

## REZUMAT

*Cuvinte cheie: Lycopersicon esculentum, toleranță, salinitate*

Suprafețele afectate de exces de salinitate sunt destul de mari fiind înregistrate peste 200 milioane ha la nivelul întregii planete și circa 400.000 în România. Sărăturarea solului este un proces frecvent întâlnit la noi și pretutindeni afectând culturile agricole (Koyro *et al*, 2009).

Populația actuală a Terrei este de aproximativ 6.7 miliarde de locuitori și se estimează că aceasta va crește până în anul 2020 depășind opt miliarde, ceea ce va agrava scenariul actual privind insecuritatea alimentară (Athar *et* Ashraf, 2009).

Ținându-se cont de criza de apă mondială cu care ne confruntăm și de faptul că de la an la an suprafețele cu soluri saline se extind tot mai mult, este de asemenea important să se găsească noi soluții de a valorifica puterea uimitoare pe care o are apa de mare, precum și de a identifica și adapta, specii de plante capabile să se dezvolte și să aducă beneficii agriculturii în condiții de salinitate ridicată.

Dintre factorii de stres din mediu, salinitatea rămâne principalul factor care pune sub semnul întrebării viitorul agriculturii. Salinitatea și în special cea antropogenă, reprezintă un rezultat al gestionării defectuoase a irigațiilor.

În țara noastră tomatele ocupă o suprafață de 44.000 ha, din care în sectorul privat 40.200 ha. Tomatele au valoare nutritivă ridicată datorită conținutului fructelor în vitamine, zaharuri, substanțe minerale, aminoacizi și acizi organici (Munteanu, 2003).

Scopul principal al acestui studiu îl reprezintă o mai bună înțelegere a mecanismelor fiziologice și biochimice implicate în toleranța la stres salin a speciei *Lycopersicon esculentum*, dar și identificarea unor populații locale de tomate tolerante la salinitate, din partea de N-E a României. Aceste forme pot fi utilizate pentru îmbunătățirea unor însușiri morfologice implicate în realizarea capacității de producție sau a rezistențelor la boli, precum și în procesul de altoire al tomatelor.

Teza de doctorat cuprinde șapte capitole cu 238 pagini, 40 tabele și 106 figuri, fiind structurată în două părți:

**Partea I** cuprinde date și studii bibliografice cu privire la: particularitățile biologice și ecologice ale toamtelor, aspecte privind conceptual de stres, toleranța plantelor la condiții

nefavorabile de mediu, efectele salinității asupra tomatelor și aspecte generale ale salinității solului din Câmpia Moldovei. Această parte este redactată pe 49 de pagini, reprezentând 26,34% și cuprinde 5 figuri și 8 tabele.

**Partea a II-a** este extinsă pe 137 pagini (73.65%) în care se regăsesc 101 figuri și 32 de tabele. În această parte sunt prezentate rezultatele cercetărilor proprii, cu privire la subiectul tezei de doctorat.

**Materialul biologic** a fost colectat din următoarele localități: Copălău, Dorohoi, Durnești și Mileanca din Județul Botoșani precum și localitățile Balș, Șcheia, Moșna și Osoi din Județul Iași. Din cele 30 de genotipuri colectate inițial, în urma unei pretestări în faza de răsad s-au selectat 10 genotipuri ca fiind cele mai rezistente la condițiile de stres salin. Astfel au rămas pentru cercetare genotipurile colectate din localitățile: Copălău, Dorohoi, Șcheia și Moșna.

La colectare s-a ținut cont de faptul ca materialul ales să reprezinte o populație locală și nu un soi provenit din comerț.

**Metodologia privind testarea reacției fiziologice la salinătate**, care a stat la baza cercetărilor este reprezentată de următoarele etape de lucru: pregătirea solului, pregătirea semințelor, pregătirea substratului de cultură, producerea răsadului, lucrări de îngrijire, prepararea soluțiilor și aplicarea tratamentelor saline.

**Metodele de cercetare** utilizate în scopul testării unor genotipuri de tomate la factorii de stres salin au vizat: determinarea procesului de creștere și dezvoltare prin metode biometrice și gravimetrice, determinarea unor procese fiziologice și biochimice care abordează aspecte ale regimului hidric, ale procesului de fotosinteză, precum și acumularea unor compuși metabolici ca prolina, acidul ascorbic și *NaCl*.

