



Seria a II-a

LUCRĂRI DE CERCETARE

# CONSERVAREA SEMINTELOR DE BRAD -carte electronică online-

PUBLICATĂ DE INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE-DEZVOLTARE  
ÎN SILVICULTURĂ „MARIN DRĂCEA” - INCDS

**Adresa:** Bd. Eroilor nr. 128  
Voluntari, 077190, Ilfov  
**Tel./Fax:** 021 350 32 40 / 021 350 32 45  
**E-mail:** comunicare@icas.ro.  
**Site:** www.editurasilvică.ro; www.icas.ro.

**Referenți științifici:**

*dr. ing. Monika Konnert*, Bayerisches Amt für forstliche Saat- und Pflanzenzucht  
(Institutul de Semănțe și Puieti), Teisendorf, Germania  
*prof. univ. dr. ing. Neculae Șofletea*, Universitatea Transilvania din Brașov, Facultatea de  
Silvicultură și Exploatare Forestiere, Brașov, România

Lucrarea a fost elaborată cu sprijinul Regiei Naționale a Pădurilor - ROMSILVA, prin  
proiectul „Conservarea semințelor de brad” (2017-2019).

Tipărirea lucrării a fost finanțată din proiectul PN19070303, contractat în cadrul programului  
NUCLEU-BIOSERV - Ministerul Educației și Cercetării.

Copertă: Eliza-Maria Cosma  
Tehnoredactare: Eliza-Maria Cosma  
Foto: Georgeta Mihai

**CONSERVAREA SEMINTELOR DE BRAD**  
**-carte electronică online-**

Seria LUCRĂRI DE CERCETARE



Georgeta MIHAI

Alin Mădălin ALEXANDRU

**CONSERVAREA SEMINTELOR DE BRAD**  
**-carte electronică online -**



**SILVICĂ**

Voluntari | 2020

**ISBN 978-606-8020-69-3**



## Cuprins

1. INTRODUCERE.....	7
2. MATERIAL ȘI METODA DE CERCETARE .....	11
2.1. Materialul de cercetare .....	11
2.2. Eșantionarea loturilor de semințe și analizele de laborator .....	14
2.3. Medii de conservare .....	15
2.4. Prelucrarea datelor și analize statistice .....	16
3. VARIABILITATEA GENETICĂ A UNOR CARACTERE MORFOLOGICE ȘI CALITATIVE ALE CONURILOR ȘI SEMINTELOR DE BRAD .....	19
4. CONSERVAREA SEMINTELOR DE BRAD.....	31
4.1. Medii de conservare și parametri calitativi ai loturilor de semințe conservate .....	31
4.2. Determinarea respirației semințelor de brad în mediile de conservare .....	40
4.3. Pretratamente pentru stimularea capacității de germinare a semințelor de brad conservate .....	44
4.4. Caracteristicile puiștilor rezultați din semințele de brad conservate .....	48
5. RECOMANDĂRI PRIVIND RECOLTAREA ȘI PRELUCRAREA CONURILOR ȘI SEMINTELOR DE BRAD .....	49
6. CONCLUZII .....	53
6.1. Variabilitatea genetică a unor caractere morfologice și calitative ale conurilor și semințelor de brad .....	53
6.2. Conservarea semințelor de brad .....	53
ANEXĂ	
PROTOCOL PENTRU CONSERVAREA SEMINTELOR DE BRAD RECOLTATE ÎN PLANTAJE .....	55
1. Înflorirea, dezvoltarea conurilor și semințelor .....	55
2. Procesarea conurilor și extragerea semințelor .....	55
3. Parametrii de calitate ai semințelor recoltate în plantaje .....	55
4. Conservarea semințelor .....	55
5. Factorii care afectează producția de semințe și conservarea .....	56
BIBLIOGRAFIE .....	57





## 1. INTRODUCERE

Regenerarea reprezintă unul dintre procesele fundamentale în decursul existenței pădurii, prin care se asigură perenitatea acesteia în spațiu și timp. Regenerarea și extinderea suprafețelor ocupate cu păduri constituie o obligație și o prioritate a sectorului forestier național (Codul Silvic 2018). În ultima perioadă, suprafața regenerată anual la nivelul țării a fost de aproximativ 28.000 ha, din care suprafața regenerată pe cale artificială reprezintă 38%. În realizarea regenerărilor artificiale, puietii de rășinoase ocupă ponderea majoritară (57% puietii de rășinoase din totalul puietilor plantați), pe primul loc situându-se molidul cu 27%, urmat de brad cu 5% (INS 2018). În opinia noastră, având în vedere cerințele ecologice ale bradului și oferta stațională în ecosistemele din România, dar și valoarea economică a acestei specii, s-ar impune utilizarea sa într-o mai mare măsură decât în prezent.

