



**UNIVERSITATEA DE ȘTIINȚE AGRICOLE ȘI
MEDICINĂ VETERINARĂ CLUJ-NAPOCA**

ȘCOALA DOCTORALĂ

FACULTATEA DE HORTICULTURĂ



Ing. SÎNCRĂIAN IOAN

REZUMAT AL

TEZEI DE DOCTORAT

**CERCETĂRI PRIVIND GERMINAȚIA SEMINTELOR
DE *PICEA ABIES* ȘI *ROBINIA PSEUDACACIA* ȘI
DETERMINAREA UNOR PARAMETRI FIZICI AI
ULEIULUI DE *PICEA ABIES* SUB ACȚIUNEA UNOR
CÂMPURI FIZICE**

CONDUCĂTOR ȘTIINȚIFIC

Prof. univ. dr. HORIA RADU CRIVEANU

CLUJ-NAPOCA

2015

CUPRINS

| | |
|---|------|
| 1. INTRODUCERE..... | IV |
| 2. MATERIALUL BIOLOGIC UTILIZAT IN EXPERIENȚE..... | IV |
| 3. TEHNICA EXPERIMENTALĂ..... | V |
| 3.1. METODE DE CERCETARE UTILIZATE ÎN REALIZAREA STUDIILOR | VII |
| 3.1.1. Metode de cercetare utilizate pentru modificarea capacității germinative a semințelor de molid (<i>Picea abies</i>) și salcâm (<i>Robinia pseudacacia</i>) sub acțiunea câmpului electric..... | VII |
| 3.1.2. Metode de cercetare utilizate pentru modificarea capacității germinative a semințelor de molid (<i>Picea abies</i>) și salcâm (<i>Robinia pseudacacia</i>) sub acțiunea câmpului magnetic..... | VIII |
| 3.1.3. Metode de cercetare utilizate pentru modificarea capacității germinative a semințelor de molid (<i>Picea abies</i>) și salcâm (<i>Robinia pseudacacia</i>) sub influența radiației laser | VIII |
| 3.1.4. Metode de cercetare utilizate pentru modificarea capacității germinative a semințelor de molid (<i>Picea abies</i>) și salcâm (<i>Robinia pseudacacia</i>) sub influența bifitomodulatoriilor de tip AD..... | IX |
| 3.1.5. Metode de cercetare utilizate pentru modificarea capacității germinative a semințelor de molid (<i>Picea abies</i>) și salcâm (<i>Robinia pseudacacia</i>) sub influența câmpului torsional..... | IX |
| 3.1.6. Spectroscopie FTIR. Probe ulei molid în film lichid între pastile de KBr. | IX |
| 3.1.7. Metoda de cercetare utilizată pentru determinarea mărimilor termice și calorimetrice ale uleiului de molid tratat în câmp electric, magnetic și subtil..... | X |
| 4. REZULTATELE CERCETĂRII | XI |
| 4.1. GERMINAȚIA SPECIFICĂ SEMINȚELOR DE MOLID ȘI SALCÂM ÎN CEI TREI ANI DE EXPERIMENTARE..... | XI |
| 4.1.1. Analiza comparativă a germinației semințelor speciilor lemnoase în câmp electric | XI |

| | |
|--|------|
| 4.1.2. Analiza comparativă a germinației semințelor speciilor lemnoase în câmp magnetic | XII |
| 4.1.3. Analiza comparativă a germinației semințelor speciilor lemnoase la expunerea la raze laser..... | XIII |
| 4.1.4. Analiza comparativă a germinației semințelor speciilor lemnoase sub influența biofitomodulatorului DIEE..... | XIV |
| 4.2. ANALIZA PROBELOR DE ULEI MOLID FILM LICHID ÎNTRE PASTILE DE KBR. SPECTROSCOPIE FTIR | XV |
| 4.3. ANALIZA MĂRIMILOR TERMICE ȘI CALORIMETRICE ALE ULEIULUI DE MOLID TRATAT ÎN CÂMP ELECTRIC, MAGNETIC ȘI SUBTIL..... | XV |
| 5. CONCLUZII | XVI |
| 6. BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ | XVII |

1. INTRODUCERE

Teza de doctorat are ca scop principal studiul aplicării unor metode de influențare a capacității de germinație prin folosirea câmpurilor fizice.

