

**UNIVERSITATEA DE ȘTIINȚE AGRONOMICE ȘI MEDICINĂ  
VETERINARĂ BUCUREȘTI  
FACULTATEA DE HORTICULTURĂ**

**Ing. Maacaroun Antoun Emile**

**CERCETĂRI PRIVIND RĂSPUNSUL  
UNOR PLANTE LEGUMICOLE LA STRESUL SALIN  
PRODUS PRIN APA DE IRIGARE**

Teză pentru obținerea titlului științific de  
„doctor în horticultură”

**CONDUCĂTOR ȘTIINȚIFIC:**

**Prof. univ. dr. Ruxandra Ciofu**

**BUCUREȘTI**

**2008**

## CUPRINS

|  |           |
|--|-----------|
| INTRODUCERE.....   | I         |
| <b>CAPITOLUL 1- IMPORTANȚA, SITUAȚIA ȘI PERSPECTIVA CULTURILOR LEGUMICOLE.....</b>   | <b>1</b>  |
| 1.1 Importanța plantelor legumicole pe plan mondial și în România.....   | 1         |
| 1.2 Situația actuală și perspectiva plantelor legumicole pe plan mondial și în România.....  | 3         |
| <b>CAPITOLUL 2- CERCETĂRI PRIVIND CALITATEA APEI DE IRIGARE ȘI A INFLUENȚEI ACESTEIA ASUPRA PROPRIETĂȚILOR SOLULUI ȘI A PLANTELOR.....</b> | <b>5</b>  |
| 2.1 Criterii de clasificare a apei salină .....  | 5         |
| 2.2 Calitatea apei de irigare și influența asupra proprietăților fizico-chimice ale solului.....   | 10        |
| 2.2.1 Conținutul total în săruri .....   | 10        |
| 2.2.2 Compoziția ionică .....  | 15        |
| 2.2.3 Prezența oligo-elementelor .....   | 18        |
| 2.2.4 Efectul irigației cu apă salină asupra vitalității solului.....  | 19        |
| 2.3 Efectul salinității asupra plantelor.....  | 20        |
| 2.3.1 Caracteristici morfologice.....  | 21        |
| 2.3.2 Caracteristici anatomice.....  | 21        |
| 2.3.3 Procese fiziologice .....  | 22        |
| 2.4 Efectul salinității asupra producției și calității acesteia .....  | 22        |
| <b>CAPITOLUL 3- CARACTERISTICILE BIOLOGICE ȘI TEHNOLOGICE ALE TOMATELOR, SPANACULUI ȘI RIDICHIILOR .....</b>                               | <b>26</b> |
| 3.1. Tomatele ( <i>Lycopersicon esculentum L.</i> ) .....  | 26        |
| 3.1.1. Scurt istoric al tomatelor .....  | 26        |
| 3.1.2 Caracteristici morfologice.....  | 28        |
| 3.1.3 Cerințe ecologice .....  | 31        |
| 3.1.4 Tehnologia de cultură a tomatelor în seră.....   | 36        |
| 3.2 Spanacul ( <i>Spinacia oleracea L.</i> ).....  | 38        |
| 3.2.1 Scurt istoric și importanța spanacului .....   | 38        |
| 3.2.2 Particularități botanice și biologice.....   | 39        |

