

REZUMAT

Conform studiilor, agricultura folosește 92 % din totalul apei dulci consumate în lume. La nivel mondial, agricultura irigată este principalul utilizator de apă extrasă din surse, în proporție de 70 ... 80 %, iar în alte țări dezvoltate de până la 90 % (*Buhociu, 2013*). Potrivit Administrației Naționale „Apele Române”, utilizarea de apă potabilă și nepotabilă, în România, a scăzut în ultimii ani, de la 17,5 miliarde de metri cubi în 1990 la puțin peste 6,5 miliarde de metri cubi. La fel ca atunci, 85 % din volumul apei este utilizat în industrie și agricultură. Volumul de apă folosit în agricultură a scăzut cu aproape 90 % în ultimii 22 de ani din cauza infrastructurii prost administrate și a interesului scăzut acordat irigațiilor în România. Acest lucru, corelat cu utilizarea pe scară largă a îngrășămintelor chimice de sinteză, pentru obținerea masivă de recolte, conduce în viitor la o sărăturare accentuată a solurilor și o depreciere a acestora în detrimentul recoltelor viitoare.

Legumele, baza alimentației umane, au cerințe mari față de apă și elemente nutritive. În vederea asigurării acestora intervine cultivatorul/horticultorul prin aportul de apă și substanțe fertilizante. Pe plan mondial, 60 % din soluri au o fertilitate redusă sau foarte redusă, 29 % din soluri au o fertilitate moderată și doar 11 % au o fertilitate ridicată. Pesticidele, erbicidele și fertilizanții au un efect nociv asupra solului prin nimicirea faunei.

Irigarea prin picurare se face localizat și cu debite mici. Irigarea prin picurare și/sau fertirigarea asigură satisfacerea nevoilor prezente fără a compromite resursele viitoare. Acest tip de irigare are un caracter conservativ, oferit de reducerea cantității de îngrășămintă și produse chimice necesare, reducerea consumului de apă datorită creșterii capacității rădăcinilor de a reține și stoca apa, reducerea riscului de înmulțire a bolilor și dăunătorilor, micșorându-se sau evitându-se unele tratamente chimice, diminuând poluarea, scurgerea redusă de produse chimice în rezerva de apă dulce, eliminarea eroziunii solului, aplicarea nutrienților poate fi controlată la momentul precis în care aceștia sunt necesari și în cantitatea dorită, costuri reduse.

Scopul lucrării de doctorat este de a eficientiza procesul de fertilizare și udare prin picurare în spațiile protejate, prin optimizarea echipamentelor specifice utilizate în cadrul culturilor legumicole, în vederea obținerii de recolte corespunzătoare din punct de vedere calitativ, prin metode care implică o utilizare rațională a apei și a substanțelor nutritive.

Pornind de la urmărirea și analizarea stadiului actual al tehnologiei și conceptului privind echipamentele și aparatele utilizate pentru desfășurarea procesului de fertilizare și udare prin picurare, s-a recomandat optimizarea exploatării unui echipament destinat fertilizării prin împrăștiere pe suprafața solului a îngrășămintelor chimice solide granulate și a unui echipament de udare prin picurare. Ambele echipamente au fost proiectate și realizate la Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară din Iași.

Lucrarea este elaborată în două părți, „*Stadiul cunoașterii*” și „*Cercetări proprii*”, fiind structurată pe capitole. Partea de început a lucrării face trimitere la stadiul actual al cunoașterii temei abordate, cuprinzând introducerea și două capitole, ca apoi, în partea a doua, să fie expuse cercetările proprii, structurate în capitole urmate de bibliografie.

În **capitolul I** al tezei de doctorat „*Noțiuni generale privind tehnologia de fertilizare și irigare prin picurare a culturilor legumicole*” se face referire la aspectele generale privind fertilizarea culturilor legumicole, descrierea conceptului de fertilizare în relația cu solul. Un alt aspect discutat este cel al irigației prin picurare, realizându-se un mic istoric ale acesteia, metoda prin care se aplică și relațiile care se creează între apă și sol, formele apei care se regăsesc în sol, calitatea apei de irigație, consumul de apă al culturilor legumicole. De altfel, o atenție sporită se acordă avantajelor și dezavantajelor oferite de irigația prin picurare.