Obiectivele urmarite care stau la baza tezei sunt:

- Modificarea capacității de germinație a semințelor de molid (*Picea abies*) și salcâm (*Robinia pseudacacia*) sub acțiunea câmpului electric.
- Modificarea capacității germinative a semintelor de molid (*Picea abies*) și salcâm (*Robinia pseudacacia*) sub influența câmpului magnetic.
- Modificarea capacității germinative a semințelor de molid (*Picea abies*) și salcâm (*Robinia pseudacacia*) sub influența radiației laser.
- Modificarea capacității germinative a semintelor de molid (*Picea abies*) și salcâm (*Robinia pseudacacia*) sub influența biofitomodulatorilor de tip AD.
- Modificarea capacității germinative a semințelor de molid (*Picea abies*) și salcâm (*Robinia pseudacacia*) sub influența câmpului torsional.
- Spectroscopie FTIR. Probe ulei molid în film lichid între pastile de KBr.
- Determinarea mărimilor termice și calorimetrice ale uleiului de molid tratat în câmp electric, magnetic și subtil.

2. MATERIALUL BIOLOGIC UTILIZAT IN EXPERIENȚE

Materialul biologic utilizat în studiu face parte din categoria rășinoaselor și foioaselor. Semințele de molid (*Picea abies*) și salcâm (*Robinia pseudacacia*) provin din rezervația de semințe UP. 4 Bondureasa UA 35 B.

3. TEHNICA EXPERIMENTALĂ

Capacitatea germinativă a semințelor expuse în câmp electric a fost determinată printr-un studiu factorial conform datelor de mai jos:

Factorul A – anul de recoltare cu graduările:

a₁-2012

a₂-2013

a₃-2014

Factorul B - specia cu graduările:

b₁-molid (*Picea abies*)

b₂-salcâm (*Robinia pseudacacia*)

Factorul C – câmpul electric cu graduările:

c₁- martor

c₂- 266V/m

Pentru a stabili capacitatea germinativă a semințelor expuse în câmp magnetic s-a realizat un studiu polifactorial după următoarea schemă:

Factorul A- anul de recoltare cu graduările:

a₁-2012

a₂-2013

a₃-2014

Factorul B – specia cu graduările:

b₁-molid (*Picea abies*)

b₂-salcâm (*Robinia pseudacacia*)

Factorul C – câmp magnetic cu graduările:

c₁- martor

c₂-2,2 G

În câmp laser, capacitatea germinativă a fost determinată printr-un studiu factorial după următoarea schemă:

Factorul A- anul de recoltare cu graduările:

a₁-2012

a₂-2013

a₃-2014

Factorul B – specia cu graduările:

b₁-molid (*Picea abies*)

b₂-salcâm (*Robinia pseudacacia*)

Factorul C –timpul de expunere a fascicolului laser cu graduările:

c₁- martor

c₂-1 minut

c₃-5 minute

c₄-10 minute

c₅-15 minute

Capacitatea germinativă a semințelor expuse biofitomodulatorilor de tip AD s-a stabilit printr-un studiu polifactorial conform datelor de mai jos:

Factorul A- anul de recoltare al materialului biologic cu graduările:

a₁-2012

a₂-2013

a₃-2014

Factorul B – specia cu graduările:

b₁-molid (*Picea abies*)

b₂-salcâm (*Robinia pseudacacia*)

Factorul C –biofitomodulatori de tip AD cu graduările:

c₁- martor

c₂-DIEE

Capacitatea germinativă a semințelor expuse în câmp torsional a fost determinată printr-un studiu factorial după următoarea schemă:

Factorul A- anul de recoltare cu graduările:

a₁-2012

a₂-2013

a₃-2014

Factorul B – specia cu graduările:

b₁-molid (*Picea abies*)

b₂-salcâm (*Robinia pseudacacia*)

Factorul C –câmp torsional cu graduările:

c₁-câmp torsional de stânga

c₂-câmp torsional de dreapta

Factorul D – câmpul de expunere sub acțiunea câmpului torsional, cu graduările:

d₁- martor

d₂-30 de minute

d₃-60 de minute

d₄-90 de minute

3.1. METODE DE CERCETARE UTILIZATE ÎN REALIZAREA STUDIILOR

3.1.1. Metode de cercetare utilizate pentru modificarea capacității germinative a semințelor de molid (*Picea abies*) și salcâm (*Robinia pseudacacia*) sub acțiunea câmpului electric

Germinația semințelor este determinată de două aspecte: energia germinativă și facultatea germinată. Energia germinativă reprezintă viteza de declanșare a procesului de germinație la o sămânță pusă în condiții optime de semănat. Facultatea germinativă sau capacitatea germinativă măsoară capacitatea semințelor de a germina, într-un timp stabilit pentru fiecare specie în parte (DUDA și colab., 2003).