Cercetările s-au efectuat în perioada 2013 – 2015, în Laboratorul de Fiziologie vegetală, Facultatea de Agricultură, din cadrul USAMV Iași, iar experiența a fost amplasată în sera Fitotronului USAMV Iași din cadrul Stațiunii Didactice „Vasile Adamachi” – Ferma Adamachi, localizată pe teritoriul cadastral al teritoriului Iași.

Experiența bifactorială a fost înființată în vase de vegetație și organizată sub forma blocurilor randomizate cu trei repetiții. Cei doi factori care au influențat desfășurarea experimentului au fost: factorul A, reprezentat de cele trei concentrații de *NaCl* (V0 - apă, V1- 100 mM și V2 - 200 mM) și factorul B reprezentat de genotipurile luate în studiu.

În primul an de experimentare au fost studiate 396 plante de tomate, iar în anul următor s-a realizat o selecție a celor mai rezistente genotipuri la stresul salin, studiindu-se 252 plante de tomate.

În anul 2013 – 2014, au fost studiate 11 genotipuri de tomate, care au fost supuse unor testări fiziologice și biochimice ce au urmărit: determinarea intensității procesului de creștere prin analiza directă a organelor aeriene și subterane, analiza conținutului de pigmenți fotosintetici, conținutul de substanță uscată și conținutul de apă de la nivel foliar. Aceste determinări vizează evidențierea răspunsului la stresul salin.

Genotipurile identificate ca fiind rezistente la salinitate, au reprezentat materialul de studiu pentru cel de-al doilea an de experiență 2014 – 2015.

Determinările privind efectul stresului salin asupra procesului de creștere și dezvoltare precum și asupra unor procese fiziologice și biochimice s-au realizat, în două etape: la 15 și 30 de zile de la aplicarea tratamentelor saline.

**Măsurătorile privind înălțimea tulpinilor** au fost contorizate la 15 respectiv, 30 de zile de la aplicarea tratamentelor saline, observându-se că acest caracter condiționat genetic, a fost influențat de stresul salin. În primul an de cercetare, după aplicarea tratamentelor saline s-a constatat că genotipul *Copălău 4* a înregistrat ritmul cel mai bun de creștere, diferența dintre varianta martor și cele tratate cu soluție salină fiind de 3 cm.

În al doilea an de cercetare rata cea mai bună de creștere în condiții de salinitate s-a înregistrat la genotipurile *Copălău 4*, *Copălău 5* și *Moșna 3*.

**Suprafața foliară** reprezintă indicele fiziologic cu o importanță majoră în ceea ce privește caracterizarea intensității proceselor de creștere, transpirație, respirație, fotosinteză.

Efectul salinității asupra creșterii aparatului foliar a fost apreciat prin determinarea suprafeței frunzelor din treimea bazală, de mijloc și superioară a tulpinii utilizându-se aparatul portabil Area Meter AM 300 – 0002, ADC Bioscientific Ltd.

În primul an de experimentare suprafața foliară a scăzut direct proporțional cu creșterea concentrațiilor saline, manifestându-se diferit în funcție de locul de inserție al frunzelor pe tulpină: bază, mijloc, vârf.

Creșterea frunzelor din vârful tulpinii a fost cel mai mult afectată de excesul de săruri la toate cultivarele luate în studiu, comparativ cu varianta martor.

În al doilea an de experimentare comparând rezultatele obținute după 15 și respectiv 30 de zile de la aplicarea tratamentelor saline, cu genotipul tolerant la salinitate (*Ursula F1*), remarcăm faptul că populațiile locale *Moșna*<sub>2</sub>, *Copălău*<sub>3</sub> și *Copălău*<sub>4</sub> au prezentat valori ale suprafeței foliare mai mari, ceea ce denotă că aceste cultivare prezintă o bună rezistență la concentrațiile ridicate de *NaCl*.

**În ceea ce privește lungimea rădăcinilor**, soluțiile saline au produs modificări față de varianta martor, în funcție de concentrația salină. În cei doi ani de experimetare genotipurile *Copălău*<sub>3</sub>, *Copălău*<sub>4</sub>, *Copălău*<sub>5</sub>, *Moșna*<sub>3</sub> au prezentat în comparație cu varinata martor, valori mai mari privind lungimea rădăcinilor, acest lucru demonstrând un grad de adaptabilitate ridicat la stresul salin.