La nivel internațional, unul dintre obiectivele Agendei 2030 a ONU cu privire la dezvoltarea durabilă este creșterea suprafeței pădurilor și reducerea fragmentării acestora în vederea asigurării protecției solului și aprovizionării cu produse forestiere. În condițiile schimbărilor climatice, menținerea productivității pădurii și creșterea calității lemnului reprezintă o problemă majoră a silviculturii din ultima perioadă. Schimbările climatice produc modificări radicale în ceea ce privește distribuția geografică a speciilor, producția de masă lemnoasă, dar și capacitatea de reproducere (Hoffmann & Sgro 2011). Reglementările și politicile comunitare privind regenerarea pădurii și stocarea carbonului promovează împădurirea și reîmpădurirea cu specii native și cu proveniențe locale, ca fiind una dintre măsurile de bază care pot contribui la adaptarea și atenuarea efectelor schimbărilor climatice asupra ecosistemelor forestiere.

România se află sub influența climatului temperat-continental, iar scenariile efectelor modificărilor climatice prefigurează posibilitatea înregistrării unor perioade de secetă excesivă în timpul sezonului de vegetație, care nu pot rămâne fără urmări asupra vitalității și regenerării pădurii. Productivitatea și capacitatea de adaptare a populațiilor de arbori sunt strâns legate de caracteristicile genetice, dar și de calitatea materialului de reproducere. Prin urmare, producerea și utilizarea în lucrările de împădurire a unui material forestier de reproducere cu însușiri genetice superioare, va asigura succesul lucrărilor de împădurire și îmbunătățirea capacității ecosistemelor forestiere de a se adapta la schimbările de mediu.

În acest context, pe lângă aspectele legate de asigurarea producerii unui material forestier de reproducere cu însușiri calitative superioare, conservarea semințelor de calitate superioară este foarte importantă. Conservarea semințelor este necesară atât pe termen scurt, dar și pentru o perioadă mai lungă de timp, având în vedere faptul că majoritatea speciilor de arbori forestieri nu fructifică anual.

Bradul (*Abies alba Mill.*) este una dintre speciile de bază ale ecosistemelor montane din România, având funcții multiple: ecologice, economice și de protecție a solului. Periodicitatea fructificațiilor abundente în cazul bradului este de 4-5 ani în arborete - surse de semințe și 2-3 ani în plantaje (Mihai 2015). În România, există 10 plantaje de brad, cu o suprafață totală de 85 ha și 3.344 ha arborete surse de semințe din categoria selecționat (Pârnuță et al. 2012). Producția de semințe a plantajelor de brad, în anii cu fructificație bună, este de aproximativ 300-400 kg/ha, iar procentul de viabilitate este în medie de 60%. Datorită fructificației foarte bune a plantajelor de brad din țara noastră, ușurința recoltării conurilor și a indicilor de calitate foarte buni ai semințelor, materialul forestier de reproducere utilizat în prezent în lucrările de împădurire provine în cea mai mare parte din plantaje. Totodată, având în vedere calitatea superioară a semințelor de brad recoltate în plantajele din țara noastră, începând din anul 2010 a crescut exportul de semințe din plantajele administrate de Regia Națională a Pădurilor - Romsilva.

Prin urmare, devine necesară conservarea excedentului de semințe de brad în anii cu fructificație bună, cel puțin, până la următoarea fructificație. În România, nu este statuată o metodă de conservare a semințelor de brad, iar pierderile datorate păstrării semințelor până în primăvara următoare pot să ajungă și până la 50%. Din acest motiv, literatura de specialitate din țară și îndrumările tehnice în vigoare recomandă, în cazul bradului, efectuarea semănăturilor toamna, imediat după recoltare, pentru a preveni reducerea procentului de germinație (Haralamb 1967, Rubțov 1971).

Condițiile de conservare trebuie să asigure menținerea însușirilor calitative ale lotului de semințe și să prevină deprecierea acestora pe durata depozitării. Succesul conservării semințelor speciilor forestiere depinde de cunoașterea factorilor care influențează conservarea, și anume atât a caracteristicilor genetice și calitative ale lotului de semințe în momentul depozitării (germinația/viabilitatea, puritatea, conținutul în umiditate, prezența unor dăunători, etc.) cât și a condițiilor de conservare (temperatura de conservare, tipul de ambalaj, etc.) (Holmes & Buszewicz 1958, Barton 1961, Harrington & Jonnson 1970, Wang 1974). Totodată, pentru optimizarea procedurilor de conservare în scopul

prelungirii longevității semințelor conservate este important să fie determinate și monitorizate procesele fiziologice specifice care pot să apară în masa lotului de semințe.

