

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

ARDELEAN IOANA CORINA

**Cercetări cu privire la acumularea unor substanțe minerale
poluante în fructele de tomate în funcție de zona de cultură
și de tehnologia aplicată**

CONDUCĂTOR ȘTIINȚIFIC

Prof. Dr. Ing. CORNELIU NICULAE PETRESCU

2006

CUPRINS

| | |
|---|-----------|
| INTRODUCERE – MOTIVAȚIA LUCRĂRII..... | 6 |
| CAP 1. CULTURA TOMATELOR ÎN CONTEXTUL POLUĂRII CU SUBSTANȚE TOXICE | 8 |
| CAP 2. SURSE ȘI FORME DE METALE POTENȚIAL TOXICE ÎN SISTEME SOL-PLANTĂ...10 | |
| 2.1. INFORMAȚII GENERALE..... | 10 |
| 2.2. METALELE GRELE PROVENITE DIN DEZAGREGAREA MINERALELOR..... | 11 |
| 2.3. SURSE ANTROPOLOGICE ALE METALELOR GRELE ÎN SOLURI..... | 13 |
| 2.4. CANTITĂȚILE DE METALE GRELE ÎN SOL ȘI PLANTĂ | 14 |
| 2.5. STRUCTURA CHIMICĂ A SOLULUI ȘI INTERACȚIA DIVERȘILOR COMPONENTI CU METALELE GRELE | 15 |
| 2.6. INPUTUL METALELOR GRELE ÎN SOLURILE DIN AMENDAMENTE AGRICOLE | 18 |
| 2.7. INPUTURI DE METALE GRELE DIN ATMOSFERĂ ÎN SOLURI..... | 19 |
| 2.8. FORMELE METALELOR TOXICE CARE AFECTEAZĂ SISTEMELE SOL-PLANTĂ | 20 |
| 2.9. CE SE ÎNȚELEG PRIN TOXICITATEA METALELOR ÎN SISTEMUL SOL-PLANTA | 21 |
| 2.9.1. <i>Introducere</i> | 21 |
| 2.9.2. <i>Toxicitatea metalelor</i> | 24 |
| 2.9.3. <i>Definirea toxicității metalelor și a fitotoxicității</i> | 27 |
| CAP 3. MECANISMELE ABSORBȚIEI METALELOR..... | 30 |
| 3.1. TRANSPORTUL PRIN MEMBRANE | 31 |
| 3.2. ABSORBȚIA APEI ȘI A SUBSTANȚELOR DIZOLVATE, PRIN RĂDĂCINĂ | 33 |
| 3.3. ABSORBȚIA DE CĂTRE RĂDĂCINĂ A SUBSTANȚELOR DIN SOLUȚIA SOLULUI | 35 |
| 3.4. TRANSPORTUL IONILOR PRIN PLASMALEMĂ | 37 |
| 3.5. RELAȚIILE DINTRE SOLUȚIA SOLULUI ȘI CELULELE RĂDĂCINII | 39 |
| 3.6. FORȚELE CARE DETERMINĂ ABSORBȚIA APEI ÎN CELULA VEGETALĂ | 41 |
| 3.7. FACTORII CARE INFLUENȚEAZĂ INTENSITATEA ABSORBȚIEI APEI ȘI A SUBSTANȚELOR MINERALE | 45 |
| 3.8. ABSORBȚIA EXTRARADICULARĂ | 52 |
| 3.9. FUNCȚIILE FIZIOLOGICE ALE PERETELUI CELULAR..... | 53 |
| 3.10. ADAPTAREA PLANTELOR LA NUTRIȚIA DEFICITARĂ CU SUBSTANȚE MINERALE | 54 |
| 3.11. METALELE GRELE..... | 54 |
| 3.12. EFECTUL FIZIOLOGIC AL APEI | 57 |
| 3.13. ETAPA A DOUA A ABSORBȚIEI METALELOR | 58 |
| CAP 4. FACTORI CARE INFLUENȚEAZĂ DISTRIBUȚIA METALELOR ÎN SOL..... | 66 |
| 4.1. INFLUENȚA PH-ULUI..... | 69 |
| 4.2. INFLUENȚA TĂRIEI IONICE: | 69 |
| 4.3. EFECTELE CINETICE..... | 70 |
| 4.4. NATURA CATIONULUI | 70 |
| 4.5. CARACTERISTICILE TIPULUI DE SOL | 71 |
| CAP 5. REACȚIA PLANTELOR LA METALELE GRELE..... | 73 |
| 5.1. REACȚIA DE ADAPTARE A PLANTELOR LA EXCESUL DE METALE GRELE | 74 |
| 5.1.1 <i>Reacțiile fiziologice ale plantelor la metale grele. Cuantificarea toleranței la metale.</i> | 75 |
| 5.2. NATURA FIZIOLOGICĂ A TOLERANȚEI | 76 |
| 5.2.1. <i>Mecanismele de inducere a toleranței</i> | 78 |
| 5.2.2. <i>Mecanismele de toleranță la metale grele în plantele superioare</i> | 78 |
| 5.2.3. <i>Producerea de compuși intracelulari care formează legături cu metalele</i> | 79 |
| 5.2.4. <i>Modificarea căilor de compartimentare a metalelor</i> | 80 |
| 5.2.5. <i>Modificări în metabolismul celular</i> | 81 |
| 5.2.6. <i>Modificarea capacității de legare a ionilor metalici în peretele celular</i> | 81 |
| 5.2.7. <i>Rolul exudatelor în chelatarea metalelor</i> | 81 |