Capitolul II al tezei de doctorat elaborează aspecte privind „*Stadiul actual al cercetărilor privind tehnologiile și echipamentele pentru fertilizarea și irigarea prin picurare a culturilor legumicole*”. Astfel, în primul subcapitol, se tratează aspecte generale privind tehnologia de fertilizare a plantelor legumicole. În continuare, se face referire la tipurile de îngrășămintele utilizate în cultura legumelor, apoi metode de administrare a îngrășămintelor, pentru ca în alt subcapitol să se trateze modalități de fertilizare a culturilor legumicole la modul general, subcapitolul cinci ocupându-se de particularitățile fertilizării culturilor legumicole în sere și solarii.

Începând cu subcapitolul șase sunt tratate aspecte generale privind tehnologia administrării îngrășămintelor. Aici se amintește despre tehnologia administrării diferitelor tipuri de îngrășămintele (organice solide, chimice solide și amendamente, tehnologia administrării îngrășămintelor chimice lichide și organice lichide). Apoi, începe clasificarea mașinilor și echipamentelor destinate fertilizării după criteriile date de tipul de îngrășământ, astfel încât subcapitolul opt face referire și abordează tendințele actuale în ce privește construcția de echipamente destinate fertilizării culturilor legumicole.

Subcapitolul nouă tratează aspectele generale privind tehnologia de irigare prin picurare a plantelor legumicole unde se discută despre norma de irigare a culturilor, norma de udare, intervalul dintre udări, momentul aplicării udărilor, numărul și durata udărilor. Tot aici se fac referiri la tehnica funcționării picurătoarelor, care reprezintă nucleul sistemului de irigare prin picurare, și la tehnologia udării prin picurare a culturilor legumicole. Sub acest aspect, se dezvoltă informații despre sistemele de irigare, modalități de amplasare ale acestora în cadrul culturilor legumicole și părți componente. Această parte cuprinde și tehnica fertirigării, cu metodele de aplicare.

Subcapitolul zece abordează echipamentele destinate irigații prin picurare, cu referire la caracterizarea fiecărei părți componente a unui sistem de irigare prin picurare, și arată tendințele actuale în ce privește construcția și tehnologia acestora de funcționare.

În **capitolul III**, numit „*Scopul și obiectivele tezei de doctorat*”, prezintă scopul tezei de doctorat și obiectivele care au fost urmărite în vederea întocmirii ei.

Pentru atingerea scopului vizat, acela de a optimiza exploatarea unui echipament destinat fertilizării prin împrăștiere pe suprafața solului a îngrășămintelor chimice solide granulate și a unui echipament de udare prin picurare, s-au propus obiective ca: cercetarea și studierea literaturii de specialitate cu scopul informării privind efectul asupra solului și a culturilor legumicole a substanțelor nutritive suplimentare și a apei din irigații; încercări experimentale în condiții de laborator pentru determinarea parametrilor de lucru ai instalațiilor de irigare; înființarea unei culturi de tomate și a unei culturi de ardei în spațiu protejat care vor beneficia de aportul fertilizării prin intermediul apei de irigare prin picurare, fertilizării chimice și fertilizării cu microorganisme; încercări experimentale în condiții de câmp pentru determinarea gradului de eficiență a instalației de fertirigare comparativ cu metodele clasice de fertilizare a culturilor legumicole realizate în spații protejate; optimizarea instalației de fertirigare în vederea obținerii de rezultate care să pună în evidență avantajele metodei în fața celor clasice de fertilizare, în cadrul culturilor legumicole; realizarea unui echipament de fertilizare prin împrăștiere gravitațională și centrifugală; stabilirea cantității de îngrășământ împrăștiată gravitațional, utilizând diferite rapoarte de transmisie, în urma utilizării echipamentului, prin efectuarea de încercări experimentale în condiții de laborator; prelucrarea și interpretarea rezultatelor experimentale obținute pentru o concluzionare finală.

Capitolul IV din cadrul tezei de doctorat, numit „*Materialul și metoda de cercetare*”, configurează elementele necesare pentru realizarea obiectivelor tezei și caracterizarea cadrului general în care s-au realizat experiențele. Experiențele au fost efectuate atât în condiții de laborator, cât și de câmp.