În funcție de acești factori, speciile forestiere au fost clasificate în ortodoxe (molidul, laricele, pinul silvestru), recalcitrante (gorunul, stejarul, castanul) și intermediare (bradul, fagul) (Gosling 2007). Categoriile „ortodoxe” și „recalcitrante” au fost pentru prima oară introduse de Roberts (1973). Autorul definea speciile ortodoxe ca fiind acelea la care umiditatea semințelor poate fi coborâtă până la 2 - 5%, iar durata lor de conservare crește proporțional cu reducerea temperaturii mediului de conservare. Speciile recalcitrante necesită un conținut ridicat de umiditate pentru menținerea viabilității semințelor (40%) și o temperatură de conservare ce nu poate fi coborâtă sub  $-3^{\circ}\text{C}$  (Suszka 1971, 1974).

Caracteristic pentru speciile intermediare este faptul că, fiind mai sensibile la uscare, comparativ cu speciile ortodoxe, umiditatea lor trebuie menținută între anumite limite (10-12%), ceea ce face ca durata de conservare să fie mai redusă (Hong et al. 1996, Gosling 2007).

Peste 90% dintre speciile forestiere din zona temperată sunt ortodoxe. Bradul este considerat o specie intermediară, care necesită un conținut în umiditate mai ridicat pentru menținerea viabilității semințelor (Barner 1975b). Totodată, semințele de brad conțin uleiuri eterice și rășină într-un procent ridicat (aproximativ 20%), care pe lângă rolul benefic de a proteja semințele împotriva uscării excesive sau germinării precoce pot avea și efecte negative în cazul spargerii pungilor cu rășină, prin contaminarea embrionului, fapt ce determină deprecierea rapidă a semințelor (Bouvarel & Lemoine 1958, Cermak 1987).

Prin urmare, principalele probleme care se pun în cazul conservării semințelor de brad sunt următoarele: 1) care sunt caracteristicile calitative ale lotului de semințe care influențează conservarea semințelor; 2) ce condiții trebuie să îndeplinească mediul de conservare; 3) care ar fi metoda de conservare adecvată; 4) care ar fi durata de conservare?

Obiectivul principal al acestei lucrări a fost studiul principalilor factori care influențează viabilitatea semințelor pe durata conservării și stabilirea unei metode adecvate de conservare a semințelor de brad pe o perioadă de cel puțin 3-4 ani, durată corespunzătoare periodicității fructificației plantajelor și a arboretelor-surse de semințe de brad din România.

Lucrarea este structurată în cinci capitole și se finalizează cu un protocol de lucru pentru conservarea semințelor de brad. În primul capitolul sunt prezentate materialul și metoda de cercetare, fiind descrise loturile de semințe folosite, mediile de depozitare testate în vederea conservării semințelor de brad, analizele

de laborator și cele statistice efectuate, parametrii determinați. În capitolul 2 sunt prezentate rezultatele proprii cu privire la variabilitatea genetică a unor caractere morfologice și calitative ale conurilor și semințelor de brad provenite din plantaje și populații din România. În capitolul 3 sunt prezentate rezultatele experimentelor efectuate în perioada 2010-2019, în vederea determinării metodei de conservare a semințelor de brad. Tot în acest capitol sunt descrise pretratamentele testate pentru stimularea germinației semințelor conservate, evaluarea capacității de răsărire în pepinieră a semințelor de brad conservate comparativ cu cele proaspete și evaluarea caracteristicilor puietilor obținuți din semințele conservate. În capitolul 4 sunt prezentate o serie de recomandări cu privire la recoltarea conurilor, procesarea lor și extragerea semințelor, uscarea și prelucrarea semințelor de brad. Considerăm că aceste recomandări sunt foarte utile pentru obținerea unor semințe de calitate superioară atât în vederea conservării lor, cât și pentru îmbunătățirea tehnologiei de producere a puietilor de brad în pepiniere. În ultimul capitol sunt prezentate concluziile desprinse din analiza rezultatelor cercetărilor.

Cartea se adresează inginerilor silvici care lucrează în domeniul regenerării pădurilor, cercetătorilor și tuturor celor interesați în ameliorarea și cultura acestei specii.

