

REZUMAT TEZA DOCTORAT

„Optimizarea regimului de păstrare a semintelor la unele specii leguminoase prin studiul factorilor abiotici”

Cuvinte cheie: sămânță, mazăre de grădină, cultivare, optimizare proces depozitare

Sămânța este un produs agricol special din două puncte de vedere: ca sursă de hrană pentru om și animale, dar mai ales ca material biologic de multiplicare pentru înființarea culturilor.

Atunci când este folosită pentru realizarea de noi culturi, importanța seminței devine majoră, deoarece aceasta este purtătoarea caracteristicilor genetice ale materialului inițial de ameliorare. Cu atât mai bine vor fi manifestate aceste caracteristici cu cât sămânța va avea un set de caractere și însușiri de natură morfologică, anatomică, fiziologică, chimică și biochimică care definesc pe scurt calitatea seminței.

O sămânță de calitate este evaluată agronomic prin anumiți indici, cum ar fi: puritatea fizică, umiditatea, germinația, starea de sănătate, vigoare etc.

Calitatea semințelor este determinată de un întreg lanț de factori (obiectivi sau subiectivi), cum ar fi: condițiile de cadru natural, lucrările de înființare a culturii, lucrările de întreținere, recoltarea semințelor, condiționarea acestora, modul de ambalare, păstrarea și comercializarea, factori de care depinde în mare măsură viitoarea recoltă.

Din momentul recepției, sămânța capătă valoare biologică deosebită, care este atestată de un certificat de calitate, iar în final capătă valoare agronomică, care asigură eficiența economică și sustenabilitate activității de producție.

Din acest considerent, teza de doctorat a avut ca scop optimizarea condițiilor de păstrare a semințelor de mazăre prin prisma evaluării unor indicatori morfologici (germinația, radícula, hipocotilul), unii compuși primari și secundari de metabolism (proteine, lipide, fibre totale și digestive, energia calorică, cenușă, etc.) și unele macro și microelemente (N, K, Mg, Ca, Fe, Zn, Na) la patru cultivare (Zsuzsi, Gloriosa, Meraviglia și Kelvedon Wonder), păstrate timp de trei ani (2017, 2018, 2019) sub influența a cinci condiții diferite de temperatură și umiditate atmosferică ($t=4^{\circ}\text{C} \times U=8\%$; $t=4^{\circ}\text{C} \times U=12\%$; $t=8^{\circ}\text{C} \times U=8\%$; $t=8^{\circ}\text{C} \times U=12\%$; $t=22^{\circ}\text{C} \times U=65\%$).

Pentru realizarea scopului propus, mi-am propus următoarele obiective:

- evaluarea influenței condițiilor de depozitare și a vârstei semințelor la mazăre asupra indicatorilor morfologici (germinația, energia germinativă, lungimea radiclei și a hipocotilul);
- evaluarea influenței condițiilor de depozitare și a vârstei semințelor la mazăre asupra compușilor primari de metabolism (umiditate, lipide, cenușă, proteine, fibre totale, fibre dietetice, valoare calorică);
- evaluarea influenței condițiilor de depozitare și a vârstei semințelor la mazăre asupra unor macro și microelemente (N, K, Mg, Ca, Fe, Zn, Na);
- modelarea matematică privind optimizarea condițiilor de păstrare a semințelor de mazăre prin prisma evaluării unor indicatori morfologici, fiziologici și biochimici la cultivarele Gloriosa și Kelvedon Wonder.

Scopul și obiectivele propuse ne vor oferi răspunsuri pertinente asupra unor procese intime (biologice și biochimice) care vor interesa atât cercetătorii științifici, cât mai ales practicienii din unitățile de producere a semințelor.

Studiile și cercetările au fost realizate în cadrul programului de studii doctorale realizat la IOSUD a USV Iași, în cadrul Școlii Doctorale de Științe Inginerești, în domeniul de doctorat Horticultură, specializarea Legumicultură.

Activitatea de cercetare a fost realizată în teren, la o societate comercială care păstrează și comercializează semințe, Disciplina de Legumicultură, respectiv laboratorul de cercetare al acesteia și în cadrul laboratorului de analize biochimice a USV Timișoara

Teza de doctorat este structurată în două părți:

- partea I - Stadiul actual al cunoașterii privind îmbunătățirea calității semințelor de mazăre prin unele măsuri tehnologice;

- partea a II a - Rezultatele cercetărilor proprii.