Cel mai bun ritm de creștere la nivelul sisitemului radicular l-a avut în ambii ani de experiență genotipul local *Copălău*<sub>5</sub>. Analiza statistică relevă faptul că greutatea rădăcinilor a fost influențată semnificativ de genotip și de concentrația *NaCl*.

**Observațiile realizate asupra numărului de flori** au evidențiat faptul că odată cu creșterea concentrațiilor saline scade numărul de flori pe plantă, observație valabilă atât după 15 zile de la aplicarea tratamentelor saline cât și după 30 de zile. Cel mai puțin afectate de salinitate au fost genotipurile *Copălău*<sub>3</sub> și *Moșna*<sub>3</sub>, la care s-au înregistrat valori similare și în cel de-al doilea an de experiență.

**Evaluarea procesului de fructificare** a fost realizat prin prisma determinării unor indici biometrici ca: numărul de fructe/plantă, greutatea medie a unui fruct/plantă, producția de fructe/plantă.

Numărul de fructe la tomatele expuse stresului salin pe o perioadă de 30 de zile a scăzut în comparație cu varianta martor, la toate genotipurile udate cu soluție salină de 100 mM și 200 mM. Concentrația de 100 mM și 200 mM *NaCl* a influențat negativ greutatea fructelor față de varianta martor, la genotipurile luate în studiu, aceasta oscilând de la 29.8 g /fruct până la 51.7 g/fruct.

La genotipurile de tomate supuse stresului salin timp de 30 de zile se constată că producția de fructe a fost influențată distinct semnificativ de genotip și foarte semnificativ de concentrația de *NaCl*; s-au remarcat în special populațiile locale *Copălău* la care producția de tomate a fost mai puțin afectată în comparație cu producția obținută de genotipul tolerant la salinitate.

Apa este indispensabilă vieții plantelor, având un rol fiziologic esențial.

Apa liberă și apa legată reprezintă fracțiuni ale apei lichide cu o deosebită importanță biologică, având rol funcțional, în diferite perioade de viață ale organismului. În marea majoritate a cazurilor apa liberă predomină față de cea legată. În condiții de secetă ca și în timpul iernii cantitatea de apă liberă scade, iar cea apei legate crește, ceea ce determină o rezistență mai mare a plantelor.

În cercetările referitoare la conținutul de apă și substanță uscată din corpul plantelor luate în studiu de către noi, s-au realizat o serie de investigații cantitative la nivelul apartului foliar al cultivarelor supuse tratamentelor saline.

Analiza conținutului de apă liberă după 30 de zile de la aplicarea tratamentelor saline scoate în evidență un conținut mai redus în comparație cu varianta martor pentru toate genotipurile din varianta 100 mM cât și din varianta 200 mM, ceea ce denotă faptul că reducerea conținutului de apă liberă mărește capacitatea biologică de toleranță a plantelor la condițiile de stres abiotic.

În condiții de stres, când activitatea vitală a plantelor se reduce, are loc o creștere a cantității de apă legată, care sporește rezistența plantelor. Din acest punct de vedere cultivarele: *Moșna*<sub>3</sub>, *Copălău*<sub>3</sub> și *Moșna*<sub>2</sub> prezintă un grad mai ridicat de adaptare datorită cantității mari de apă legată, asimilată în condițiile unui stres salin de concentrație ridicată (200 mM).

**Ritmul de deshidratare al frunzei** depinde de însușirile morfo-anatomice și fiziologice ale limbului foliar și poate constitui un indiciu al intensității transpirației. Plantele cu o mai bună rezistență la salinitate sunt caracterizate printr-o transpirație cuticulară și o viteză de deshidratare a frunzelor mai redusă putem afirma că genotipurile luate în studiu prezintă o capacitate bună de adaptare la condițiile de stres salin pe o perioadă lungă de timp, deoarece au înregistrat o viteză de deshidratare mai redusă în comparație cu varianta martor, odată cu aplicarea soluției saline de 200 mM NaCl.

**Rezultatele referitoare la conținutul de substanță uscată din frunze au evidențiat** diferențe foarte semnificative în ceea ce privește genotipul și concentrația de *NaCl*. Aceste diferențe denotă faptul că genotipurile supuse stresului salin și-au demarat o serie de mecanisme adaptative stresului salin.

**Analiza conținutului de pigmenți foliari** a fost efectuată prin metoda spectrofotometrică, care permite testarea pigmenților cu absorbție în spectrul vizibil, între

lungimile de undă de 400-700 nm și în UV apropiat, respectiv de 330-400 nm dar și cu ajutorul clorofilometrului.