Energizarea semințelor supuse câmpului electric s-a realizat cu ajutorul unui dispozitiv de tip condensator generator de câmp electric cu posibilitatea de reglare a câmpului electric atât prin modificarea distanței dintre armături, cât și prin modificarea tensiunii de alimentare.

Semințele celor două specii: molid (*Picea abies*) și salcâm (*Robinia pseudacacia*) au fost supuse la o valoare a câmpului electric de $E=266$ V/m. Timpul de expunere al probelor a fost de 15, 45 și 60 de minute.

3.1.2. Metode de cercetare utilizate pentru modificarea capacității germinative a semințelor de molid (*Picea abies*) și salcâm (*Robinia pseudacacia*) sub acțiunea câmpului magnetic

Capacitatea germinativă sub influența câmpului magnetic a semințelor de molid și salcâm s-a realizat cu o bobină Helmholtz. Aceasta este compusă din două bobine din sârmă de cupru. Pe fiecare bobină sunt 154 de spire uniforme dispuse sub formă de inel circular, cu raza de 20 cm. Bobinele sunt așezate în plan paralel, concentrice, iar distanța dintre ele este egală cu raza lor. Curentul ce trece prin cele două bobine este de $E=266$ V/m și are același sens în ambele bobine. Astfel se formează un câmp magnetic omogen pe direcții perpendiculare cu planul bobinelor.

3.1.3. Metode de cercetare utilizate pentru modificarea capacității germinative a semințelor de molid (*Picea abies*) și salcâm (*Robinia pseudacacia*) sub influența radiației laser

În acest experiment s-au folosit câte 100 de semințe în trei repetiții pentru fiecare variantă de testare, luate aleatoriu din lotul pregătit pentru analiză.

Pe lângă proba martor existentă, pentru fiecare specie s-au folosit probe cu semințe care au fost expuse influenței unui fascicul laser de culoare verde cu o lungime de undă având o putere de 50 mw (miliwatt).

Stimularea optică a semințelor a fost livrată de către un echipament laser Nd: YAG (Quantum OPUS laser) cu emisie în spectrele vizibile ($\lambda=523$) și $P=0,5$ W.

Timpul de expunere a fost:

- t_1 -1 minut
- t_2 -5 minute
- t_3 -10 minute
- t_4 -15 minute

3.1.4. Metode de cercetare utilizate pentru modificarea capacității germinative a semințelor de molid (*Picea abies*) și salcâm (*Robinia pseudacacia*) sub influența bifitomodulatorilor de tip AD

Pentru acest experiment s-au luat în studiu câte 100 de semințe a trei repetiții pentru fiecare variantă, luate aleatoriu din lotul pregătit pentru analiză.

Pe lângă proba martor existentă s-au folosit și probe care au fost energizate cu biofitomodulatori DIEE de tip AD.

3.1.5. Metode de cercetare utilizate pentru modificarea capacității germinative a semințelor de molid (*Picea abies*) și salcâm (*Robinia pseudacacia*) sub influența câmpului torsional

Determinarea capacității germinative a semințelor sub acțiunea câmpului torsional s-a realizat cu un generator de câmp torsional. Acest generator este compus din mai mulți cilindrii concentrici cu aceleași însușiri fiind amplasați coaxial unul în altul, fiind realizați dintr-un material dielectric, iar în spațiul dintre aceștia sunt amplasați cilindrii de dimensiuni mai mici fiind confecționați din materiale speciale. Acești cilindrii din interiorul dispozitivului realizează formarea unor câmpuri de torsiune. La anumiți parametri de sertare a acestei rețele este posibilă transformarea câmpului de torsiune de stânga în câmp de torsiune de dreapta (CEZARA MIRON, 2012).