Partea I a tezei de doctorat este structurată în trei capitole și cuprinde: Capitolul 1. Circumstanțele producerii semințelor de leguminoase în România; Capitolul 2. Condiționarea și depozitarea semințelor în România și Capitolul 3. Stadiul actual al cercetărilor cu privire la optimizarea regimului de păstrare a semințelor la mazărea de grădină

În primele două capitole ale părții I, se realizează o sinteză a cunoștințelor de la nivel național și internațional privitor la importanța utilizării unei semințe de calitate pentru înființarea culturilor comerciale și de producere a semințelor și indicatorii care definesc această calitate, precum și la fluxul tehnologic care privește strict sămânța ca un obiect de studiu. În cea mai mare parte, această sinteză se bazează pe prevederile legislației românești și internaționale privind sămânța, dar și pe informațiile de maximă importanță din literatura de specialitate pe acest domeniu.

În capitolul 3 sunt prezentate studiile care privesc efectul condițiilor de mediu asupra păstrării semințelor de leguminoase; studii cu privire la viabilitatea și compoziția fizico-chimică a semințelor de leguminoase și studiile cu privire la factorii care duc la deteriorarea semințelor și măsurile care pot fi luate împotriva pierderii viabilității

Partea a II-a a tezei de doctorat este prezentată pe parcursul a trei capitole destul de cuprinzătoare și reprezintă peste 2/3 din volumul total al tezei.

Capitolul 4 - Scopul și obiectivele cercetărilor. Materialul biologic folosit și metodologia generală de lucru, are trei subcapitole: Scopul cercetărilor; Obiectivele cercetărilor și Materialele folosite și metodologia generală de lucru

Referitor la scopul și obiectivele temei de cercetare, prezentate într-un paragraf anterior, în textul dedicat acestui subcapitol este arătată nevoia acestui demers științific, bazat pe circumstanțele actuale referitoare la optimizarea condițiilor de păstrare a semințelor și necesitatea unei analize a calității semințelor în funcție de diversitatea cultivarelor utilizate și vârsta semințelor raportate la unii indicatori morfologici, compoziția chimică și biochimică a acestora.

Materialul biologic utilizat în cadrul cercetărilor a fost reprezentat de patru cultivare de mazăre (*Pisum sativum* L.): Zsuzsi, Gloriosa, Meraviglia și Kelvedon Wonder.

Factorul B a fost reprezentat de anul de *cultură* care a avut trei graduări: b₁-‘2017’; b₂-‘2018’; b₃-‘2019’.

Factorul C a fost determinat de condițiile de *depozitare* cu cinci graduări, determinate de temperatura și umiditatea din spațiul de depozitare, astfel: c₁-‘SC₁-t=4°C x U=8%’; c₂-‘SC₂-t=4°C x U=12%’; c₃-‘SC₃-t=8°C x U=8%’; c₄-‘SC₄-t=8°C x U=12%’; c₅-‘SC₅-t=22°C x U=65%’ (Control).

Indicatorii morfo-fiziologici au fost determinați în laboratorul de legumicultură a USV Iași iar analizele chimice și biochimice au fost efectuate în cadrul laboratorului de biochimie de la USV Timișoara.

Metodologia generală de lucru a cuprins pachete de cercetare:

- studiu de caz care a analizat condițiile tehnico-administrative la o societate care se ocupă cu depozitarea și păstrarea semințelor în condiții controlate;

-studiul germinației efectuat pe hârtie de filtru, câte 50 de semințe în trei repetiții. Metoda este descrisă de Stoleru et al., 2019. Radicula a fost măsurată la două zile după ce semințele au germinat și la finalul experimentului (în ziua a cincea). Lungimea hypocotilului a fost măsurată în ziua a cincea după ce semințele au germinat; lungimea radiclei și hypocotilului au fost măsurate cu un șubler electronic.

-compușii primari care au fost analizați la semințele de mazăre au fost: umiditatea, lipidele, proteine brute, fibre brute, fibre dietetice, N liber și valoarea calorică.

-macroelementele determinate au fost: calciu, magneziu, potasiu și sodiu iar microelementele determinate au fost: fier și zinc, utilizând ICP-MS cu spectrometru de masă cvadruplu Nexion 300D.

Studiul fluxului tehnologic de depozitare prezintă sintetic principalele elemente ale fluxul tehnologic al depozitării, păstrării și livrării care cuprinde recepția, data, cantitățile, ambalarea, tip, număr de ambalaje, amplasarea în spațiu , verificarea condițiilor de microclimat, prelevarea de probe, număr de probe , specii, controale, controlul factorilor de mediu, ambalarea, reambalarea, pregătirea pentru livrări, livrarea.

