



## REZUMAT

**Cuvinte cheie:** *Foeniculum vulgare* Mill., fertilizare foliară, densitatea plantelor, producție, compoziție chimică, activitate antioxidantă, activitate antimicrobiană

*Foeniculum vulgare* Mill. este o specie de plante aromatice și medicinale, ce face parte din familia botanică *Apiaceae* (*Umbelliferae*). Din cele mai vechi timpuri, această plantă a fost folosită ca medicament, putând fi utilizată ca remediu pentru o gamă largă de afecțiuni medicale.

Uleiurile volatile ce se extrag din diverse specii de plante aromatice și medicinale constituie o categorie aparte de materii prime cu interes ridicat atât în industria alimentară cât și în cosmetică sau parfumerie. Compușii chimici prezenți în uleiurile esențiale sunt mult mai apreciați, în comparație cu substanțele obținute pe cale sintetică, întrucât extracțiile naturale sunt asociate cu un număr mult mai redus de factori de risc pentru sănătatea populației.

Prezenta cercetare este de actualitate la nivel internațional, deoarece se observă o carență de date științifice care să evidențieze cât mai clar influența unor factori asupra producției și calității uleiului esențial obținut din plantele aromatice și medicinale.

Experiența realizată în cadrul tezei de doctorat denumită „**Cercetări privind influența unor factori tehnologici asupra producției și calității acesteia la specia *Foeniculum vulgare* Mill.**”, a fost realizată în perioada 2020-2022, în câmpul experimental al disciplinei de Fitotehnie și în cadrul Stațiunii Didactice – Ferma Ezăreni Iași.

Analizele au fost realizate în laboratoarele disciplinelor de Fitotehnie și de Fitopatologie a Facultății de Agricultură, din cadrul Universității de Științele Vieții „Ion Ionescu de la Brad”, Iași. De asemenea, o parte din analizele calitative au fost efectuate la Institutul Național de Cercetare - Dezvoltare pentru Chimie și Petrochimie – ICECHIM, departamentul de Bioresurse.

Scopul prezentei teze de doctorat constă în determinarea influenței unor factori tehnologici asupra producției atât din punct de vedere cantitativ cât și calitativ la specia *Foeniculum vulgare* Mill. în condițiile pedoclimatice din zona Iași.

În sensul îndeplinirii scopului propus în cadrul cercetărilor, au fost impuse următoarele obiective:



- ✓ stabilirea influenței factorilor tehnologici, asupra creșterii și dezvoltării plantelor;
- ✓ evidențierea efectului factorilor tehnologici cercetați asupra producției de herba și semințe pe unitatea de suprafață la cele două varietăți de fenicul (*Foeniculum vulgare* var. *vulgare* și *Foeniculum vulgare* var. *dulce*);
- ✓ precizarea influenței factorilor cercetați asupra conținutului în ulei volatil acumulat;
- ✓ constatarea impactului factorilor studiați asupra principalilor compuși chimici din uleiul esențial;
- ✓ stabilirea influenței factorilor experimentali asupra unor metaboliți secundari la varietățile de fenicul;
- ✓ determinarea activității antimicrobiene a uleiurilor esențiale obținute din varietățile de fenicul experimentate.

În sensul îndeplinirii obiectivelor propuse în cadrul prezentei teze de doctorat, s-au înființat două experiențe: o experiență pentru analiza varietății *vulgare*, iar a doua experiență, folosindu-se aceiași factori de experimentare, pentru studierea varietății *dulce*.

Cele două experiențe au fost bifactoriale, montate în parcele subdivizate, fiind realizate în 3 repetiții. Fiecare parcelă din cadrul celor 2 experimente a avut suprafața de 3x3 m (9 mp).

Factorii experimentali analizați, în cazul ambelor experiențe, au fost:

✚ Factorul A – distanța dintre rânduri, cu trei graduări:

- a1 - 50 cm - martor
- a2 - 75 cm
- a3 - 100 cm

În cadrul fiecărei parcele, s-au utilizat diferite distanțe între rânduri și 30 cm între plante pe rând. Atât variantele, cât și repetițiile au fost separate prin căi de acces cu lățimea de 1 m.

✚ Factorul B – tratamentele foliare, cu patru graduări:

- b1 - nefertilizat – martor;
- b2 - Aminosol<sup>®</sup> (Lebosol) – îngrășământ foliar organic pe bază de hidrolizat de proteină de origine animală;
- b3 - Total Care<sup>®</sup> (Lebosol) - îngrășământ foliar NPK plus microelemente (Cu, Mn, Fe, Zn) și aminoacizi;
- b4 - Nutriplant 160<sup>3</sup> <sup>®</sup> (Lebosol) – îngrășământ foliar NPK 12-12-12 plus microelemente (Zn, Cu, Mn);



Sub aspect structural, teza de doctorat cuprinde două părți, cumulând în total opt capitole și un număr de 195 pagini, 42 de figuri și 47 de tabele.