Din rezultatele obținute prin analiza conținutului de pigmenți clorofilieni se remarcă faptul că genotipurile de tomate studiate se înscriu în modelul bifazic propus de Munns (1993). Durata trecerii de la faza de stres osmotic la cea de toxicitate de ioni se face în funcție de intensitatea stresului salin, dar mai ales în funcție de genotipul cultivat.

Nivelul ridicat de pigmenți flavonoizi din frunzele populațiilor locale expuse stresului salin demonstrează o bună capacitate de adaptare la condițiile acestui tip de stres abiotic.

**Conductanța stomatică foliară** la tomate a fost determinată cu ajutorul porometrului. Citirile realizate atât după 15 zile, cât și după 30 de zile de la aplicarea tratamentelor saline au înregistrat valori în general mai reduse decât în varianta netratată, excepție făcând genotipul *Moșna 2* din cadrul variantei 200 mM.

**Prolina** prezintă un efect protector față de salinitatea NaCl și manifestă o activitate antistres în special prin efectul antioxidant. Analiza conținutului de prolină, determinat după 30 de zile de la aplicarea tratamentelor saline demonstrează faptul că, odată cu creșterea concentrației saline crește și concentrația prolinei în plante, valorile oscilând de la 0.94 nmol la 12.40 nmol.

Comparativ cu varianta martor, genotipurile selectate în primul an de experimentare ca fiind rezistente la salinitate (*Moșna 2*, *Șcheia 1*, *Copălău3*, *Copălău 4*, *Copălău 5*, *Moșna 3*, *Ursula FI*) au înregistrat în al doilea an de experimentare, valori ridicate ale conținutului de prolină, ceea ce ne permite să apreciem faptul că aceste populații locale de tomate prezintă mecanisme adaptative pentru salinitate.

**Conținutul de  $Na^+$**  analizat, evidențiază că odată cu creșterea concentrației saline crește și concentrația de  $Na^+$  din frunze, iar absența unor simptome caracteristice de toxicitate la nivel foliar denotă faptul că plantele sunt capabile de a suporta aceste concentrații ridicate de săruri, frunzele mature având capacitatea de a acumula  $Na^+$  și de a asigura astfel o protecție celulelor meristematice.

**Valorile conținutului de CT** sunt semnificativ mai mari față de varianta martor în cazul genotipurilor supuse unui stres salin de 200 mM. Valoarea maximă atinge 5.48 mg la genotipul *Copălău 5*, iar valoarea minimă este de 2.68 mg la *Moșna 2*.

**Vitamina C sau acidul ascorbic**, este un acid organic cu proprietăți antioxidante, implicat într-o serie de procese care se desfășoară în celulele vii. La fructele de tomate, stresul salin a favorizat sinteza acidului ascorbic în funcție de intensitate astfel încât, comparativ cu varianta martor, concentrația de 100 mM NaCl a determinat o creștere de **1.36 – 7.34** ori a concentrației de acid ascorbic, iar cea de 200 mM de **4.77 – 12.50** ori.

Plantele, prin eforturile de adaptare la stresul salin, sunt nevoite să-și mărească nivelul de antioxidanți (Ehret *et colab.* 2013), în principal prin creșterea conținutului de acid ascorbic, fapt constatat și în urma determinărilor noastre.

Tot mai multe cercetări asupra efectului salinității la tomate demonstrează creșterea nivelului de antioxidanți la nivelul fructelor. Antioxidanții au foarte multe efecte benefice asupra organismului uman dintre care cele mai importante ar fi capacitatea de a lupta cu cancerul și cu bolile de inimă.

Ținând cont de aceste aspecte, studiul privind reacțiile fiziologice și biochimice la stresul salin ale unor genotipuri de tomate reprezintă o etapă importantă în identificarea și utilizarea în scop ameliorativ și nu numai, a acestei specii legumicole.

Dintre populațiile locale de tomate analizate, însușiri sporite de rezistență la salinitate s-au înregistrat la cultivarele *Moșna* <sup>2</sup>, *Copălău* <sup>3</sup> și *Copălău* <sup>4</sup>, ceea ce ne îndreptățește să le recomandăm spre a fi utilizate în scop ameliorativ pentru a obține soiuri cu toleranță ridicată la concentrații saline.