În concluzie, se poate afirma că stația de sortare a semințelor Remington Seeds România din județul Iași dispune de toate condițiile de mediu necesare sortării, depozitării și controlului în bune condiții a semințelor. Fluxul tehnologic este stabilit printr-un program de activități care respectă legislația privind păstrarea semințelor, ambalarea și circulația acestora.

Capitolul 5 , care este și cel mai cuprinzător face referire la influența condițiilor de depozitare asupra unor indicatori morfologici, fiziologici și biochimici la semințele de mazăre. În acest capitol sunt prezentate rezultatele pentru cele patru cultivare cu privire la influența condițiilor de păstrare a semințelor de mazăre și a anului de recoltă asupra: germinației, energiei germinative, lungimea radiclei și a hypocotilului, umiditatea semințelor, compuși primari și secundari de metabolism, sau unele minerale, cum ar fi: N liber, K, Mg, Ca, Fe Zn, Na, elmenete care sunt implicate în stresul metablic al păstrării acestora în depozite.

Condițiile de păstrare ale semințelor de mazăre influențează semnificativ germinația și energia germinativă a acestora. Pentru semințele de mazăre de grădină păstrate în perioada 2017-2019 se poate observa, că pe baza analizelor efectuate sunt diferențe semnificative în funcție de cultivar și condițiile de păstrare. Astfel, se poate observa că indiferent de condițiile de păstrare, germinația semințelor îndeplinește condițiile de calitate pentru sămânța din 2019 pentru a fi comercializată, indiferent de cultivar.

Valori mai ridicate ale germinației și energiei germinative se înregistrează la sămânța din anul 2019 și la cultivarul KW. Datele evidență că semințele de mazăre din anul 2019 pot fi păstrate atât în condiții normale cât și în condiții controlate. Păstrarea pe perioade mai mari de 1 an este bine să se realizeze în condiții controlate deoarece procentul de germinare este mai ridicat.

Lungimea radiclei a variat în limite destul de largi, de la 10,71 mm în cazul cultivarului Gloriosa recoltat în anul 2017, semințe păstrate în condiții normale de temperatură și umiditate și 39,43 mm în cazul semințelor recoltate în anul 2019 păstrare la temperatură de 4°C și umiditate de 8%, diferența fiind de 368,16%, ceea ce denotă că sunt diferențe foarte semnificate între lungimea radiclei determinate de cultivar, condiții de păstrare și vârsta semințelor.

Lungimea hypocotilului a variat în limite destul de largi, de la 2,51 mm în cazul cultivarului Gloriosa recoltat în anul 2017, semințe păstrate în condiții normale de temperatură și umiditate și 14,39 mm în cazul semințelor recoltate în anul 2019 păstrare la temperatură de 4°C și umiditate de 8%, diferența fiind

de 573 %, ceea ce denotă că sunt diferențe foarte semnificate între lungimea hipocotilului determinate de cultivar, condiții de păstrare și vârsta semințelor.

Rezultatele net superioare în cazul radiclei și hipocotilului pentru vârsta mai redusă a semințelor are un efect favorabil asupra vigoriei viitoarelor plante cu efecte favorabile asupra capacității de producție.

Umiditatea semințelor alături de temperatură reprezintă cei mai importanți factori abiotici de care depinde vitalitatea acestora. În condiții de temperatură și umiditatea ridicată vigoarea acestora scade sau chiar poate fi pusă sub semnul întrebării viitorul culturilor.

Datele obținute scot în evidență că umiditatea a fost mai mult influențată de condițiile de păstrare decât de cultivar, cunoscut fiind faptul că la recoltare și introducerea în depozit pentru păstrare, semințele trebuie să aibă o umiditate cuprinsă între 11-13%. În cazul tuturor cultivarelor, semințele au fost introduse în camere de păstrare la o umiditate de $11 \pm 0.01\%$. Umiditatea a variat în limite destul de largi, de la 11,23% în cazul cultivarului Kelvedon Wonder recoltat în anul 2019 și păstrat la temperatură de 4°C și umiditate de 8% și 15,13 % în cazul semințelor de la Zsuzi recoltate în anul 2017 păstrate în condiții normale de temperatură și umiditate, diferența fiind de 25,77%.

Conținutul de lipide a variat în limite destul de largi, de la 23,37 g/100 g s.u. în cazul cultivarului Gloriosa recoltat în anul 2017 și păstrat în condiții de atmosferă normală până la 31,86 g/100 g s.u. în cazul cultivarului Zsuzi recoltat în anul 2019 și păstrat în condiții optime de temperatură și umiditate, diferența de 36,33 % fiind foarte semnificativă asigurată statistic.