Aducem mulțumiri Regiei Naționale a Pădurilor-ROMSILVA pentru finanțarea proiectului de cercetare: „Conservarea semințelor de brad” (ciclul de cercetare 2017-2019) și Direcțiilor Silvice Sibiu și Covasna, pentru sprijinul acordat pe parcursul cercetărilor.

De asemenea, aducem mulțumiri colegilor din cadrul Colectivului de Genetică Forestieră București (Institutul Național de Cercetare Dezvoltare în Silvicultură „Marin Drăcea”), pentru contribuția adusă la realizarea activităților științifice din cadrul proiectului și d-rei Eliza-Maria Cosma pentru munca de tehnoredactare.

Nu în ultimul rând, mulțumim doamnei dr. Monika Konnert (Institutul pentru Semințe și Puieti, Bavaria) și domnului profesor universitar dr. ing. Nicolae Șofletea pentru sfaturile utile și referatele de apreciere elaborate în vederea publicării acestei lucrări.

Contribuția autorilor este următoarea: Georgeta Mihai a stabilit metoda de lucru și a realizat cercetările din cadrul capitolelor: 2, 3 și 4. Alin Mădălin Alexandru a implementat metoda privind determinarea respirației semințelor utilizând dispozitivul „Insect Respiration Chamber” și a efectuat analizele cu privire la respirația semințelor de brad. Ambii autori au scris capitolul 5.

## 2. MATERIAL ȘI METODA DE CERCETARE

### 2.1. Materialul de cercetare

Materialul de cercetare este constituit din loturi de semințe recoltate atât din populații naturale de brad (resurse genetice forestiere, arborete – surse de semințe și arborete obișnuite), cât și din plantaje instalate în România (Tabelul 1). Populațiile eșantionate provin din principalele regiuni geografice, fiind încadrate în 10 regiuni de proveniență (Pârnuță et al. 2010).

Din plantaje, conurile au fost recoltate în 4 ani cu fructificație foarte bună pentru brad în România (2010, 2013, 2015 și 2018), dar și în anul 2016 - când fructificația a fost foarte slabă. Loturile de semințe respective au constituit atât obiectul unor contracte de valorificare la export de către unitățile silvice, cât și al valorificării la nivel național. Recoltarea conurilor din populațiile naturale s-a făcut doar în anul 2010.

Pentru analiza variabilității genetice a caracterelor semințelor și conurilor de brad, materialul de studiu a fost constituit din 12 populații naturale (Avrig, Marginea, Remeți, Rusca Montană, Bicaz, Sinaia, Dobra, Cozia, Anina, Strâmbu Băiuș, Comandău și Gârda) și 4 plantaje (Avrig, Tălișoara, Baia Sprie și Gârcina) (Tabelul 1-p.12). În fiecare populație au fost eșantionați 20 de arbori din categoria celor dominanți sau codomanți, astfel încât distanța dintre aceștia să fie mai mare de 30 de metri. Conurile au fost recoltate prin cățărare, de pe fiecare arbore mamă fiind recoltate 20 de conuri, constituindu-se loturi diferite de semințe a căror identitate genetică a fost menținută pe tot parcursul experimentului. În plantaje au fost eșantionate 20 de clone, astfel încât să fie cuprinse toate regiunile de proveniență ale arborilor plus incluși în compoziția acestor plantaje. În total au fost constituite 320 de familii liber polenizate de brad, care au fost semănate în pepinieră în toamna anului 2010.

Materialul de studiu utilizat pentru determinarea metodei de conservare a semințelor de brad a constat în 62 de probe de semințe de brad, aparținând unui număr de 16 loturi, recoltate din 7 plantaje (Avrig, Tălișoara, Târgoviște, Baia Sprie, Gârcina, Văliug și Dumitrești) în 5 ani de fructificație (2010, 2013, 2015, 2016, 2018).