Pe lângă proba martor existentă s-au folosit și probe care au fost supuse acțiunii câmpului torsional, la diferiți timpi de expunere:

- t_1 -30 minute
- t_2 -60 minute
- t_3 -90 minute

3.1.6. Spectroscopie FTIR. Probe ulei molid în film lichid între pastile de KBr.

Pentru măsurarea uleiului de molid s-a folosit o montură cu două pastile (ferestre) de bromură de potasiu KBr pur spectrală, necesară pentru a crea un film lichid. Pastilele s-au obținut prin presarea KBr cristalină, care prin presare se

lichefiază. KBr a fost introdusă într-o matriță și a fost vidată timp de aproximativ două minute. Presarea a fost realizată sub vid la 70 de atmosfere.

Măsurătorile FTIR (spectroscopie infraroșu cu transformată Fourier) au fost efectuate cu o rezoluție de 4 cm^{-1} cu ajutorul unui spectrometru JASCO 6100 în domeniul spectral $4000 - 400\text{ cm}^{-1}$ utilizând tehnica filmului de lichid între două pastile de KBr (bromură de potasiu). Grosimea filmului de lichid nu a fost aceeași în toate cazurile, dar s-a păstrat în limitele aceluiași valori de intensitate.

3.1.7. Metoda de cercetare utilizată pentru determinarea mărimilor termice și calorimetrice ale uleiului de molid tratat în câmp electric, magnetic și subtil

Metoda de cercetare utilizată pentru determinarea mărimilor termice și calorimetrice ale uleiului de molid s-a realizat astfel: pe lângă proba martor s-au reținut eșantioane de ulei care au fost supuse câmpului electric la o intensitate $E=46,97\text{V/m}$ timp de 3h, în câmp magnetic la 2,85 Gauss timp de 3h și în câmp subtil cu dispozitiv de echilibrare și energizare de tip AD.

Experimentele calorimetrice au fost efectuate utilizând un calorimetru cu scanare diferențială (DSC) Shimadzu DSC-60 (Shimadzu Corporation, Japan) iar colectarea și prelucrarea datelor s-a realizat cu soft-urile Shimadzu TAWS60 și TA60 2.1.

Măsurătorile au fost efectuate pe cantități de 2.1–2.5 mg proba (~2 ml) în celule de aluminiu acoperite cu capac în atmosfera de aer. Intervalul de temperatură în care s-au efectuat măsurătorile a fost cuprins între 5 și 50°C cu o viteză de creștere a temperaturii de $10^{\circ}\text{C}/\text{min}$.

4. REZULTATELE CERCETĂRII

4.1. GERMINAȚIA SPECIFICĂ SEMINȚELOR DE MOLID ȘI SALCÂM ÎN CEI TREI ANI DE EXPERIMENTARE

Capacitatea germinativă a celor 2 specii lemnoase, este sugestiv reprezentată în fig. 3.1.

Semințele de molid au capacitatea germinativă mult mai ridicată decât cele ale salcâmului, putând fi folosite pentru producerea de puiți prin înmulțire generativă, cu mențiunea că valorile medii ale capacității de germinație sunt totuși, unele modeste (67-69%).

Semințele de salcâm germinează foarte slab (22-24%), la această specie, pentru utilizarea semințelor în producerea de puiți, fiind necesară stimularea germinației pentru ca aceasta să atingă valori mai ridicate.