|  |            |
|--|------------|
| 3.3.3 Cerințe ecologice .....  | 40         |
| 3.3.4 Tehnologia de cultură a spanacului în sera neîncălzită.....  | 42         |
| <b>3.4 Ridichiile (<i>Raphanus sativus</i> L.) .....</b>   | <b>42</b>  |
| 3.4.1 Scurt istoric și importanța ridichiilor .....  | 42         |
| 3.4.2 Particularități botanice și biologice.....   | 43         |
| 3.4.3 Cerințe ecologice .....  | 44         |
| 3.4.4 Tehnologia de cultură a ridichiilor în sera neîncălzită .....  | 45         |
| <br>   |            |
| <b>CAPITOLUL 4 – ORGANIZAREA EXPERIENȚEI, MATERIAL ȘI METODĂ. 46</b>   |            |
| <b>4.1 Prezentarea zonei și a condițiilor eco-climatice de desfășurare a experiențelor. 46</b>                                 |            |
| 4.1.1 Descrierea serei experimentale .....   | 46         |
| 4.1.2 Prezentarea condițiilor climatice.....   | 47         |
| <b>4.3 Materiale utilizate .....</b>   | <b>49</b>  |
| <b>4.4 Organizarea experiențelor și metode de lucru .....</b>  | <b>52</b>  |
| <b>4.5 Agrotehnica aplicată.....</b>   | <b>53</b>  |
| <b>4.6 Observații și determinări .....</b>   | <b>55</b>  |
| <br>   |            |
| <b>CAPITOLUL 5 – REZULTATE PRIVIND EFECTUL SALINITĂȚII APEI DE IRIGARE ASUPRA SOLULUI.....</b>                                 | <b>60</b>  |
| <b>5.1 Efectul irigării cu apă salină asupra concentrației de săruri din sol . .....</b>                                       | <b>60</b>  |
| <b>5.2 Influența salinității apei de irigare și a solului asupra biologiei și enzimologiei solului .....</b>                   | <b>62</b>  |
| 5.2.1 Efectul irigării cu apă salină asupra vitalității, respirației și celulozei solului.....                                 | 62         |
| 5.2.2 Efectul irigării cu apă salină asupra potențialului enzimatic al solului .....   | 66         |
| 5.2.3 Influența apei de irigare asupra indicilor biologici ai solului (ISB%).....  | 71         |
| <br>   |            |
| <b>CAPITOLUL 6 – REZULTATE ȘI DISCUȚII PRIVIND EFECTUL IRIGĂRII CU APĂ SALINĂ ASUPRA CĂTORVA CULTURI LEGUMICOLE ÎN SERĂ ..</b> | <b>73</b>  |
| <b>6.2 Influența irigării cu apă salină asupra culturii de tomate în sera neîncălzită ....</b>                                 | <b>73</b>  |
| 6.2.1 Rezultate privind creșterea plantelor .....  | 73         |
| 6.2.2 Rezultate privind înflorirea și fructificarea.....   | 89         |
| 6.2.3 Rezultate privind calitatea fructelor.....   | 101        |
| 6.2.4 Influența salinității asupra potențialului productiv al tomatelor.....   | 127        |
| <b>6.3 Influența irigării cu apă salină asupra culturii de spanac în sera neîncălzită ..</b>                                   | <b>136</b> |
| 6.3.1 Influența salinității solului asupra creșterii plantelor.....  | 136        |
| 6.3.2 Influența salinității solului asupra calității părții comestibile la spanac .....  | 148        |
| 6.3.3 Influența apei saline asupra producției .....  | 159        |

|   |            |
|---|------------|
| <b>6.4 Influența irigării cu apă salină asupra culturii de ridichii în sera neîncălzită..</b>                 | <b>162</b> |
| 6.4.1 Influența salinității solului asupra creșterii plantelor.....   | 162        |
| 6.4.2 Influența salinității asupra câtorva criterii de calitate la rădăcinile ridichii .....                  | 176        |
| 6.4.3 Producția de ridichii și relația cu salinitatea .....   | 194        |
| <b>6.5 Analize comparative ale rezistenței tomatelor, spanacului și ridichiilor în sera neîncălzită .....</b> | <b>198</b> |
| <b>CONCLUZII .....</b>  | <b>202</b> |

## REZUMAT

Deoarece resursele de apă de bună calitate sunt din ce în ce mai amenințate, apa este una din mizele secolului XXI. Această evoluție este legată pe de o parte de creșterea consumului și a populației iar pe de altă parte de daunele aduse apei de bună calitate prin poluare. Până în anul 2025 în aproximativ 20 de țări, care reprezintă 40% din populația mondială, nu vor mai exista resurse de apă de bună calitate, pentru a răspunde nevoilor acesteia. Ne așteptăm la o creștere a populației mondiale care actualmente atinge aprox. 6 miliarde de locuitori, din care 160 milioane se găsesc în regiunile nord africane. Agricultură irigată reprezintă în prezent o treime din populația mondială și se estimează că producția acestei agriculturi trebuie să ajungă în 2040 la 50% din producția mondială pentru a putea satisface hrana viitoarei populații.

În majoritatea țărilor mediteraneene agricultura utilizează 85% din totalul apei consumate. În fața acestei probleme a lipsei apei, lumea orientează către folosirea apei neconvenționale apele sărate sau folosite. Totuși folosirea apei sărate are consecințe asupra mediului deoarece ea poate provoca salinizarea și alcalinizarea pământurilor irigate. Astfel trebuie să se realizeze o gestionare rațională a apelor marginale deoarece este singurul mijloc de a furniza apă sectorului agricol într-o manieră durabilă fără a perturba în mod grav mediul înconjurător .

Pentru a contribui la cercetarea acestui domeniu ne-am propus prin prezenta lucrare să studiem posibilitatea utilizării apei sărate pentru irigarea culturilor de legume care reprezintă **obiectivul principal** al studiului de față.

