

## REZUMAT

**Cuvinte cheie:** tomate, curent electric, câmp magnetic, cultură horticolă smart

Studiile și cercetările efectuate în scopul realizării tezei de doctorat cu titlul *Cercetări privind optimizarea tehnologiei de cultivare a tomatelor în spații protejate prin utilizarea curentului electric continuu* s-au desfășurat în perioada 2019-2021, în cadrul serei didactice și de cercetare existente la nivelul sectorului legumicol din Institutul de Cercetări pentru Agricultură și Mediu și în laboratorul disciplinei de Legumicultură, de la Facultatea de Horticultură din Iași.

Teza de doctorat este structurată în două părți și cuprinde șase capitole.

**Partea I** – Stadiul actual al cercetărilor privind utilizarea curentului electric continuu în cultura de tomate

Capitolul 1 – Considerații generale - cultura tomatelor

Capitolul 2 – Stadiul actual al cunoașterii privind utilizarea curentului electric în culturile plantelor

**Partea a II-a** – Rezultatele cercetărilor proprii

Capitolul 3 – Scopul și obiectivele cercetărilor. Material și metodologia de lucru

Capitolul 4 – Studiul condițiilor cadrului natural

Capitolul 5 – Rezultate obținute și discuții

Capitolul 6 – Concluzii și recomandări

La finalul tezei sunt prezentate bibliografia ce cuprinde un număr de 133 de referințe bibliografice, atât din România, cât și din străinătate, cât și anexele ce cuprind lista figurilor, lista tabelelor, respectiv lista lucrărilor științifice publicate.

*Prima parte* a tezei de doctorat, stadiul actual al cercetărilor privind utilizarea curentului electric continuu în cultura de tomate, este alcătuită din două capitole ce cuprind o serie de informații cu caracter general din cadrul literaturii de specialitate.

### **Capitolul 1 – Considerații generale privind cultura tomatelor**

Acest capitol este structurat în șapte subcapitole în care sunt prezentate o serie de noțiuni introductive, de la necesitatea cultivării tomatelor, corelarea producției cu suprafețele și nivelul pieței globale, originea tomatelor, distribuția acestei culturi la nivel global, particularitățile morfo-fiziologice ale plantelor de tomate, exigențele ecologice ale acestora, până la aspectele ce privesc valoarea nutritivă și terapeutică a fructelor de tomate. Aceste noțiuni prezintă tehnologia recomandată de cultivare și cerințele generale ecologice ale tomatelor, respectiv date referitoare la importanța nutritivă a acestora. Prin urmare acest capitol atestă faptul că plantele de tomate sunt cultivate pe scară largă, la nivel mondial, datorită

proprietăților nutritive ale fructelor, cât și al gustului plăcut al acestora, motiv pentru care s-au efectuat numeroase studii care să susțină proprietățile benefice ce reies din consumul fructelor de tomate.

## **Capitolul 2 – Stadiul actual al cunoașterii privind utilizarea curentului electric în cultivarea plantelor**

Acest capitol cuprinde patru subcapitole unde este prezentată istoria descoperirii și utilizării conductivității electrice în plante, studii ce s-au realizat atât pe suprafața terestră, cât și pe stații orbitale pentru a se evita interacțiunea câmpului electromagnetic ce este generat în mod natural de către Pământ.

În primul subcapitol sunt prezentate studiile ce se referă la descoperirea capacității plantelor de a conduce curentul electric. Aici am detaliat pe larg istoricul studiilor efectuate atât la nivelul suprafeței terestre, cât și cercetările efectuate în spațiul cosmic. În cadrul acestui subcapitol, cea mai reprezentativă publicație este cea în care s-au demonstrat efectele prezente la nivel celular, pentru plantele care au fost scoase din zona de interacțiune cu câmpul electromagnetic ce este generat în mod natural de către Pământ. Importanța acestor studii este deosebită, întrucât astfel se poate asigura baza materială fundamentală pentru prezenta cercetare ce atestă posibilitatea obținerii unor rezultate favorabile, comparativ cu cele obținute de către alți oameni de știință până în prezent.