Cercetările experimentale în spațiu protejat care au vizat optimizarea echipamentului de udare prin picurare, fertilizare prin intermediul apei de irigare și fertilizare prin împrăștierea îngrășămintelor chimice solide granulate, s-au efectuat în Ferma Horticolă nr. 3 „Vasile Adamachi” a Stațiunii Didactice din Iași. Cercetările experimentale privind optimizarea echipamentului de udare prin picurare și fertilizare prin intermediul apei de irigare, s-au efectuat în Sectorul Legumicol al fermei, iar cele care au vizat fertilizarea prin împrăștierea îngrășămintelor chimice solide granulate, s-au efectuat în Sectorul Pomicol al aceleiași ferme.

Capitolul prezintă tehnologia de cultură a speciilor legumicole luate în studiu, și anume hibridul *Minaret F1* și hibridul de ardei *Brillant F1*. *Minaret F1* este un hibrid timpuriu de tomate, cu creștere rapidă, semideterminată și fructe uniforme, fiind recomandat pentru cultivare în sere și solarii sau în câmp deschis. *Brillant F1* este un hibrid de ardei gras tip blocky, de la firma ZKI, generativ, pentru culturi libere extensive și intensive. În vederea înființării culturii din solar, pregătirea terenului s-a făcut din

toamnă prin defrișarea culturii anterioare și scoaterea resturilor vegetale. Tehnologia de cultură a inclus fertilizarea de bază, producerea de răsaduri, plantarea, lucrări de îngrijire, fertilizări faziale, irigarea, susținerea și palisarea plantelor, aerisirea spațiului protejat, copilitul plantelor, defolierea și recoltarea fructelor.

Experiența s-a înființat într-un solar de tip semicircular de 135 m². Instalația de irigare prin picurare și fertilizare, alcătuită din rezervor fertilizator, sistem automat de programare a udării și sistemul de distribuție a apei, a fost proiectată și realizată în cadrul Universității de Științe Agricole și Medicină Veterinară „Ion Ionescu de la Brad” din Iași, catedra Mecanizarea Agriculturii.

Metoda de efectuare a cercetărilor în vederea determinării influenței fertilizării concomitent cu irigarea prin picurare a vizat înființarea unei culturi de tomate și ardei grupate în cinci variante experimentale, rezultând o densitate de 31.740 plante/ha.

Experiența a fost una de tip unifactorial, având ca factor de influență regimul de fertilizare, cu patru graduări: fertilizare prin apa de irigare, fertilizare prin împrăștiere pe suprafața solului, fertilizare cu microorganismе și nefertilizat.

Experiențele în regim de laborator au fost efectuate pe un stand în cadrul Laboratorului de Mașini horticole de la Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară „Ion Ionescu de la Brad” din Iași. S-au utilizat 10 tipuri de bandă de udare prin picurare, cu presiune de lucru care a variat de la 0,025 la 0,2 MPa. Cercetările experimentale de laborator au urmărit reproducerea unui ciclu de udare prin picurare timp de două ore, la opt presiuni de lucru, de la 0,025 MPa până la 0,2 MPa. Metoda a presupus ca pe parcursul procesului de udare, pe măsura creșterii presiunii, să se monitorizeze rezistența benzilor de udare și debitul de apă pe fiecare linie.

Pentru a se determina gradul de uniformitate al administrării îngrășămintelor chimice solide s-a proiectat și construit un echipament pentru administrarea îngrășămintelor chimice solide în cadrul disciplinelor de Mecanizare ale Universității de Științe Agricole și Medicină Veterinară „Ion Ionescu de la Brad” din Iași. Echipamentul este alcătuit dintr-un cadru rulat pe două roți, cuplat la un tractor cu două roți prin intermediul unei bare de tracțiune. Prezintă trei unități de lucru așezate pe cadru iar îngrășământul este distribuit prin intermediul dispozitivelor de distribuție. Echipamentul are o lățime totală de 110 cm, permițând utilizarea acestuia în interiorul spațiilor protejate și lățimea benzii de împrăștiere este de 4 - 5 m. Din punct de vedere constructiv, echipamentul este format din secții pentru distribuția îngrășămintelor, roți de sprijin, mecanism de transmisie. Fiecare dintre cele trei secții este formată din cutie de îngrășămintе, agitator, distribuitor, tub de conducere. Prin utilizarea unor roți diferite de lanț, s-au obținut trei rapoarte de transmisie (0,6; 0,48; 0,4). Împrăștierea îngrășămintelor pe suprafața solului s-a realizat cu ajutorul unui dispozitiv gravitațional și a unui centrifugal.