Rezultatele net superioare s-au obținut mai ales în cazul semințelor de vârstă redusă, ceea ce înseamnă că vor avea un efect net favorabil asupra viitoarelor culturi.

Mazărea are un potențial ridicat de accelerare a tranziției alimentare datorită conținutului ridicat de proteine din semințe și a compoziției relativ bine echilibrate de aminoacizi. În condițiile depozitării, metabolismul semințelor este modificat, prin urmare, este probabil ca reacțiile de îmbătrânire să fie influențate aleatoriu.

Datele analizate scot în evidență că proteinele sunt influențate atât de condițiile de păstrare cât și de vârsta acestora. În cazul semințelor cu vechime de trei ani, se constată o cantitate ușor mai ridicată în proteine, însă diferențele sunt nesemnificative.

Conținutul de proteine a variat în limite reduse, de la 26,49 g/100 g s.u. în cazul cultivarului Meraviglia recoltat în anul 2019 și păstrat în condiții de atmosferă normală până la 31,11 g/100 g s.u. în cazul cultivarului Zsuzi recoltat în anul 2017 și păstrat în condiții optime de temperatură și umiditate. Valori superioare se observă mai ales în cazul semințelor cu vârstă de 3 ani, ceea ce înseamnă că vigoarea plantelor nu este determinată de un conținut mai ridicat în proteine.

În condițiile depozitării, metabolismul semințelor este modificat, prin urmare, este probabil ca reacțiile de îmbătrânire să fie influențate aleatoriu de factori interni sau externi.

Conținutul de fibre totale este influențat atât de condițiile de păstrare cât și de vârsta acestora. În cazul semințelor cu vechime de trei ani, se constată o cantitate ușor mai ridicată în fibre totale, însă diferențele sunt nesemnificative.

Valoarea nutritivă reprezintă capacitatea alimentelor de a satisface cerințele fiziologice ale organismului. Valoarea calorică este energia furnizată de componentele alimentelor care au rol energetic (N liber, cenușă, glucide). În condițiile date, valoarea calorică din semințele de mazăre este influențată atât de condițiile de păstrare, cât și de vârsta acestora. În cazul semințelor cu vechime de trei ani, se constată o valoare mai redusă, diferențele sunt semnificative pentru $p \leq 0,05$. Valoarea calorică a variat în limite reduse, de aproximativ 13 %, de la 474 kal/100 g în cazul cultivarului Gloriosa recoltat în anul 2017 și păstrat în

condiții de atmosferă normală până la 540 kcal/100 g în cazul cultivarului Zsusi recoltat în anul 2019 și păstrat în condiții optime de temperatură și umiditate.

Cantitatea de cenușă, deși este un parametru brut, este un indicator al conținutului de minerale din partea comestibilă a bobului, care include elemente esențiale pentru viața umană; unele dintre aceste elemente minerale includ Fe, Zn, Mn și Cu. Semințele de mazăre se utilizează ca aliment în întreaga lume, iar îmbunătățirea conținutului de minerale din mazărea uscată este indispensabilă pentru a combate o mare varietate de probleme de sănătate asociate cu deficiențele minerale. În condițiile depozitării corespunzătoare, capacitatea de depreciere a semințelor scade, și implicit pierderea de minerale este mai redusă.

Datele obținute evidențiază ca cenușa variază în funcție de vârsta semințelor, cultivarele utilizate și condițiile de depozitare. Conținutul de cenușă a variat în limite destul de reduse, de la 3,62 g/100 g s.u. în cazul cultivarului Zsuzi recoltat în anul 2017 și păstrat în condiții de atmosferă normală până la 4,72 g/100 g s.u. în cazul cultivarului Meraviglia recoltat în anul 2019 și păstrat în condiții optime de temperatură și umiditate, diferența de 22,6% % fiind semnificativă. În cazul cultivarului Meraviglia, datorită conținutului ridicat de minerale, este indicat în cazul în care germinația scade să fie dat imediat în consum datorită calității ridicate în compuși secundari de metabolism. Valori mai ridicate ale conținutului de cenușă se observă mai ales în cazul semințelor de vârstă redusă, ceea ce înseamnă că odată cu vârsta semințelor se reduce și conținutul de minerale, însă scăderile sunt mult reduse față de alți parametri.

Vârsta semințelor este un factor biologic important de care depinde vigoarea semințelor. În general semințele cu vârstă ridicată își pierd repede vigoarea datorită în cea mai mare parte a compușilor primari de metabolism.