Cel de-al doilea subcapitol scoate în evidență interpretările rezultatelor de cercetare obținute la nivel mondial în cadrul altor studii oficiale ce au fost documentate prin intermediul publicațiilor științifice. Pe baza datelor din cadrul bazei științifice disponibile este expusă o centralizare a principalelor efecte pe care utilizarea electricității sau a câmpului magnetic îl prezintă asupra unor specii diferite de plante, în funcție de organul de plantă supus stimulilor, fiind prezentate punctual efectele pozitive sau negative înregistrate.

La nivelul subcapitolului trei sunt prezentate noțiuni ce țin de electrofiziologia plantelor, fiind prezentat modul în care reacționează plantele la nivel celular, datorită modificării potențialului de membrană. În scopul unei mai clare înțelegeri a modului în care organismul plantelor permite transmiterea impulsurilor electrice prin organismul lor sunt prezentate succint o serie de aspecte ce țin de mecanismele din cadrul electrofiziologiei plantelor. Tot la nivelul acestui subcapitol este prezentată și posibilitatea dezvoltării de biosenzori, prin exemplificarea modalității de obținere a imunosenzorilor umani.

În încheierea acestui capitol, prin intermediul subcapitolului patru, sunt apoi corelate și discutate rezultatele obținute în cadrul cercetărilor științifice efectuate de către cercetătorii interesați de dezvoltarea acestei ramuri prin care culturile plantelor pot fi revoluționate odată cu aplicarea unor stimuli exteriori de natură fizică. Acești stimuli constau în utilizarea unor cureți electrice sau câmpuri magnetice, aplicați

sub diferite modalități, intensități sau durate de timp, în scopul obținerii de recolte sustenabile, mai bogate și mai calitative.

*Partea a doua* a tezei de doctorat unde sunt cuprinse rezultatele cercetărilor proprii, este cea mai vastă, aici fiind regăsite celelalte patru capitole.

**Capitolul 3 – Scopul și obiectivele cercetărilor. Materialul și metodologia de lucru,** este structurat în cinci subcapitole.

Primul subcapitol reprezintă motivația efectuării acestor cercetări științifice dată de numărul extrem de restrâns de cercetători care au început să studieze efectele curentului electric asupra plantelor, rezultatele favorabile obținute de aceștia, respectiv de provocarea științifică personală de a studia comportamentul organismului plantelor în funcție de modul, intensitatea și momentul de aplicare a curentului electric.

În cel de al doilea subcapitol a apărut astfel necesitatea de a stabili scopul prezentului studiu și anume evaluarea influenței curentului electric continuu ce este aplicat în mod permanent asupra plantelor de tomate, pentru a se putea stabili parametrii optimi de cultură în vederea obținerii unor maxime de recoltă din punct de vedere cantitativ și calitativ. Acest scop, odată stabilit, a condus la realizarea obiectivelor de evaluare, determinare și studiere a particularităților morfologice, fiziologice și biochimice ale plantelor de tomate electrostimulate.

Al treilea subcapitol prezintă materialul și metodologia de lucru folosite în cadrul poligonului de cercetare al disciplinei de legumicultură din cadrul Institutului de Cercetări pentru Agricultură și Mediu Iași, pe parcursul anilor de studii din 2019, 2020, respectiv 2021. Ca material biologic a fost folosit hibridul de tomate *Qualitet FI*, datorită caracteristicilor pe care acest hibrid le prezintă în condițiile de cultură prezente în cadrul spațiilor protejate. Pentru materialul biotehnic a fost utilizat un substrat sub formă de amestec omogen, compus din turbă, compost, perlit și orgevit. Pe parcursul perioadei de vegetație, la intervale de timp bine stabilite au fost aplicați fertilizanți, datorită volumului limitat de nutrienți ce se regasesc în interiorul vasului de cultură. Aceste stimulări nutritive au fost realizate în mod similar pentru toate plantele supuse cercetării științifice.