Tabelul 1. Populații și plantațe de brad luate în studiu

Localizarea populațiilor de brad						
Nr. ctr.	Ocolul Silvic	Regiunea de proveniență	Tipul de material de bază	Lat. N	Long. E	Alt. (m)
1	Avrig	C1	plantaț	45,66	24,44	630
2	Tălișoara	B1	plantaț	45,86	25,70	760
3	Baia Sprie	A1	plantaț	47,82	23,67	1070
4	Gârcina	A2	plantaț	47,02	26,52	445
5	Târgoviște	C2	plantaț	44,56	25,23	340
6	Văliug	D1	plantaț	45,13	22,00	620
7	Dumitrești	B2	plantaț	45,38	27,01	300
8	Avrig	C1	sursă selecționată, RGF <sup>1</sup>	45,65	24,49	840
9	Marginea	A2	sursă selecționată, RGF	47,82	25,70	690
10	Remeți	E2	sursă selecționată	46,74	22,69	1180
11	Rusca Montană	D2	sursă selecționată, RGF	45,66	22,39	1050
12	Bicaz	A2	-	46,84	26,03	980
13	Sinaia	B2	-	45,31	25,55	1130
14	Dobra	C1	RGF	45,68	22,51	1075
15	Cozia	C2	sursă selecționată, RGF	45,32	24,37	1220
16	Anina	D1	sursă selecționată, RGF	45,07	21,89	725
17	Str. Băiuț	A1	sursă selecționată, RGF	47,62	24,01	770
18	Comandău	B1	sursă selecționată, RGF	45,71	26,31	1050
19	Gârda	E3	-	46,46	22,90	760

1) Sursă selecționată: material de bază din categoria selecționat, RGF: resursă genetică forestieră



**Foto 1.** Resursa genetică de brad din cadrul Ocolului Silvic Avrig

## 2.2. Eșantionarea loturilor de semințe și analizele de laborator

Eșantionarea loturilor de semințe și analizele de laborator pentru probele de semințe ce urmau să fie depozitate în vederea conservării, s-au făcut în conformitate cu Regulile ISTA edițiile 2010, 2013 și respectiv 2015 și Standardele naționale SR 1808/2004 și SR 1908/2004.

În cazul loturilor de semințe destinate exportului, eșantionarea a fost efectuată de un eșantionator autorizat de către Institutul Național de Cercetare Dezvoltare în Silvicultură „Marin Drăcea”, prin prelevarea mai multor eșantioane elementare în mod randomizat, care au constituit eșantioanele compuse și care ulterior au fost trimise spre analiză Laboratorului de semințe București. În cazul loturilor de semințe destinate consumului intern, eșantionarea și constituirea eșantionului de laborator au fost realizate de către personalul responsabil cu această activitate, din cadrul fiecărui ocol silvic, în conformitate cu standardul național SR 1808 / 2004.

Analizele de laborator au constat în determinarea următorilor parametri morfologici și fiziologici de calitate: puritatea (%), viabilitatea (%), masa a 1000 de semințe (g), umiditatea (%) și respirația semințelor. Analiza purității s-a făcut pe baza a două subeșantioane de analiză constituite cu ajutorul divizorului mecanic. Viabilitatea a fost determinată prin testul cu tetrazoliu, bazat pe media a patru repetiții (fiecare repetiție conținând 100 de semințe). Testul cu tetrazoliu prezintă două avantaje comparativ cu analiza germinației: este o metodă mai rapidă și nu este influențat de fenomenul de dormanță. Masa a 1000 de semințe a fost calculată pe baza mediei a 8 repetiții (Regulile ISTA 2015, SR 1908/2004).

Pe lângă parametrii prezentați, pentru fiecare probă de semințe, au mai fost determinate: umiditatea semințelor, la data conservării și pe parcursul conservării, și respirația semințelor. Determinarea umidității s-a făcut conform metodei descrise în SR 1908/2004 și Regulile ISTA 2015, pe baza a două subeșantioane de analiză care au fost uscate în etuvă la o temperatură constantă de 103°C timp de 17 ore.

Pentru măsurarea respirației a fost utilizată o metodă nouă, diferită de metodele clasice cunoscute ca Metoda Warburg și Metoda Bozsen–Jensen, cu ajutorul dispozitivului „Insect Respiration Chamber” montat la aparatul CIRAS 2. Deși acest dispozitiv a fost utilizat până acum doar pentru măsurarea respirației insectelor, rezultatele obținute de noi arată că dispozitivul „Insect Respiration Chamber” poate fi utilizat și pentru determinarea respirației semințelor speciilor forestiere, cu condiția ca acestea să fie de dimensiuni mici sau mijlocii. Rata respirației semințelor de brad (RRS) a fost determinată utilizând următoarea formulă:



$RRS (\mu\text{gCO}_2/\text{g}/\text{min}) = \text{CO}_2\text{d (ppm)} \times \text{Flux (ml/min)} \times 44,0 \text{ g}/22400 \text{ ml} \times 10\text{E}6 \text{ (părți/ppm)} \times 10\text{E}6 \text{ (}\mu\text{g/g)} / \text{Masa probei de semințe (g)}$

unde:  $44,0 \text{ g}/22400 \text{ ml}$  = este densitatea  $\text{CO}_2$  la temperatura și presiunea standard,  $\text{CO}_2\text{d}$  = diferența de  $\text{CO}_2$ ,  $\text{Flux (ml/min)}$  = debitul cuvei.