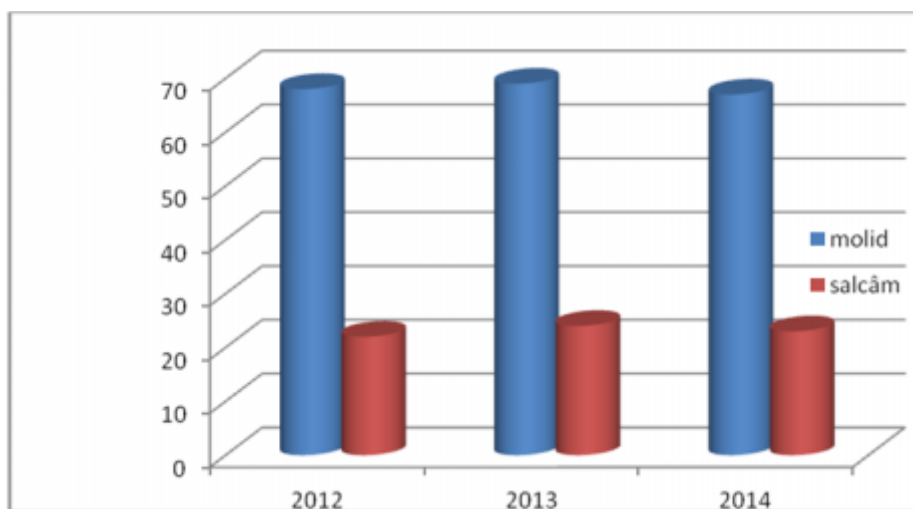


Fig. 3.1 Capacitatea germinativă a semințelor celor două specii lemnoase testate

4.1.1. Analiza comparativă a germinației semințelor speciilor lemnoase în câmp electric

Cele două specii lemnoase ale căror semințe au fost luate în studiu, au capacitate germinativă naturală diferită, molidul fiind superior salcâmului, iar diferența mediilor înregistrate între cele două specii depășește 45%. Expunerea semințelor în câmp electric cu intensitatea de 266 V/m, este benefică ambelor specii. La molid, la

germinația naturală a semințelor se mai adaugă până la 15% semințe germinate, prin expunerea în câmp electric. La salcâm, la cele aproximativ 23% semințe germinate în mod natural, se adaugă încă 63% semințe germinate prin expunere în câmp electric (fig.3.2).

În concluzie, pentru salcâm stimularea electrică a procesului germinativ este o soluție foarte eficientă, iar pentru molid – una benefică.

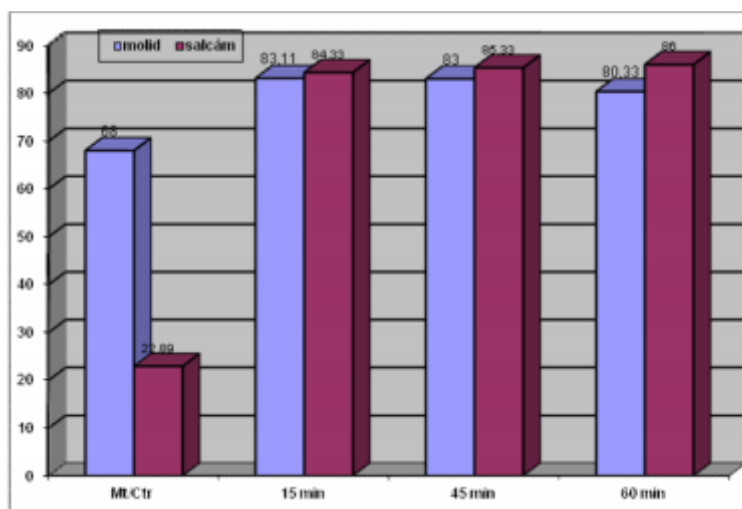


Fig.3.2.Comportarea semințelor speciilor lemnoase în camp electric cu intensitatea de 266V/m

4.1.2. Analiza comparativă a germinației semințelor speciilor lemnoase în câmp magnetic

Expunerea semințelor celor două specii lemnoase luate în studiu, în câmp magnetic cu intensitatea de 2,2 Gauss, este benefică ambelor specii. La molid, la germinația naturală a semințelor de molid se mai adaugă prin expunerea în câmp magnetic, până la 10% semințe germinate. La salcâm, la cele aproximativ 23% semințe germinate în mod natural, se adaugă încă 62% semințe germinate prin expunere în câmp magnetic (fig.3.3).

În concluzie, și stimularea magnetică este o soluție foarte eficientă la salcâm, pentru a putea utiliza semințele acestei specii în producerea de puiți. Stimularea germinației semințelor de molid prin expunerea în câmp magnetic, nu este spectaculoasă, față de potențialul germinativ natural al acestei specii.