| | |
|--|------------|
| 5.2.8. Rolul micorizelor în creșterea toleranței la metale grele | 82 |
| 5.2.9. Rezistența plantelor la unele metale grele..... | 83 |
| 5.2.10. Prezența și răspândirea metalelor toxice în ecosisteme..... | 85 |
| 5.2.11. Studiile compartimentale sau "auditul" ecologic..... | 86 |
| CAP 6. SURSE DE POLUARE CE TREBUIE LUATE ÎN CONSIDERARE..... | 87 |
| 6.1. PESTICIDELE CA SURSĂ POLUANTĂ..... | 87 |
| 6.2. NITRAȚII CA SURSĂ POLUANTĂ..... | 90 |
| 6.3. POLUAREA SOLULUI PRIN DEȘEURI MENAJERE..... | 91 |
| CAP 7. SELENIUL CA SURSĂ DE POLUARE..... | 98 |
| 7.1. DISTRIBUȚIA SELENIULUI ÎN MEDIU..... | 98 |
| 7.2. SELENIUL ÎN PLANTE..... | 100 |
| CAP 8. COMPORTAMENTUL ARSENULUI ÎN SOLURILE CONTAMINATE..... | 102 |
| 8.1. ARSENUL ANORGANIC | 103 |
| 8.2. ARSENUL ORGANIC | 104 |
| 8.3. FENOMENE CE INFLUENȚEAZĂ MOBILITATEA ARSENULUI ÎN SOL..... | 104 |
| 8.3.1. Reacțiile de oxido-reducere | 105 |
| 8.3.2. Reacțiile de complexare și coprecipitare..... | 105 |
| 8.3.3. Absorbția și Desorbția..... | 106 |
| CAP 9. ACUMULAREA ȘI TOLERANȚA DE CD SI PB ÎN PLANTE..... | 110 |
| 9.1. HIPERACUMULATORI..... | 112 |
| CAP 10. STUDII ASUPRA POSIBILITĂȚILOR DE FITOREMEDIERE A SOLURILOR CONTAMINATE CU METALE GRELE | 120 |
| 10.1. FERTILIZAREA | 122 |
| 10.2. CHELATIZAREA..... | 123 |
| 10.3. ROLUL SULFULUI..... | 123 |
| CAP 11. CERCETARI PROPRII PENTRU DETERMINAREA METALELOR GRELE ÎN SOL ȘI PLANTE | 126 |
| 11.1. RECOLTAREA PROBELOR | 126 |
| 11.2. PREGĂTIREA PROBEI ÎN VEDEREA ANALIZEI..... | 127 |
| 11.3. PĂSTRAREA PROBELOR DUPĂ USCARE | 128 |
| 11.4. DISTRUGEREA MATERIEI ORGANICE | 128 |
| 11.6. ANALIZA PROPRIU- ZISĂ | 132 |
| CAP 12. SISTEMUL DE CULTURĂ HIDROPONICĂ LA TOMATE..... | 136 |
| CAP 13. ARSENUL CA SURSA DE POLUARE A SOLULUI SI PLANTEI..... | 152 |
| 13.1. ANALIZA CHIMICA..... | 152 |
| 13.2. ANALIZA XRD ȘI SEM..... | 154 |
| 13.3. EXTRAȚIA SECVENȚIALĂ | 155 |
| 13.4. TESTE DE MOBILITATE..... | 158 |
| 13.5. CONCLUZII: | 161 |
| CAP 14. STUDII EXPERIMENTALE ASUPRA ABSORBȚIEI METALELOR GRELE FACILITATĂ DE TRATAMENTUL SOLULUI CU AGENȚI CHELATIZANȚI | 162 |
| 14.1. MATERIALE ȘI METODE | 163 |
| 14.2. SOLUBILIZAREA METALULUI ȘI FORMELE SALE ÎN SOL..... | 164 |
| 14.3. EFECTUL APLICAȚIILOR DE EDTA ASUPRA CREȘTERII PLANTELOR ȘI ASUPRA ABSORBȚIEI Pb..... | 165 |
| 14.4. EFECTUL DIFERIȚILOR AGENȚI CHELATIZANȚI ASUPRA CREȘTERII VERZEI ȘI ACUMULĂRII Pb..... | 165 |
| 14.4.1. Cantitatea și modul de aplicare al EDTA-ului | 166 |
| 14.4.2. Rezultate | 166 |