### 2.3. Medii de conservare

În vederea determinării celei mai adecvate metode de conservare a semințelor de brad au fost amenajate 5 camere/medii de conservare. Cele 5 medii de conservare și probele de semințe depozitate în fiecare dintre acestea sunt descrise în Tabelul 2. Primul mediu de conservare (M1) a fost amenajat încă din primăvara anului 2011 în una dintre camerele frigorifice ale Direcției Silvice Sibiu. În anul 2017 au fost amenajate încă 4 medii de conservare: 2 camere frigorifice ale Ocolului Silvic Brețcu, Direcția Silvică Covasna (M2 și M3), un frigider în cadrul Laboratorului de semințe București (M4), iar cel de-al cincilea mediu îl constituie Centrul de Conservare pentru semințele de rășinoase din Brașov (M5). Temperatura celor 5 medii de conservare este cuprinsă între:  $-7^\circ\text{C}$  și  $+5^\circ\text{C}$ , cu o amplitudine de variație de  $\pm 1^\circ\text{C}$ . Doar în cazul mediului M4 variația de temperatură a fost mai mare, și anume  $\pm 2^\circ\text{C}$  (Tabelul 2).

**Tabelul 2. Medii de conservare testate**

Nr. ctr.	Mediul	Temp. mediului de conservare ( $^\circ\text{C}$ )	Localizarea	Nr. probelor conservate	Anul fructificației
1	M1	$-5 (\pm 1^\circ\text{C})$	D.S. Sibiu	18	2010, 2013, 2015, 2016, 2018
2	M2	$-3 (\pm 1^\circ\text{C})$	O.S. Brețcu	11	2015, 2016, 2018
3	M3	$-7 (\pm 1^\circ\text{C})$	O.S. Brețcu	11	2015, 2016, 2018
4	M4	$+5 (\pm 2^\circ\text{C})$	INCDS București	11	2015, 2016, 2018
5	M5	$+3 (\pm 1^\circ\text{C})$	INCDS Stațiunea Brașov	11	2015, 2016, 2018

În primul mediu de conservare au fost depozitate 19 probe de semințe de brad, începând cu fructificația anului 2010, până în anul 2018. În celelalte 4 medii sunt conservare 11 probe de semințe din fructificațiile anilor 2015, 2016 și 2018.

Ca tip de ambalaj s-au utilizat saci de polietilenă și de rafie. Toate probele de semințe au fost ambalate în saci de rafie care apoi au fost introduși în saci de polietilenă; cu o singură excepție - proba Avrig 2015 care a fost ambalată doar în sac de rafie. Sacii cu semințe au fost sigilați pentru a împiedica orice schimb de umiditate cu mediul de conservare (Pasquini et al. 2012). Semințele astfel ambalate au fost introduse în camerele frigorifice.

#### 2.4. Prelucrarea datelor și analize statistice

Pentru investigarea variabilității genetice a caracterelor morfologice și calitative ale semințelor și conurilor de brad recoltate din populații și plantaje, au fost inițial calculați principalii parametrii statistici: media ( $\bar{x}$ ), varianța ( $s^2$ ), abaterea standard ( $s$ ), coeficientul de variație (CV), minima și maxima.

Pentru decelarea influenței factorului genetic în varianța fenotipică totală s-a utilizat analiza multiplă a varianței cu următorul model matematic (Nanson 2004):

$$Y_{kijl} = \mu + P_k + R_i + F_j + e_{ijkl}$$

unde:  $\mu$  = media pe experiment;  $P_k$  = efectul a k populații;  $R_i$  = efectul a i repetiții;  $F_j$  = efectul a j familii;  $e_{ijkl}$  = eroarea.

De asemenea, au fost calculați coeficienții de corelație simplă (Pearson) dintre caracterele studiate, precum și corelațiile cu gradientii ecologici ai locului de origine. Pentru a evidenția care sunt cei mai importanți factori care influențează conservarea semințelor de brad au fost determinate regresii liniare multiple. Datele obținute în urma observațiilor și măsurătorilor de teren au fost prelucrate și interpretate statistic cu ajutorul programului SPSS (versiunea 19).