Comun celor două metode de administrare este faptul că îngrășământul se administrează prin intermediul dispozitivelor de distribuție sub formă de casetă, având în interiorul acesteia un agitator rotativ sub forma unui ax cu degete și un distribuitor.

Dispozitivul gravitațional este o placă cu palete, alimentată de cele trei unități de lucru, pe când dispozitivul centrifugal constă dintr-un disc rotativ plat cu patru palete drepte, plasate sub unitatea centrală de lucru.

În condiții de laborator, cercetările s-au efectuat în cadrul Laboratorului de Mașini horticole de la Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară „Ion Ionescu de la Brad” din Iași, și au avut ca scop determinarea cantității de îngrășământ administrate la cele trei secții de lucru, pe o distanță de 100 m liniari, utilizând trei rapoarte de transmisie.

Pentru distribuția gravitațională a îngrășământului, în condiții de câmp, au fost efectuate teste folosind trei rapoarte de transmisie disponibile: $i_1 = 0,6$; $i_2 = 0,48$; $i_3 = 0,4$ și trei viteze diferite de deplasare, 6,2 km/h, 6 km/h și 6,6 km/h, rezultând o viteză medie de $6,27 \pm 0,176$ km/h. Pentru fiecare încercare s-a utilizat o porțiune de teren, sub formă de bandă, cu o lungime de 103 m și o lățime de 3 m. În vederea evaluării mărimii granulelor de îngrășământ a fost utilizată o ramă pătrată de 30 cm/30 cm, plasată aleator în locuri diferite în vederea determinării numărului și diametrului granulelor din interiorul perimetrului delimitat. Acest lucru s-a realizat prin fotografierea ramei la fiecare poziție. Pentru fiecare test au fost obținute 25 de poziții ale ramei pătrate.

Pentru metoda de distribuție centrifugală a fost utilizată o fâșie de pământ cu o lungime de 30 m și o lățime de 3 m; lungimea a fost împărțită în trei zone cu o lungime de câte 10 m fiecare, rezultând trei repetiții. Viteza de rotație a discului centrifugal a fost $n_1 = 800$ rot/min, $n_2 = 1000$ rot/min și $n_3 = 1250$ rot/min, respectiv viteza înainte de deplasare a fost: $v_1 = 1,2$ km/h, $v_2 = 2,26$ km/h și $v_3 = 5,08$ km/h. Pentru a se determina densitatea granulelor de îngrășământ, au fost selectate aleatoriu 10 probe de câte 4 g, fotografiate și analizate folosind software-ul ImageJ. Granulele au fost clasificate în cinci clase de dimensiuni: 0 - 1,5 mm; 1,5 - 2 mm; 2 - 2,5 mm; 2,5 - 3 mm; 3 - 5 mm. S-a determinat numărul de granule din fiecare clasă dimensională, apoi s-a calculat procentul pentru fiecare clasă. Volumul total al îngrășământului a rezultat prin înmulțirea volumului fiecărei granule cu numărul de granule din clasa respectivă. Masa volumică a fost obținută ca raport între masa (4 g) și volumul total.

Acest capitol prezintă mai are în componență materialul și metoda utilizate în efectuarea analizei statistice ale datelor obținute.

Capitolul V al tezei de doctorat, intitulat „*Cercetări experimentale pentru stabilirea indicilor de calitate ai instalațiilor și utilajelor de udare prin picurare și de administrare a îngrășămintelor chimice solide în spații protejate*” face referire la experiențele organizate pe un stand în cadrul Laboratorului de Mașini horticole de la Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară „Ion Ionescu de la Brad” din Iași care au urmărit reproducerea unui ciclu de udare prin picurare, timp de o oră, la opt presiuni de lucru, de la 0,025 MPa până la 0,2 MPa. Rezultatele obținute pentru zece tipuri de bandă, la cele opt presiuni utilizate, arată că, pe lângă faptul că debitul crește odată cu mărirea presiunii, unele benzi de udare nu au rezistat la presiuni mai mari de 0,175 MPa.