Prima parte, denumită „Stadiul actual al cercetărilor”, cuprinde trei capitole, însumând 53 de pagini, ce deține un procent de 27,46 % și relatează istoricul utilizării plantelor aromatice și medicinale, importanța și sistematica speciei *Foeniculum vulgare* Mill., particularități morfologice și biochimice ale speciei.

A doua parte, denumită „Contribuții proprii”, prezintă cinci capitole, având 142 de pagini, cu un procent de 72,54 %. În această parte sunt evidențiate informații privind cadrul natural în care s-au efectuat cercetările, scopul și obiectivele impuse în cadrul tezei de doctorat, materialul vegetal și metodele de cercetare utilizate, rezultate referitoare la observațiile fenologice, producția de semințe, herba și ulei esențial, compoziția chimică a extractelor volatile, activitatea antioxidantă și antimicrobiană a principiilor active, la cele două varietăți de fenicul, *Foeniculum vulgare* var. *vulgare* și *Foeniculum vulgare* var. *dulce*.

Bibliografia însumează 157 de titluri din literatura de specialitate, națională și internațională.

În **primul capitol** este prezentată pe scurt istoria utilizării plantelor aromatice și medicinale, atât la nivel național cât și internațional.

**Capitolul al doilea** vizează sistematica genului *Foeniculum*, precum și importanța speciei *Foeniculum vulgare* Mill. În acest capitol sunt descrise pe scurt diviziunile și subdiviziunile genului, cu prezentarea speciilor luate în analiză, și posibilitatea utilizării acestora în scop aromatic, terapeutic precum și în alte domenii de interes.

În **al treilea capitol** sunt descrise particularitățile morfologice și biologice ale celor două varietăți de fenicul, var. *dulce* și var. *vulgare*. În acest capitol sunt evidențiate diferențele sub aspect morfologic dintre feniculul dulce și amar; este prezentată compoziția chimică a celor două varietăți, precum și principalii compuși chimici din uleiul esențial extras din semințe. În plus, în acest capitol sunt expuse informații privind metaboliții secundari identificați în componența celor două varietăți de fenicul și capacitatea compușilor de captare a radicalilor liberi, realizând o diminuare a stresului oxidativ. De asemenea, sunt descrise aspecte privind efectele de inhibare asupra fungilor, a extractelor volatile din fenicul.

În **al patrulea capitol** se realizează descrierea cadrului natural în care s-au efectuat experimentele, făcând referire la:

- Așesarea geografică a câmpului experimental;



- Geomorfologia, hidrografia și hidrologia zonei;
- Condițiile climatice înregistrate în perioada cercetărilor, cu referire la regimul termic și regimul pluviometric înregistrat în anii experimentali.

În capitolul **al cincilea** sunt prezentate scopul și obiectivele prezentei teze de doctorat, materialul biologic folosit, modalitatea de amplasare a experiențelor și metodica utilizată.

Materialul folosit a fost reprezentat de semințele celor două varietăți de fenicul, iar fertilizarea foliară s-a realizat utilizând trei produse din portofoliul companiei Lebosol: Aminosol<sup>®</sup> – îngrășământ foliar organic pe bază de hidrolizat de proteină de origine animală, Total Care<sup>®</sup> - îngrășământ foliar NPK plus microelemente (Cu, Mn, Fe, Zn) și aminoacizi, Nutriplant 160<sup>3®</sup> – îngrășământ foliar NPK 12-12-12 plus microelemente (Zn, Cu, Mn), iar martorul a fost netratat.

În cadrul aceluiași capitol, sunt descrise metodele de analiză în câmp și metodele de cercetare în laborator.

Metodele realizate în laborator au fost:

- extracția uleiului esențial prin hidrodistilare;
- stabilirea compoziției chimice a extractelor volatile prin cromatografie de gaze cuplată cu spectrometria de masă (GC/MS);
- metodele spectrofotometrice pentru determinarea activității antioxidative, a conținutului total în polifenoli și flavonoide;
- metoda de difuzie în agar pentru identificarea activității antimicrobiene a uleiurilor de fenicul;
- metode statistice pentru prelucrarea datelor.

În **capitolul șase** sunt evidențiate rezultatele privind fenologia și măsurătorile biometrice la cele două varietăți de fenicul. Sunt prezentate în detaliu rezultatele cercetărilor privind:

- observațiile fenologice realizate în perioada de vegetație;
- măsurătorile biometrice;
- influența factorilor experimentali asupra înălțimii tulpinilor la recoltare, a gradului de ramificare și a numărului de umbele.

Acești parametri, au fost urmăriți pe întreaga perioadă de vegetație în anii de experimentare, prezentându-se rezultatele obținute pe fiecare an experimental în parte, dar și media anilor.



Cele două varietăți de fenicul, deși au origini mediteraneene, s-au adaptat condițiilor climatice specifice zonei Iași, acestea fiind prielnice pentru creșterea și dezvoltarea plantelor.