Organizarea cercetărilor descrisă în cel de-al patrulea subcapitol prezintă modul de organizare a cercetării, prin gruparea numărului total de treizeci de plante în șase variante de studiu cu câte cinci plante pe repetiție. Pentru fiecare variantă a fost utilizată câte o metodă distinctă de aplicare a stimulilor electrici. În cazul primelor trei variante fiind aplicați curenți de intensități diferite prin intermediul unor spirale montate în jurul organelor aeriene ale plantelor. Pentru cea de-a patra variantă administrarea curentului s-a realizat direct în corpul plantelor, la cea de-a cincea varianta curentul s-a administrat la nivel radicular cu ajutorul unor electrozi, în timp ce un grup de cinci plante au rămas pentru îndeplinirea rolului de plante de referință.

În cazul tuturor celor cinci variante unde au fost aplicați stimulii electrici durata de aplicare a curentului a fost de la data de 1 mai, până la data de 31 august a fiecărui an de studiu, timp de 24 h/zi.

Tot la nivelul acestui subcapitol au fost stabilite și determinările ce s-au efectuat asupra culturii de tomate, respectiv s-au precizat și descris echipamentele cu ajutorul cărora am efectuat măsurătorile necesare, fiind prezentate și imagini ce demonstrează efortul depus în cadrul acestei lucrări.

În subcapitolul cinci este prezentată metoda de analiză statistică prin care datele rezultate în urma determinărilor sunt prezentate în cadrul tezei de doctorat.

#### **Capitolul 4 – Studiul condițiilor de cadru natural**

La nivelul acestui capitol se regăsesc șapte subcapitole unde sunt detaliate condițiile de studiu din punct de vedere al amplasării geografice și al caracteristicilor reliefului din prisma rețelei hidrologice, a componentelor pedologice, a datelor climatice, respectiv a modului de organizare a serei didactice unde a fost realizat experimentul.

Locul de desfășurare al experimentelor a fost amplasat într-o bază de cercetare modernă, dotată la nivelul standardelor europene de cultivare în regim protejat. Cercetările s-au derulat în cadrul compartimentului numărul II din cadrul complexului didactic al Institutului de Cercetări pentru Agricultură și Mediu, unde este amplasată sera ce aparține disciplinei de legumicultură din cadrul Facultății de Horticultură. Condițiile de mediu asigurate pe parcursul celor trei ani de cercetări au fost identice pentru toate cele șase variante de studiu (lumină, temperatură, umiditate relativă a aerului). Totodată norma de udare aplicată plantelor a fost de asemenea identică pentru toate plantele, cum este de altfel cazul tuturor lucrărilor de îngrijire aplicate.

La nivelul ultimului subcapitol accentul s-a pus în mod special pe datele ecologice înregistrate pe parcursul derulării cercetării științifice, tocmai în ideea de a arăta faptul ca datele furnizate de sistemul informatic al serei au fost similare pe parcursul anilor de studii.

#### **Capitolul 5 – Rezultate obținute și discuții**

În cadrul acestui subcapitol se regăsesc patru subcapitole unde este structurat întregul bilanț de cercetare, prin prisma grupării datelor în funcție de caracteristicile indicatorilor urmăriți.

Pentru prezentarea caracteristicilor morfologice s-a urmărit efectuarea unei serii de determinări asupra înălțimii plantelor, a numărului de frunze, a numărului de fructe, a dimensiunilor acestora (înălțimea și diametrul fructelor), a masei fructelor recoltate, după care s-au determinat suprafețele foliare și masele plantelor pentru

partea aeriană a acestora. În urma acestor determinări au fost obținute rezultate favorabile, acestea indicând fie o serie de diferențe semnificative din punct de vedere statistic, fie variații nesemnificative, dar care pot conduce la factori de impact, odată cu extrapolarea rezultatelor la unități de suprafață pentru cultivarea acestor plante în regim de producție. Diferența cea mai mare obținută, în cadrul acestor determinări, s-a realizat în cazul regimului de înălțime al plantelor.

