metoda a constat în preluarea periodică de fotograme pentru fiecare dintre cei 120 de butași portaltoi de măr, distribuiți în 3 loturi diferențiate prin intensitatea câmpului magnetic la care au fost expuși. Au fost utilizate intensități de 0 mT, 0,5 mT și 4,0 mT, pentru un câmp electromagnetic având frecvența de 10 Hz.

Procesarea imaginilor a fost realizată atât prin programe specializate pentru proiectare și fabricație mecanică de tip CAD-CAM în scopul extragerii de date, cât și prin programe de transformare morfică de tip Winmorph.

Rezultatele evidențiate cu ajutorul metodelor statistice analiza de varianță unifactorială și varianță multifactorială arată că:

- portaltoiul influențează foarte semnificativ variația numărului de rădăcini: cel mai bun din lotul testat este portaltoiul B9(VD), apoi urmează în ordine portaltoi CG16(VA), M9(VC), CG13(VB);
- intensitatea câmpului magnetic influențează foarte semnificativ; ordinea este V2(4,0 mT), V1(0,5 mT), V0(0,0 mT);
- interacțiunea influențează distinct semnificativ: cuplurile CG16(VA x V1), M9(VC x V2), B9(VD x V2), CG16(VA x V2), B9(VD x V1), M9(VC x V1).

Rezultatele obținute după 90 de zile de testare continuă au fost pe măsura efortului: densitatea primordiilor pentru anumiți butași a crescut față de probele martor cu până la 300%.

Capitolul IV are ca obiectiv monitorizarea electromagnetică a înrădăcinării în uscat a butașilor portaltoi de măr pe o platformă tehnologică cu încălzire bazală.

Materialul biologic a fost constituit din butași portaltoi de soiuri diferite. Platforma tehnologică a fost construită special. Metoda folosită s-a bazat pe tehnologia și aparatura comercializată de compania FLIR, fiind utilizate camera FLIR 640SC și softul FLIR QUICK PLOT 1.2. Rezultatele arată că metoda monitorizării în infraroșu este utilizabilă în cercetările biologice, aplicația noastră fiind o dovadă. Fotogramele preluate în infraroșu și procesate a/n și color conțin informații detaliate privind câmpul termic al butașilor portaltoi studiați, cu temperaturi evaluate cu precizie în punctele stabilite de observator. Rezultatele monitorizării sunt remarcabile, dar lipsa unui sistem de răcire a aerului în spațiul experimental a inversat temperaturile, provocând compromiterea plantelor. Metoda de monitorizare electromagnetică propusă a permis evidențierea rezultatelor experimentale și evoluția plantelor în condițiile de mediu date.

Capitolul V are ca obiectiv monitorizarea înrădăcinării în verde a butașilor portaltoi de măr în câmp magnetic variabil prin fotograme preluate periodic în spectrul vizibil și procesate cu un soft adecvat. Materialul biologic utilizat l-a constituit un lot de 10 portaltoi de măr CG11, CG23, CG16, CG41, B9, M9, M26, și M106. Echipamentul experimental utilizat a fost conceput și realizat special pentru acest tip de stimulare. Un generator magnetic într-o schema bazată pe componente digitale asigură o precizie ridicată și stabilitate bună unui semnal cu frecvență în banda 3-300 Hz, cu o intensitate a câmpului de până la 10 mT. Aplicarea câmpurilor electromagnetice s-a făcut prin sisteme de bobine plane de tip Helmholtz și Maxwell, proiectate și realizate pentru intensități ale câmpului magnetic de peste 100 de ori valoarea naturală.

Metoda a constatat în preluarea periodică de fotograme ale butașilor portaltoi de măr, distribuiți în 3 loturi diferențiate prin intensitatea câmpului magnetic la care au fost expuși. Au

fost utilizate intensități de 0 mT, 0,5 mT și 4 mT, pentru un câmp electromagnetic având frecvența de 10 Hz. Procesarea imaginilor a fost realizată prin programe specializate pentru proiectare și fabricație mecanică de tip CAD-CAM (SolidWorks).