| | |
|---|------------|
| 14.4.4. Efectul EDTA-ului asupra creșterii plantei și absorbției de Pb în plantă..... | 169 |
| 14.4.5. Efectul agenților chelatanți asupra creșterii și dezvoltării varzei și acumulării Pb..... | 171 |
| 14.4.7. Efectul cantității și a modului de aplicare al EDTA..... | 174 |
| 14.5. CONCLUZII..... | 177 |
| CAP 15. CERCETĂRI PROPRII ASUPRA INFLUENȚEI CONCENTRAȚIILOR METALELOR GRELE ASUPRA TOMATELOR CULTIVATE PE SUBSTRATE/SOL CONTAMINATE CU ACESTE ELEMENTE..... | 179 |
| 15.1. DETERMINAREA METALELOR GRELE ÎN SOL..... | 179 |
| 15.1.1. <i>Introducere</i> | 179 |
| 15.1.2. <i>Reactivi de metode de extracție</i> | 180 |
| 15.2. DETERMINAREA CONȚINUTULUI DE METALE GRELE ÎN LEGUMELE CULTIVATE PE COMPOSTURI ÎMBOGĂȚITE CU PRODUSE SECUNDARE ALE EPURĂRII DEȘEURILOR MENAJERE..... | 186 |
| 15.3. STUDII ASUPRA DISTRIBUȚIEI DIFERITELOR FORME ALE METALELOR GRELE ÎNTRE FRAȚIUNILE COMPOSTURILOR DE CULTURĂ..... | 192 |
| 15.3.1 <i>Rezultate și discuții</i> | 192 |
| 15.3.2 <i>Compararea composturilor între ele din punct de vedere al compoziției</i> | 196 |
| 15.3.3 <i>Concluzii</i> | 198 |
| 15.4. STUDII COMPARATIVE ASUPRA METODELOR DE EXTRAȚIE ALE METALELOR GRELE DIN SUBSTRATUL DE CULTURA ȘI PLANTA..... | 199 |
| 15.4.1. <i>Materiale și metode</i> | 200 |
| 15.4.2. <i>Rezultate și discuții</i> | 202 |
| 15.4.3. <i>Corelații între concentrațiile metalelor grele în fructele și frunzele de tomate după digestia cu acid clorhidric</i> | 208 |
| 15.4.4. <i>Corelații între concentrațiile metalelor grele în fructele și frunzele de tomate după digestia cu acid percloric</i> | 211 |
| 15.4.5. <i>Testarea existenței unor diferențe între concentrațiile de Fe ...Cd din substratele de cultură atunci când se folosește metoda de extracție AL</i> | 214 |
| 15.4.6. <i>Compararea concentrațiilor obținute în urma extracției cu Acetat de amoniu pentru Fe...Cd între substratele de cultură</i> | 220 |
| 15.4.7. <i>Compararea concentrațiilor obținute în urma extracției cu Acid sulfuric/acid clorhidric pentru Fe...Cd între substratele de cultură</i> | 226 |
| 15.4.8. <i>Compararea concentrațiilor obținute în urma extracției cu Acid azotic pentru Fe...Cd între substratele de cultură</i> | 232 |
| 15.4.8.1. <i>Corelații între concentrațiile metalelor grele în fructele și frunzele de tomate obținute prin dezagregarea cu acid azotic</i> | 238 |
| 15.4.9. <i>Compararea concentrațiilor obținute în urma extracției cu Acid azotic/ Acid clorhidric pentru Fe...Cd între substratele de cultură</i> | 242 |
| 15.5. NIVELUL METALELOR GRELE ÎN FRUCTELE DE TOMATE CULTIVATE PE SUBSTRATE DE NUCĂ DE COCOS..... | 248 |
| 15.5.1. <i>Materiale și Metode</i> | 249 |
| 15.5.2. <i>Rezultate și discuții</i> | 250 |
| 15.5.3. <i>Influența concentrației de Cd și Zn din substratul de nucă de cocos asupra acumulării Cd în fructele de tomate (ppm)</i> | 255 |
| 15.5.4. <i>Concluzii</i> | 257 |
| 15.6. INFLUENȚA NI ASUPRA TOMATELOR CULTIVATE ÎN SISTEM HIDROPONIC..... | 259 |
| 15.6.1. <i>Materiale și metode</i> | 259 |
| 15.6.2. <i>Rezultate și discuții</i> | 262 |
| 15.6.3. <i>Model liniar de estimare a concentrației de Ni în plantele de tomate crescute în sistem hidroponic pe parcursul evoluției acestora</i> | 262 |
| 15.6.4. <i>Concluzii</i> | 263 |
| CONCLUZII..... | 265 |
| BIBLIOGRAFIE..... | 270 |
| OPIS..... | 286 |