La cel de-al doilea subcapitol este prezentată influența pe care curentul electric continuu o are asupra tomatelor din perspectiva indicatorilor fiziologici, de această dată urmărind următoarele aspecte: conținutul de pigmenți clorofilieni, rata fotosintezei, indicele de radiație luminoasă de la suprafața frunzei, fiind totodată efectuate determinări și asupra conductanței stomatale, a concentrației de dioxid de carbon substomatale, cât și asupra evapotranspirației. Rolul determinărilor fiziologice a fost acela de a evalua nivelul de similaritate în cultura tomatelor supuse experimentului, prin comparație cu plantele martor. Rezultatele obținute pentru acești indicatori au fost nesemnificative, pe durata tuturor celor trei ani de studiu, aspect datorat faptului că toate plantele au fost amplasate la nivelul aceluiași compartiment din cadrul serei didactice.

În subcapitolul trei sunt prezentate rezultatele obținute în urma determinărilor biochimice. Aceste determinări prezintă o importanță deosebită întrucât acestea sunt specifice calității fructelor obținute, aspect determinant în selectarea produselor de către clienți. Pentru a se prezenta o imagine cât mai relevantă, în acest sens, au fost efectuate determinări asupra unei categorii cât mai complexe de indicatori, respectiv: fermitatea fructelor, aciditatea, substanța uscată solubilă, substanța uscată complementar cu gradul de umiditate al fructelor, conținutul în lycopen, polifenoli și  $\beta$ -caroten. De asemenea s-au efectuat determinări asupra capacității antioxidante, a lipidelor brute, a proteinelor brute, a fibrelor brute și a celor dietetice, a energiei calorice, a conținutului de minerale (potasiu, calciu, magneziu, fier, zinc, sodiu), respectiv asupra conținutului de antinutrienți din fructe, unde s-au urmărit acidul fitic, taninurile, oxalații, saponinele, inhibitorii de tripsină și inhibitorul de  $\alpha$ -amilază. Ca urmare a analizelor efectuate au fost obținute rezultate care fie au marcat o serie de diferențe semnificative statistic, cum este cazul majorității acestor indicatori, în special la plantele stimulate electric fiind obținute valorile maxime, fie diferențe nesemnificative statistic, acestea din urmă fiind specifice unui număr mai restrâns de indicatori. Drept urmare, din determinările biochimice se indică faptul că plantele stimulate prezintă caracteristici fitoterapeutice, nutritive și organoleptice superioare plantelor martor.

În cadrul ultimului subcapitol, sunt prezentate rezultatele privind producția obținută, ca medie pentru cei trei ani de studiu. Aceste rezultate sunt prezentate pentru a se observa dacă se realizează un contrast între indicatorii calitativi și cei cantitativi sau dacă ambii prezintă o evoluție favorabilă, aspect în urma căruia s-a

constatat faptul că ambii indicatori prezintă rezultate favorabile prin utilizarea curentului electric continuu în cultura plantelor de tomate.

### **Capitolul 6 – Concluzii și recomandări**

În ultimul capitol din cadrul acestei teze de doctorat sunt prezentate concluziile privind particularitățile morfologice, fiziologice și biochimice, cât și datele privind producția din cadrul condițiilor experimentale, concluzii ce indică rezultate favorabile, ca urmare a activității de cercetare desfășurată. Totodată este arătat faptul că prin utilizarea curentului electric ca factor de stimulare se pot obține rezultate pozitive, venind astfel în întâmpinarea nevoilor actuale de satisfacere a cerințelor de hrană din ce în ce mai drastice de la nivel mondial, nevoi datorate în special creșterii numărului populației, dar și în urma degradării mediului înconjurător din cauza poluării. Astfel s-a ajuns la recomandarea utilizării unui astfel de sistem de automatizare de tip smart și la încurajarea continuării cercetărilor de acest tip pe o scară cât mai largă de specii de plante.