Rezultatele au dovedit capacitatea aparaturii și a metodei de a realiza obiectivul de monitorizare a procesului de înrădăcinare în verde a butașilor portaltui de măr în câmp magnetic variabil prin fotograme preluate periodic în spectrul vizibil și procesate cu un soft adecvat. Experimentul desfășurat în condiții de vară fierbinte a avut un final dramatic, prin dispariția plantelor după expunerea prelungită la temperaturi apropiate de 50°C, metoda de preluare și interpretare a datelor experimentale demonstrând aceasta.

În **Capitolul VI** se prezintă contribuțiile originale aduse prin modul interdisciplinar de abordare a subiectelor experimentelor supuse monitorizării cu mijloace electromagnetice, combinând utilizarea aparatelor de măsurare a parametrilor stimulilor din domeniile spectrului câmpurilor electromagnetice de la extremă joasă frecvență, la vizibil și infraroșu cu folosirea echipamentelor fotografice și utilizarea unor softuri din domeniul mecanic (SolidWorks) respectiv specializate (ANOVA) pentru analiza și interpretarea rezultatelor monitorizării.

O altă contribuție originală o constituie realizarea echipamentului electronic care a permis generarea câmpului magnetic de extremă joasă frecvență ca stimul privind înrădăcinarea butașilor de măr și care constituie o bază tehnologică pentru dezvoltarea de experimente complexe privind evoluția plantelor în toate stadiile de dezvoltare pornind din faza de germinare. Valoarea deosebită a acestei contribuții a fost confirmată de premiarea de către juriul Salonului Internațional de Invenții PROINVENT 2015 a cererii de brevet referitoare la *Instalația de stimulare electromagnetică a înrădăcinării butașilor și a metodei de utilizare*.

Teza conține 231 de pagini, 141 de figuri și 46 de tabele.

Valorificarea experienței acumulate și a informațiilor obținute în această cercetare s-a realizat și prin publicarea de articole (acceptarea pentru publicare), dintre care amintim:

1. Velcea M, Mihăilescu B., 2014, **Minilab for evaluating the influence of electromagnetic field over “in vitro cultures”**. IEEE 20th International Symposium for Design and Technology in Electronic Packaging (SIITME) 978-1-4799-6962-3, IEEE 227, Bucharest, Romania.

2. Velcea M, Ganea I., 2014, **The experimental structure for investigation of influencing factors in plant biotechnology**. ISB-INMA, București, pag. 605-610.

3. Velcea M., Stănică F., Peticilă A., 2015, **Rooting stimulation of apple rootstocks using an uniform electromagnetic field**. International Conference Agriculture for Life, Life for Agriculture, USAMV București.

4. Mihăilescu B., Velcea M. and Plotog I., 2015, **Comparative assessment of Maxwell and Helmholtz coils magnetic field for biotechnological applications**. IEEE 21th International Symposium for Design and Technology in Electronic Packaging (acceptat pentru publicare)

Alte 14 lucrările ale autorului sunt publicate în WEB OF SCIENCE.

Au fost publicate până în prezent 21 de cărți și alte 23 de articole menționate în „Lista lucrărilor publicate” având ca autor/coautor Marian Velcea.

Concluziile generale:

1. Facilitățile experimentale au fost proiectate și realizate special pentru acest studiu; acestea au funcționat la parametrii propuși, permițând obținerea unor rezultate deosebite (de exemplu o creștere a densității primordiilor pentru anumiți butași, au crescut față de probele martor, cu până la 300%, conform datelor din cap. II). Originalitatea instalației de stimulare a înrădăcinării butașilor a fost apreciată prin premiarea cererii de invenție corespunzătoare.

2. Metoda elaborată și testată în fiecare dintre experimentele descrise și realizate și-a dovedit capacitatea de rezolvare a obiectivelor specifice monitorizării prin câmpuri magnetice a unor procese fiziologice la specia măr. Dezvoltarea metodei prin înlocuirea fotogramelor cu matrice de date obținute prin scanarea 3D cu fascicul laser ar putea fi un pas imediat în rafinarea acesteia.

Continuarea cercetărilor este o cerință a trendului actual de evaluare a interferențelor câmpului electromagnetic tot mai intens și mai extins pe componentele artificiale, cu structurile biologice, cu șanse de identificare a unor soluții practice de interacțiune cu posibile efecte economice.