Un alt subiect tratat de acest capitol este legat de experimentarea în condiții de laborator a mașinii pentru administrarea îngrășămintelor chimice solide în spații protejate,

proiectată și construită în cadrul disciplinelor de Mecanizare ale Universității de Științe Agricole și Medicină Veterinară „Ion Ionescu de la Brad” din Iași. Echipamentul a fost adaptat astfel încât să permită, prin montarea unei manivele la roata motrică, parcurgerea în orb a unei distanțe de 100 m liniari, tradus în 65 de rotații, pentru trei rapoarte de transmisie obținute prin montarea a trei roți de lanț diferite. Cantitățile de îngrășământ, pentru fiecare raport de transmisie, obținute în urma încercărilor au relevat cantități colectate diferite, în funcție de secția de lucru.

În **Capitolul VI**, „*Cercetări experimentale privind optimizarea procesului de lucru pentru irigarea prin picurare și a administrării îngrășămintelor chimice solide a plantelor legumicole în spații protejate*” se tratează cercetările experimentale privind optimizarea procesului de lucru pentru fertirigarea prin picurare a plantelor legumicole, unde se arată influența metodei de administrare a îngrășămintelor asupra unor indici morfologici (biometrici) la tomate și ardei în spații protejate. Indicii relevanți asupra acestui subiect se referă la influența metodei de administrare a îngrășămintelor asupra înălțimii plantelor, numărului de fructe pe plantă, asupra masei fructelor, diametrului și lungimii fructelor, iar cel mai important dintre indici se referă la influența metodei de administrare a îngrășămintelor asupra producției obținute.

Acest capitol tratează în continuare cercetările experimentale privind optimizarea procesului de lucru pentru administrarea îngrășămintelor chimice solide prin distribuție gravitațională și centrifugală în condiții de câmp, experiențe realizate într-o plantație de pruni de trei ani, folosind un dispozitiv de împrăștiere sub forma unei plăci.

Determinarea gradului de uniformitate a îngrășămintelor chimice solide administrate prin metoda gravitațională s-a realizat prin utilizarea a trei rapoarte de transmisie a roților de lanț și o viteză medie de deplasare de $6,27 \pm 0,176$ km/h.

Cercetările experimentale privind optimizarea procesului de lucru pentru administrarea îngrășămintelor chimice solide prin distribuție centrifugală a fost o experiență polifactorială, în care factorii de influență, fiecare cu trei graduări, au fost reprezentați de turația discului centrifugal: $a_1 = 800$ rot/min; $a_2 = 1000$ rot/min; $a_3 = 1200$ rot/min și viteza de deplasare: $b_1 - 1,2$ km/h ; $b_2 - 2,26$ km/h; $b_3 - 5,08$ km/h.

Pentru a evalua densitatea granulelor de îngrășământ au fost selectate, în condiții de laborator, aleatoriu, 10 probe de câte 4 g, fotografiate și analizate folosind software-ul imagine J. Granulele au fost clasificate în cinci clase de dimensiuni: 0 - 1,5 mm; 1,5 - 2 mm; 2 - 2,5 mm; 2,5 - 3 mm; 3 - 5 mm. S-a determinat numărul de granule din fiecare clasă dimensională, apoi s-a calculat procentul pentru fiecare clasă. Cantitățile de îngrășământ au fost calculate utilizând masa volumică medie a granulelor și volumul total obținut pe baza analizei imaginii.

A fost aplicată aceeași procedură de procesare a imaginii bazată pe software-ul ImageJ pentru a stabili distribuția diametrului granulelor în timpul testelor de teren.

Capitolul VII intitulat „*Concluzii generale și recomandări*” cuprinde o chintesență a concluziilor parțiale privind cercetările teoretice și experimentale, cât și recomandările care se impun în urma acestora.