INTRODUCERE – MOTIVAȚIA LUCRĂRII

Problema poluării cu metale grele a solului și plantelor în contextul general al calității produselor agricole și al asigurării sănătății ființelor vii (omului, animalelor, plantelor), evitarea dereglării echilibrului ecosistemului precum și necesitatea abordării și elucidării problemelor referitoare la calitate produselor de seră în vederea perfecționării tehnicilor de cultură fără sol, face necesară o intensă monitorizare a diferențelor în conținutul în agenți poluanți a legumelor.

Există încă multe semne de întrebare la nivelul opiniei publice cu privire la diferențele din punct de vedere calitativ între legumele cultivate în sere, în sistem controlat de nutriție, fără sol, și sistemele clasice de cultură. Sunt culturile de seră fără sol, bazate pe o nutriție controlată și având ca rezultat producții record, mai puțin poluate (cu nitrați, metale grele și pesticide)? Controlul strict și eficient al metabolismului, utilizarea soluțiilor nutritive cu un grad înalt de solubilitate și puritate chimică, utilizarea regulatorilor de creștere, combaterea integrată (biologică) a dăunătorilor precum și utilizarea unor hibridi cu rezistență genetică indusă la boli (viroze, micoze, bacterioze, etc.), evitarea totală a erbicidelor constituie de fapt elemente care explică paradoxal de ce produsele obținute în serele moderne, bazate pe utilizarea ordinaoarelor de proces pot fi în mare măsură nepoluante.

În condițiile actuale din România, unde mari suprafețe de sere (peste 1200 hectare) acoperite cu sticlă, unde culturile se efectuează direct pe sol ameliorat cu gunoi de grajd descompus, utilizând cantități mari de îngrășăminte chimice (cu un conținut mare de balast impurificant: metale grele, etc.) și tratamente frecvente cu pesticide (pentru dezinfecția solului și a plantelor) care afectează viața micro și macrofaunei, producțiile obținute sunt semnificativ reduse (8-12 kg/mp la tomate, 15-20 kg/mp la castraveți), conducând la nerentabilitate economică.

Mari suprafețe de sere au fost construite din considerente energetice în imediata vecinătate a unor termocentrale, pe soluri cu înalt grad de poluare cu emisii de fum și gaze toxice. Exemple în acest sens sunt serele de la Islanita, Popești Leordeni, Militari-București, Tatarani – Ploiești, Baia Mare, etc.

În aceste condiții se pune întrebarea firească dacă produsele obținute în aceste condiții îndeplinesc standardele de calitate cerute pe piața mondială, în condiții de competiție foarte strânsă și a unor reglementări de calitate foarte restrictive.

În aceste sere exploatate 20-30 de ani fără drenaj și posibilități de spălare, s-au produs acumulări de substanțe toxice provenite din balastul fertilizanților minerali, a căror concentrație ridicată determină blocarea la nivelul solului a unor macro și microelemente necesare dezvoltării plantei, măbind totodată gradul de fitotoxicitate precum și preluarea pasivă sau activă a metalelor grele de către plante.

În concluzie, este imperios necesară găsirea unor soluții de eliminare sau evitare a acumulărilor de agenți poluanți, peste limitele acceptate de normele internaționale. Aceste soluții pot fi:

- Evitarea amplasării noilor construcții pe terenuri conținând concentrații ridicate de metale grele (Cd, Pb, Zn, Cu, Al, Mn, Fe, As, Se, etc.)
- Eliminarea suprafețelor de seră cu un înalt grad de poluare existentă sau eventual asigurarea unor sisteme de drenaj care să permită scăderea concentrațiilor de agenți poluanți.
- Utilizarea unor mijloace biologice sau chimice de ameliorare sau scădere a concentrațiilor de metale grele.
- Utilizarea fitochelatinelor ca mijloc de blocare a efectului toxic: alge, microorganisme, etc.
- Evitarea cultivării acelor specii care s-au dovedit a acumula substanțele poluante.
- Creșterea ponderii culturilor pe substraturi minerale sau organo-minerale (vata minerală, perlita, scoarța de pin, compost de rumeguș forestier, fibră de nucă de cocos), sau în sistem hidroponic recirculant (NFT).