**Foto 2.** Resursa genetică de brad din cadrul Ocolului Silvic Strâmbu Băiuț



**Foto 3.** Fructificația în plantajul de brad Avrig (D.S. Sibiu)

### 3. VARIABILITATEA GENETICĂ A UNOR CARACTERE MORFOLOGICE ȘI CALITATIVE ALE CONURILOR ȘI SEMINTELOR DE BRAD

Analiza statistică pentru caracterele conurilor și semințelor de brad, la nivelul populațiilor și plantajelor incluse în experimentul realizat în anul 2010 este prezentată în Tabelul 3.

**Tabelul 3. Analiza varianței pentru unele caractere morfologice și calitative ale semințelor și conurilor de brad recoltate din arborete naturale și plantaje, în anul 2010**

Sursa de variație.	GL	Varianța ( $s^2$ )			
		Lungimea conurilor	Diametrul conurilor	Masa 1000 de semințe	Procentul de răsărire
Arborete naturale (A)	11	11,219***	32,819**	63,760***	1434,108***
Plantaje (P)	3	18,915***	62,521**	31,313***	921,332***
Arborete vs. Plantaje	1	144,454***	2,834	399,920***	10409,510***
Familii total (A + P)	319	77,742***	93,251***	7,087***	292,376***
Familii în arborete naturale	239	89,853***	85,617***	5,948***	251,826***
Familii în plantaje	79	35,334***	36,169***	5,561***	180,338***
Eroarea	110	1,454	12,709	0,789	143,519

\*  $p < 0.05$ ; \*\*  $p < 0.01$ ; \*\*\*  $p < 0.001$ .

Rezultatele evidențiază o variabilitate genetică foarte semnificativă atât la nivel inter-populațional, cât și intra-populațional (între familiile liber polenizate ale arborilor selecționați din arboretele naturale).

De asemenea, pentru toate caracterele luate în studiu, există diferențe asigurate statistic între cele 4 plantaje de brad incluse în experiment, dar și între clonele ce intră în compoziția acestora. Diferențele între caracteristicile semințelor/conurilor recoltate din cele două categorii de surse de semințe, arborete vs. plantaje, sunt foarte semnificative ( $p < 0,001$ ), cu excepția diametrului conurilor.

Principali parametri statistici ai caracteristicilor semințelor și conurilor pentru plantajele și populațiile analizate sunt prezentați în Tabelele 4 și 5.

**Tabelul 4. Principali parametri statistici pentru caracteristicile semințelor și conurilor de brad recoltate din plantaje, în anul 2010**

Caracterul	Plantaje	Media	Valoarea minimă	Valoarea maximă	Varianța	Coeficientul de variație
Masa a 1000 de semințe (g)	<b>Plantaje - total</b>	<b>68,88</b>	<b>38,80</b>	<b>97,60</b>	<b>138,99</b>	<b>17,20</b>
	Plantajul Avrig	68,40	54,53	81,60	69,25	12,20
	Plantajul Tălișoara	68,43	38,80	97,60	231,73	22,30
	Plantajul Baia Sprie	76,98	59,60	95,40	91,99	12,50
	Plantajul Gârcina	61,72	46,20	73,90	61,45	12,70
Lungimea conurilor (cm)	<b>Plantaje - total</b>	<b>15,51</b>	<b>12,48</b>	<b>19,06</b>	<b>3,66</b>	<b>12,40</b>
	Plantajul Avrig	15,79	13,55	18,53	3,01	11,00
	Plantajul Tălișoara	15,21	12,48	19,06	4,65	14,20
Diametrul conurilor (mm)	<b>Plantaje - total</b>	<b>31,75</b>	<b>25,89</b>	<b>38,01</b>	<b>14,64</b>	<b>12,10</b>
	Plantajul Avrig	33,28	26,87	38,01	14,90	11,60
	Plantajul Tălișoara	30,05	25,89	34,37	9,99	10,60

Caracterul	Plantaje	Media	Valoarea minimă	Valoarea maximă	Varianța	Coeficientul de variație
Procentul de răsărire (%)	<b>Plantaje - total</b>	<b>43,37</b>	<b>1,00</b>	<b>72,00</b>	<b>406,29</b>	<b>46,50</b>
	Plantajul Avrig	59,36	45,00	68,00	63,05	13,40
	Plantajul Tălișoara	40,00	4,00	72,00	718,22	67,00
	Plantajul Baia Sprie	47,00	34,00	60,00	61,96	16,50
	Plantajul Gârcina	24,70	1,00	47,00	221,12	60,20

**Tabelul 5. Principalii parametrii statistici pentru caracteristicile semințelor și conurilor de brad recoltate din populațiile eșantionate, în anul 2010**