Conținutul de N liber a variat în limite reduse, de la 41,77 g/100 g s.u., în cazul cultivarului Zsuzi recoltat în anul 2017 și păstrat în condiții de temperatură de 22°C și umiditate de 65% până la 47,89 g/100 g s.u., în cazul cultivarului Meraviglia recoltat în anul 2019 și păstrat în condiții de temperatură de 4°C și umiditate de 8%, diferențele fiind de 14,65 %, ne semnificative din punct de vedere statistic.

Dinamica K din semințele de mazăre este influențată în special de condițiile de păstrare și mai puțin de cultivar. În cazul semințelor cu vechime de trei ani, se constată un conținut mai redus, diferențele fiind ne semnificative pentru $p \leq 0,05$. Pe parcursul perioadei de păstrare, pierderile de K nu sunt semnificative, ci dimpotrivă în funcție de cultivar și condiții valorile sunt chiar mai ridicate, fără ca acest element mineral să-și pună amprenta în mod evident asupra germinației semințelor de mazăre, comparativ de exemplu cu N liber, care influențează în mod evident germinația semințelor.

Datele obținute pentru Mg scot în evidență valoarea biologică a cultivarului și a condițiilor de depozitare în ceea ce privește conținutul acestui element, influențând în mod evident și parametri morfologici și fiziologici la plantele tinere; pentru anumite cultivare și în anumite condiții de depozitare, pierderile de Mg nu sunt semnificative statistic.

Condițiile de 4°C și umiditate de 12% au făcut ca valorile conținutului de Ca din semințe să varieze între 562,40 mg/kg s.u. la Gloriosa recoltat în 2019 și 595,57 mg/kg s.u. la Zsusi recoltat în anul 2019, ceea ce denotă că valorile pentru aceste condiții de depozitare ale semințelor nu depind de vârsta acestora.

În cazul Fe se constată că dinamica acestuia depinde de valoarea biologică a cultivarului și a condițiilor de depozitare în ceea ce privește conținutul acestui element, care influențează în mod pozitiv parametri morfologici și fiziologici ai semințelor.

Valorile înregistrate scot în evidență pierderi reduse în Na, ceea ce înseamnă o degradare mult mai scăzută în condiții de depozitare. Totuși valorile cele mai scăzute în Na se înregistrează atunci când acestea

au fost depozitate la temperatură de 22°C și umiditate de 65% cu valori mai scăzute la soiurile Meraviglia și KW.

Pe baza rezultatelor obținute în capitolul anterior, este folosită modelarea matematică în optimizarea proceselor de depozitare a semințelor de mazăre pentru două din cele patru cultivare, și anume Gloriosa, și Kelvedon Wonder.

Studiul de față confirmă faptul că managementul depozitării semințelor, în funcție de temperatură și umiditate, poate influența semnificativ principalii indicatori morfologici care determină vigoarea și implicit productivitatea cultivarului. Constatarea că au existat variații ale germinării semințelor cu vârsta, indică faptul că metoda de conservare a semințelor are semnificație statistică profundă și poate influența pozitiv cantitatea și calitatea recoltei.

Condițiile de depozitare a semințelor și anul de recoltare au o importanță deosebită asupra compușilor primari și secundari de metabolism din semințele de mazăre. S-a demonstrat că temperatura de 4 °C și umiditatea de 8% au un efect pozitiv pentru a prelungi timp de doi ani conservarea semințelor pentru principalii parametri ai germinației și ai compușilor secundari de metabolism din semințele de mazăre, creând posibilitatea producerii de semințe de leguminoase o dată la doi ani, ceea ce în momentul de față legislația națională și europeană nu permite acest lucru.

Parametrii biochimici ai semințelor sunt direct influențați de vârsta și condițiile de depozitare. Vârsta semințelor a avut o influență semnificativă statistic asupra conținutului de cenușă și N liber a semințelor de mazăre.

Conținutul de macro și microelemente din semințele de mazăre a fost influențat direct de condițiile de păstrare și anul de recoltare. În cazul macroelementelor, tendința a fost: K>Mg>Ca>Na, în timp ce pentru microelemente a fost: Fe>Zn. Variațiile semnificative ale macro și microelementelor din semințele soiului Gloriosa față de KW au arătat că în perioada de depozitare există o plasticitate ecologică mai mare, indiferent de condițiile de păstrare și deci o mai bună adaptare la condițiile de cultură.

Cercetările actuale au evidențiat necesitatea continuă de a efectua analize interdisciplinare, morfologice, chimice, biochimice, microbiologice și fiziologice în vederea realizării unor corelații cu factorii biochimici de deteriorare, și mai ales cu activitatea enzimatică.

Pe baza rezultatelor obținute au fost creionate concluziile generale și recomandări sintetice din care reiese cu claritate că scopul și obiectivele tezei au fost integral realizate.