Pe acest obiectiv principal se bazează celelalte obiective secundare după cum urmează:

- Compararea câtorva plante legumicole care au o toleranță diferită față de salinitate: tomate, spanac, ridichii;
- Influența diferitelor concentrații ale sărurilor în sol asupra plantelor;
- Efectul diferitelor concentrații de sare a apei de irigare asupra câtorva procese fiziologice;
- Efectul salinității asupra cantității și calității produselor vegetale;
- Determinarea efectului irigării cu apă sărată asupra solului și microbiologiei solului.

**Prima parte** a tezei este constituită dintr-un studiu documentar privind analiza stadiului actual în domeniul culturii legumicole, spațiilor protejate și a cunoștințelor în

domeniul salinității și utilizarea sa în cultura legumelor, având drept sursă de documentare articole științifice, cărți, manuale și tratate de specialitate, teze de doctorat, reviste și publicații, informații recente accesate de pe site-urile Ministerului Agriculturii, FAO, etc.

În *primul capitol* al tezei de doctorat a fost făcută o evaluare a importanței alimentare, a proprietăților terapeutice și cosmetice și importanța economică a legumelor, situația actuală și perspectivele de dezvoltare a culturilor legumicole pe plan mondial și național.

În *capitolul 2* sunt prezentate criteriile de clasificare a apelor sărate folosite ca surse de irigare, apoi parametrii care au permis caracterizarea gradului de salinizare al apei și influența salinității asupra plantei punând în evidență riscurile legate de ionii de sodiu și cloruri și proprietățile benefice ale cationului de calciu și rezistența câtorva plante legumicole la acest tip de stres biotic.

*Capitolul 3* are drept scop analiza aspectului legat de speciile studiate (tomate, spanac și ridichi), clasificarea lor în funcție de origine, istoric, importanță, particularități morfologice și biologice și cerințele ecologice față de principalii factori (lumină, temperatură, apă și sol) și tehnologia de cultură.

*Partea a doua* a tezei prezintă programul experimental, aspectele studiate și rezultatele obținute în cadrul cercetării.

*Capitolul 4* prezintă condițiile experimentale (zona, amplasarea geografică, condițiile pedoclimatice, temperaturile, precipitațiile, descrierea sectorului), organizarea experienței pe timpul celor trei ani de cercetare (2006, 2007, 2008), influențe și particularități, materiale utilizate și metodele aplicate în cadrul cercetării, pentru fiecare specie și modul de folosire a apei saline în diferite concentrații, ca surse de irigare.

Experiența este de tip monofactorial cu patru variante reprezentate de cele patru concentrații diferite de săruri conținute în apa de irigație după cum urmează: V1 (martor irigat cu apă de la robinet), V2 (irigare cu apă de 1 dS/m), V3 (irigată cu apă de 2.5 dS/m), V4 (irigată cu apă de 4 dS/m) și patru repetiții pentru fiecare variantă experimentală.

Rezultatele și discuțiile sunt prezentate în capitolele 5 și 6 unde cercetările au drept scop studierea influenței irigării cu apă sărată asupra solului și creșterii și dezvoltării calității produselor comestibile și randamentul tomatelor, spanacului și ridichilor cultivate în sera neîncălzită.

Interpretarea rezultatelor obținute pentru fiecare experiență a permis elaborarea unor corelații între parametrii studiați și emiterea unor concluzii parțiale.

*Capitolul 5* conține rezultatele privind efectul salinității apei de irigare asupra solului: i) creșterea concentrației sărurilor în sol a fost cauzată de irigările succesive cu apă sărată în cursul celor trei ani de studiu. În cazul ridichilor modificarea concentrațiilor de săruri în sol a fost mai mică pentru variantele V3 (2.5 dS/m) și V4 (4 dS/m); a fost înregistrată o creștere de 6,3 ori și respectiv 10 ori față de martor și dimpotrivă în cazul tomatelor pentru aceleași variante V3 și V4 concentrațiile de săruri în sol au crescut de 11 și respectiv 13 ori față de martor. Rezultatele au demonstrat că rădăcinile ridichilor au avut cea mai mare capacitate de absorbție a sărurilor din sol. ii) Toți indicatorii biologici studiați arată scăderea semnificativă a activităților vitale și pedoenzimice sub influența creșterii concentrațiilor de săruri în sol.

În comparație cu martorul pentru toate variantele irigate cu apă sărată activitatea catalazică, zaharoza, ureaza și fosfataza s-au redus în mod semnificativ.