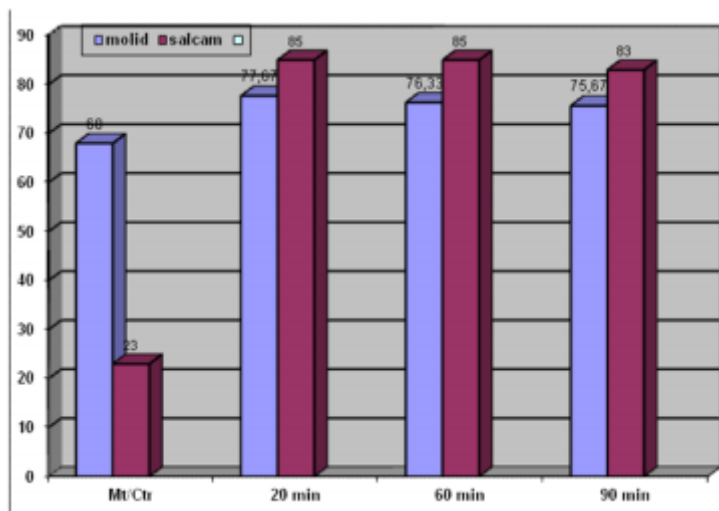


Fig. 3.3 Germinația semințelor speciilor lemnoase în câmp magnetic de 2,2 Gauss

4.1.3. Analiza comparativă a germinației semințelor speciilor lemnoase la expunerea la raze laser

Expunerea semințelor celor două specii lemnoase luate în studiu, la razele laser de 50 mW, are influențe diferite. La molid, germinația semințelor este inhibată de razele laser. La salcâm, la cele aproximativ 23% semințe germinate în mod natural, se adaugă încă 18% semințe germinate prin expunere la raze laser (fig.3.4)

În concluzie, stimularea laser nu este o soluție eficientă la niciuna dintre speciile analizate, nici chiar la salcâm, specie care reacționează la acest stimul, dar insuficient din punct de vedere al utilității semințelor pentru obținerea de puiți.

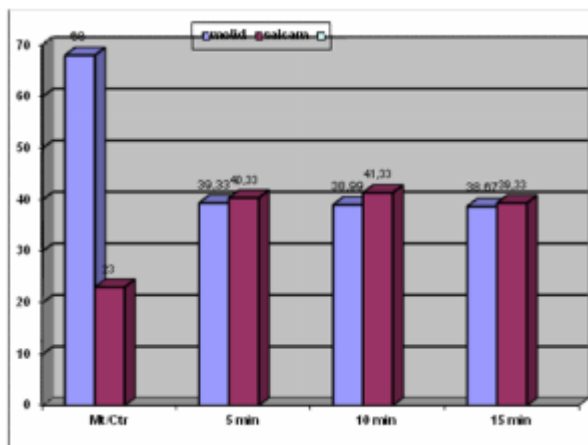


Fig. 3.4 Germinația semințelor speciilor lemnoase expuse la raze laser

4.1.4. Analiza comparativă a germinației semințelor speciilor lemnoase sub influența biofitomodulatorului DIEE

Biofitomodulatorul DIEE are influență pozitivă asupra germinației semințelor speciilor lemnoase analizate (fig. 3.5). Dacă la molid, acesta stimulează distinct semnificativ germinația, față de un potențial germinativ al semințelor acestei specii lemnoase – de 68%, la salcâm, modulatorul biofitodinamic DIEE – aproape triplează germinația semințelor față de potențialul natural al acestora, de doar 23%.

În concluzie, stimularea biodinamică este o soluție foarte eficientă la ambele specii analizate, iar la salcâm, specie care reacționează extraordinar de bine la acest stimul – o soluție perfectă pentru obținerea de puiți din semințele varietăților locale.

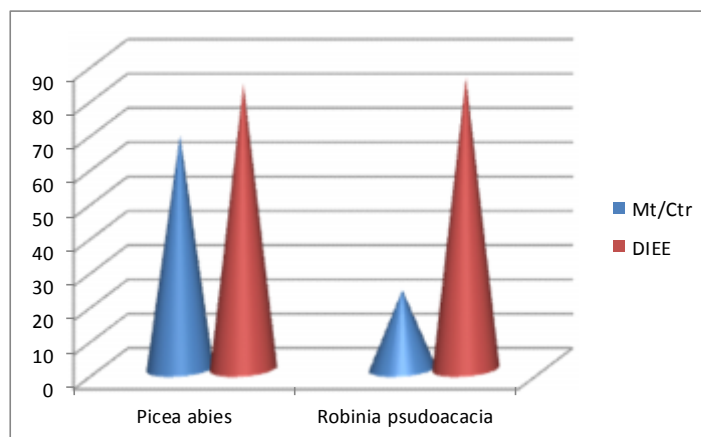


Fig. 3.5 Germinația semințelor speciilor lemnoase stimulate biodinamic

4.2. ANALIZA PROBELOR DE ULEI MOLID FILM LICHID ÎNTRE PASTILE DE KBR. SPECTROSCOPIE FTIR

Din spectrul FTIR, zona $3650-3250\text{ cm}^{-1}$ unde semnalul este amplificat pentru o analiză în detaliu a modificărilor spectrale. Apar diferențe în intensitățile benzilor OH ($\sim 3540\text{ cm}^{-1}$), în funcție de tratamentul extern: intensitatea cea mai mare a benzii OH este relevată în cazul tratamentului în câmp magnetic, deși banda specifică grupărilor alifatică ($3000-2900\text{ cm}^{-1}$) este mai mare în cazul tratamentului în câmp electric.