Specia *Foeniculum vulgare* var. *dulce*, a prezentat un număr mai redus de umbele, decât *Foeniculum vulgare* var. *vulgare*. Se observă, de asemenea, o influență evidentă a factorului-fertilizare foliară, realizând o creștere a numărului de umbele cu până la 62%, în cazul tratamentelor foliare cu macronutrienți, micronutrienți și aminoacizi.

Se poate deduce existența unui impact direct al factorilor distanța dintre rânduri și tratamentele foliare asupra dinamicii creșterii plantelor și dezvoltării acestora.

În **capitolul șapte** sunt prezentate rezultatele privind producția la *Foeniculum vulgare* var. *vulgare* și *Foeniculum vulgare* var. *dulce*.

Productivitatea celor două varietăți a fost analizată din perspectiva cantității de herba proaspătă pe unitatea de suprafață, a cantității de semințe obținute la hectar, precum și a producției de ulei volatil acumulat la nivelul semințelor și herbei la plantele de fenicul.

Se distinge o influență genetică (a varietății), producțiile de herba/ha și semințe/ha fiind mult mai ridicate în cazul *Foeniculum vulgare* var. *vulgare*, în comparație cu *Foeniculum vulgare* var. *dulce*.

Oricare ar fi distanța dintre rânduri și fertilizarea foliară, producțiile cele mai importante de herba și de semințe au fost înregistrate în anul 2021, urmat de anul 2022, iar valorile cele mai reduse au fost în 2020.

*Foeniculum vulgare* var. *vulgare* poate atinge producții de până la 11 t herba proaspătă/ha și 828,5 kg semințe/ha, în situația în care plantele sunt cultivate la 50 cm între rânduri și este aplicat un tratament foliar complex (aminoacizi, macroelemente, microelemente), în timp ce în aceleași condiții *Foeniculum vulgare* var. *dulce* poate obține o producție de 7,8 t herba/ha și 675,8 kg semințe/ha.

În ceea ce privește acumularea componentelor volatile în semințe, var. *vulgare* a stocat concentrații mai ridicate, între 2,13% și 2,43%, în timp ce var. *dulce* a prezentat valori între 1,65% și 2,01%.

Randamentul și implicit producția de ulei volatil atât din fructele de fenicul, cât și din herba este influențat semnificativ de factorii experimentali urmăriți în cadrul tezei de doctorat, și de asemenea o influență majoră o au și caracterele genetice specifice fiecărei varietăți de fenicul.

În **capitolul opt** sunt prezentate rezultatele privind calitatea producției la *Foeniculum vulgare* var. *vulgare* și *Foeniculum vulgare* var. *dulce*.



În acest sens, sunt evidențiate influențele factorilor experimentali asupra compoziției chimice a uleiului volatil, conținutului în metaboliți secundari, precum și capacitatea extractelor esențiale de a inhiba dezvoltarea microorganismelor.

În urma analizei GC-MS realizate au fost identificate 15 componente chimice în uleiul volatil extras din fructele de fenicul dulce și fenicul amar.

Principalii componenți ai uleiului extras din *Foeniculum vulgare* var. *vulgare* sunt: anetolul (70,49% - 76,21%), fenconă (12,03% - 14,25%), estragol (3,45% - 4,19%), aldehida anisică (1,05% - 5,51%) și  $\alpha$ -pinen (2,08% - 3%).

Componentele majore ale extractului volatil din *Foeniculum vulgare* var. *dulce* sunt: anetolul (64,89% - 74,65%), fenconă (12,43% - 15,34%), estragol (5,69% - 7,79%) și  $\alpha$ -pinen (2,14% - 5,61%).

Datele obținute în cadrul cercetării arată o influență semnificativă a tratamentelor foliare asupra componentelor majore a uleiului esențial din semințele de fenicul amar și fenicul dulce.

*Foeniculum vulgare* var. *vulgare* a prezentat o capacitate mai redusă de anulare a reacțiilor radicalilor liberi, în comparație cu *Foeniculum vulgare* var. *dulce* unde activitatea antioxidantă a înregistrat valori mai mari cu peste 50%.

Se identifică o influență clară a tratamentelor foliare, în cazul feniculului dulce, toate valorile activității antioxidante fiind îmbunătățite prin utilizarea substanțelor nutritive. Sinteza componentelor fenolice și flavonoidice din plantele provenite de la ambele varietăți de fenicul, a fost influențată semnificativ prin utilizarea tratamentelor foliare.

Teza de doctorat se finalizează cu un capitol destinat unor **concluzii**, ce au rezultat în urma cercetărilor și a interpretării datelor obținute.

Din analiza rezultatelor, se pot deduce și anumite **recomandări** utile atât pentru continuarea studiilor practice în cadrul altor cercetări, cât și pentru conturarea unor perspective noi în cultivarea plantelor aromatice și medicinale.

**Bibliografia** însumează un număr de 157 titluri din literatura de specialitate, la nivel național și internațional.