*Capitolul 6* prezintă rezultatele privind efectul irigației asupra tomatelor, spanacului și ridichilor, parametrii de vegetație în condițiile stresului salin au suferit modificări pe plan morfologic și fiziologic care au contribuit la diferite nivele de creștere și dezvoltare față de cele găsite în cazul în care acest stres salin lipsește.

Pentru tomate: la toate variantele irigate cu apă sărată s-a produs o scădere a valorilor parametrilor de creștere a plantelor, în comparație cu varianta martor. Înălțimea plantelor a fost cel mai mult afectată de salinitate, scăzând în mod semnificativ de la 11 la 28.5 cm în cazul variantelor V2-V4, față de martor. Conținutul în pigmenți asimilatori a fost de asemenea afectat în mod negativ.

Calitatea fructelor de tomate a fost afectate și ea de salinitate. Comparațiile între varianta V1 martor și V4 (irigate cu apă care a avut cea mai mare concentrație de săruri) au arătat că există o creștere în cazul diametrului (15%) și a conținutului în substanță uscată (30%) și volum (31%). Parametrii de natură fiziologică și biochimică ai fructelor au fost și ei influențați negativ, din cauza salinității apei pentru irigare. Valorile lor au fost diminuate în raport cu martorul: respirația (41%); pigmenții carotenoizi (aprox. 50%); conținutul în zahăr total (31%), dimpotrivă având loc o creștere a conținutului în vitamina C și a conținutului în aciditate totală începând cu V1 până la V4.

Producția de tomate a evoluat în același sens pe toată perioada experimentării cu diferențe între variante, salinitatea având un efect negativ asupra precocității producției. Varianta V1 a înregistrat producție timpurie de 31 % din producția totală în timp ce V4 a avut numai 21% din producția totală.

Producția totală a fost de (52.21t/ha) în cazul martorului în timp ce în cazul variantei V4 (irigată cu apă care a avut cea mai mare concentrație de sare) a avut loc o scădere de 48 %.

În cazul spanacului: comparând V1 martor și V4 (cu cea mai mare concentrație în săruri) putem sublinia următoarele scăderi ale valorilor după trei ani de irigații succesive cu apă sărată: masa părții aeriene (27%), înălțimea plantei (24.3%), numărul frunzelor pe plantă (37%) și lungimea rădăcinii (42%).

Comparațiile între variantele extreme (V1-V4) arată că substanța uscată și zahărul total au înregistrat o scădere de 17% și respectiv 46% dar în cazul acidității totale iar conținutul în vitamina C a crescut de 30%, respectiv 11%.

În comparație cu media experienței producția de spanac a avut o pierdere de 22.4% în cazul concentrației de săruri din sol.

În cazul ridichilor, la varianta V 4 (3.354 dS/m), după trei ani de irigații succesive cu apă sărată, s-a observat o scădere a valorilor parametrilor de creștere în comparație cu martorul : masa frunzelor (16%), înălțimea plantei (24%) și numărul de frunze (45%).

Făcând o comparație între V1 și V4 putem concluziona că a avut loc o scădere semnificativă a masei, diametrului și volumului rădăcinii respectiv 25%, 44%, 53%.

În ceea ce privește parametrii fiziologici și biochimici studiați în cei trei ani de experiență putem concluziona că : prin compararea variantelor extreme (V1-V4) conținutul în substanță uscată și zahăr total a scăzut (cu 23% până la 30%) în timp ce în cazul acidității și conținutului în vitamina C s-a constatat o creștere de 35.71% și de 24%. S-au înregistrat diferențe mari în cazul concentrației superioare la 3.3 dS/m care au indus la o pierdere a producției de aproximativ 50% în raport cu martorul.

**Ultimul capitol** al tezei cuprinde concluziile generale privind influența irigației cu apă sărată asupra solului, creșterii și dezvoltării calității produselor comestibile și a producțiilor de tomate, spanac și ridichii cultivate în sera neîncălzită.

În funcție de rezistența lor la salinitatea apei de irigație și respectiv la concentrațiile sărurilor din sol plantele legumicole studiate pot fi clasificate astfel: rezistent - spanacul, rezistență medie - tomatele, nerezistente - ridichile.



Pentru a evita pierderile de recoltă mai mari de 26% față de potențialul biologic al plantelor irigate se recomandă utilizarea apei de irigare salină în serele neîncălzite în condiții de sol brun roșcat până la concentrațiile de 2.551 dS/m în cazul ridichilor; 3.014 dS/m pentru tomate și 3.7 dS/m pentru spanac.