La o comparație a spectrelor FTIR ale probelor de ulei de molid supuse diferiților factori externi se observă că numărul de grupări OH este mai mare la proba tratată în câmp magnetic decât la proba tratată în câmp electric sau la proba netratată.

4.3. ANALIZA MĂRIMILOR TERMICE ȘI CALORIMETRICE ALE ULEIULUI DE MOLID TRATAT ÎN CÂMP ELECTRIC, MAGNETIC ȘI SUBTIL

Pe curba DSC a uleiului de molid pur se observă două *picuri* endoterme, primul în intervalul de temperatura $7-13^\circ\text{C}$ cu maximum la 10.6°C și $\Delta H = -1.9\text{ J/g}$ iar cel de-al doilea între 14 și 23°C cu maximum la 18.1°C și $\Delta H = -4.9\text{ J/g}$.

Pe curba DSC a uleiului de molid pur se observă două *picuri* endoterme, primul în intervalul de temperatură $7-13^\circ\text{C}$ cu maximum la 10.6°C și $\Delta H = -1.9\text{ J/g}$ iar cel de-al doilea între 14 și 23°C cu maximum la 18.1°C și $\Delta H = -4.9\text{ J/g}$.

Uleiurile supuse efectelor diferitelor câmpuri – electric, magnetic sau energetic – prezintă comportament termic asemănător, însa intensitatea *picurilor* și valoarea entalpiei sunt diferite în funcție de câmpul aplicat.

Uleiul de molid mai prezintă o tranziție de fază la 34.4°C , tranziție ce dispare în cazul uleiului tratat în câmp electric, dar se regăsește cu o intensitate mărită în cel tratat în câmp magnetic.

Constanta căldurii specifice indică faptul că din punct de vedere compozițional uleiul nu este drastic influențat de câmpurile aplicate. Pe de alta parte este cunoscut faptul că valoarea parametrilor termici dinamici (în special difuzivitatea termică) într-un lichid sau într-un amestec de lichide este corelată cu structurile (lanțurile) moleculare majoritare.

În concluzie, modificarea valorilor difuzivității și efuzivității termice de către câmpul magnetic și electric, cu valori variabile, indică o alterare a structurilor moleculare majoritare. Acest lucru este posibil prin catalizarea de către câmpul electric sau magnetic a unor asocieri moleculare în care sunt implicați, în opinia noastră, în special acizii grași nesaturați din ulei.

5. CONCLUZII

- Semințele de molid reacționează pozitiv la expunerea în câmp electric, germinația acestora înregistrând creșteri medii ale capacității germinative;
- expunerea semințelor în câmp electric cu intensitatea de 266 V/m, este benefică ambelor specii.

- Semințe de molid supuse în câmp magnetic reacționează cel mai bine la 20 de minute ca timp de expunere, creșterea timpului de expunere, nu duce la creșterea capacității germinative;
- semințele de salcâm reacționează foarte pozitiv și la expunerea în câmp magnetic la toți timpii de expunere;
- în concluzie, stimularea magnetică este o soluție foarte eficientă la salcâm, pentru a putea utiliza semințele acestei specii în producerea de puiți. Stimularea germinației semințelor de molid prin expunerea în câmp magnetic, nu este spectaculoasă, față de potențialul germinativ natural al acestei specii.

- stimularea laser nu este o soluție eficientă la niciuna dintre speciile analizate, nici chiar la salcâm, specie care reacționează la acest stimul, dar insuficient din punct de vedere al utilității semințelor pentru obținerea de puiți.

- stimularea biofitodinamică (biofitomodulatorul DIEE) este o soluție foarte eficientă la ambele specii analizate, iar la salcâm, specie care reacționează

extraordinar de bine la acest stimul – o soluție perfectă pentru obținerea de puiți din semințele varietăților locale.

- Câmpurile torsionale, acționează arbitrar asupra germinăției semințelor de molid, câmpul torsional de dreapta inhibă cu 3% germinăția medie a semințelor la 30 de minute expunere, ajungând la o diminuare cu aproape 38%, la expunerea de 60 de minute;
- câmpul torsional de stânga, stimulează germinăția semințelor de molid în intervalul de 30 de minute de la expunere, o inhibă foarte puternic după 60 de minute, iar prin prelungirea perioadei de expunere la 90 de minute valorile acesteia apropiindu-se de valorile variantei martor.
- Spectrele FTIR ale probelor analizate în diferite domenii spectrale evidențiază efectul mai mare asupra modificării structurii moleculare a uleiului de molid în are câmpul magnetic și biofitomodulatorii de tip DIEE;
- modificarea valorilor difuzivității și efuzivității termice de către câmpul magnetic și electric, cu valori variabile, indică o alterare a structurilor moleculare majoritare.

6. BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ

1. Ailesei, Octăvița, 1996, Elemente de magnetobiologie, Ed. Universității "Alexandru Ioan Cuza", Iași, pp 5-6.
2. Byers J.A, 1993, Orientation of bark beetles *Pytiogen schol cographus*, and *Ips typrographus* to pheromone-baited puddle, traps placed in grids: a new trap for control of pscolytids, *Journal of Chemical Ecology* 16, pp 861-876.
3. Chiriță, C., Doniță, N., Ivănescu, D., Lupe, I., 1981, Pădurile României: studiu monografic, Ed. Academiei Republicii Socialiste România, pp 68-82.
4. Ciulache, S., Ionac, Nicoleta, 2007, Esențial în meteorologie și climatologie, Ed. Universității, București, pp 30-31.

5. Criveanu, H., 2004, Agrometeorologie-curs, Ed.digital Data, Cluj-Napoca
6. Dincă, A., 2005, Efectul Ancu Dincă pe înțelesul tuturor, Ed. Tipoalex, Alexandria, pp 3-7.
7. Drăgoi, M., 2004, Amenajarea pădurilor, Ed. Universității Suceava, pp. 35-39.
8. Feynman, P.R., 1970, Fizica modernă. Electromagnetismul. Structura materii, Ed. Tehnică, București, p 92.
9. Gamov, G., 1971, Biografia fizicii, Ed. Stiințifică, București, p 9.
10. Haralamb, A.T., 1956, Cultura speciilor forestiere, Ed. Agrosilvica de stat, București, pp 476-487.
11. Holonec, L., 2008, Tehnologii modern în protecția integral a pădurilor clujene, Ed. Academic Pres, Cluj-Napoca, p 208.
12. Machedon, I., 1996, Funcțiile de protecție a pădurilor, evaluare economic, Ed. Ceres, București, pp7-14.
13. Neacșu, I., Câmpeanu, S. C., 2000, Elemente de biofizica si biologie celulară, Ed. Cerimi, Iași, pp55-60.
14. Popescu, I. M., 1982, Fizică, Ed. didacticăși pedagogic, București, p 3
15. Stăncioiu, P. T., Lazăr, G., Tudor, Gh. M., Bogdan, Ș., Bogza, C., Predoiu, Gh, Șofletea, N., 2008, Măsuri de gospodărire, Ed. Universității Brașov, pp 13.
16. Timofte, A.I., 2006, Bazele prelucrării primare a lemnului, Ed. Academic Pres, Cluj-Napoca.
17. Timofte, A.I., 2007, Exploatarea pădurilor, Ed. Universității din Oradea, p 7.
18. Vlad, V., Mioara Vlad, Doboș, V., 2002, Silvicultură, Ed Mirton, Timișoara.
19. Matwijczuk, A., Kornarzyński, K., Pietruszewski, S., (2012), Effect of magnetic field on seed germination and seedling growth of sunflower, International Agrophysics. Volume 26, Issue 3, p. 271–278
20. El-Bakatoushi, R. (2010), Genetic Diversity Of Winter Wheat (*Triticum aestivum* L.) Growing Near A High Voltage Transmission Line, Romanian Journal of Biology – Plant Biology., Volume 55, No. 2, P. 71–87, Bucharest.
21. AnantaVashistha, Shantha Nagarajanb, (2010), Effect on germination and early growth characteristics in sunflower (*Helianthus annuus*) seeds exposed to static magnetic field, Journal of Plant Physiology, Volume 167, 149-156.

22. Rabold, B., A.A. Brayman, M.W. Miller and A.M. Mingrone, (1990), Root acid growth response capacity is unaffected by 60 Hz electric field exposure sufficient to inhibit growth, *Environmental and Experimental Botany*, 29(3), 395-405.