Caracterul	Populația	Media	Valoarea minimă	Valoarea maximă	Varianța	Coeficientul de variație
Masa a 1000 de semințe (g)	<b>Populații-total</b>	<b>55,94</b>	<b>30,30</b>	<b>91,30</b>	<b>145,39</b>	<b>21,6</b>
	Avrig	58,53	37,50	85,00	150,25	21,0
	Marginea	49,85	40,00	67,10	45,44	13,6
	Remeți	44,58	30,40	54,03	31,00	12,5
	Rusca Montană	58,65	43,78	69,90	55,41	12,7
	Bicaz	54,57	44,00	72,18	56,82	13,9
	Sinaia	62,98	44,83	85,90	141,04	18,9
	Dobra	66,89	53,10	91,30	113,12	15,9
	Cozia	41,65	30,30	56,35	51,92	17,4
	Anina	66,15	57,03	82,93	55,49	11,3
	Strâmbu Băiuț	66,00	49,30	100,48	151,90	18,7
	Comandău	45,21	37,00	57,50	31,31	12,4
	Gârda	56,65	39,83	71,20	63,95	14,2

Caracterul	Populația	Media	Valoarea minimă	Valoarea maximă	Varianța	Coefficientul de variație
Lungimea conurilor (cm)	<b>Populații-total</b>	<b>12,51</b>	<b>9,26</b>	<b>16,28</b>	<b>2,02</b>	<b>11,4</b>
	Avrig	12,68	10,41	14,89	1,79	10,6
	Remeți	11,32	10,42	13,21	0,84	8,1
	Rusca Montană	13,94	12,13	15,62	0,98	7,1
	Bicaz	12,10	10,61	14,20	1,45	10,0
	Sinaia	13,31	12,28	15,25	1,12	8,0
	Dobra	12,31	10,35	14,07	1,10	8,6
	Cozia	11,20	10,33	12,40	0,43	5,8
	Anina	14,06	12,47	14,94	0,61	5,6
	Strâmbu Băiuț	14,13	12,95	16,28	2,16	10,4
	Comandău	11,21	9,26	12,59	0,89	8,4
	Gârda	12,34	11,27	13,78	0,61	6,4
Diametrul conurilor (mm)	<b>Populații-total</b>	<b>32,17</b>	<b>8,21</b>	<b>38,66</b>	<b>14,68</b>	<b>12,0</b>
	Avrig	31,71	27,19	35,48	9,91	10,0
	Remeți	31,11	28,80	36,77	6,84	8,5
	Rusca Montană	30,04	8,21	35,37	63,07	26,5
	Bicaz	28,37	23,88	34,80	13,33	12,9
	Sinaia	34,27	30,80	37,56	5,69	7,0
	Dobra	32,61	30,07	35,79	4,51	6,5
	Cozia	32,11	26,57	35,96	6,84	8,2
	Anina	34,08	30,87	37,85	5,61	7,0
	Strâmbu Băiuț	33,87	31,64	38,66	10,58	9,6
	Comandău	33,21	29,99	36,95	5,64	7,2
	Gârda	33,58	28,61	36,66	5,99	7,3



Caracterul	Populația	Media	Valoarea minimă	Valoarea maximă	Variația	Coefficientul de variație
Procentul de răsărire (%)	<b>Populații-total</b>	<b>19,33</b>	<b>0,00</b>	<b>64,00</b>	<b>369,37</b>	<b>99,0</b>
	Avrig	11,85	1,00	38,00	201,64	120,0
	Marginea	3,67	0,00	12,00	16,82	111,8
	Remeți	17,20	2,00	40,00	173,07	76,6
	Rusca Montană	34,72	0,00	64,00	695,29	76,0
	Bicaz	3,25	0,00	25,00	35,16	182,5
	Sinaia	4,32	0,00	33,00	91,36	221,3
	Dobra	39,56	9,00	64,00	281,78	42,5
	Cozia	27,00	6,00	43,00	207,00	53,3
	Anina	22,62	1,00	56,00	471,76	96,1
	Strâmbu Băiuț	40,44	30,00	51,00	70,03	20,7
	Comandău	23,06	0,00	36,00	117,56	47,0
	Gârda	24,99	0,67	45,66	204,53	57,3

Se poate observa că, pentru toate caracterele analizate, plantajele au obținut valori medii mai mari comparativ cu arboretele. Amplitudinea de variație a caracterelor este mai mare în cazul arboretelor, iar coeficienții de variație sunt mai mici în cazul plantajelor, ceea ce indică o stabilitate mai mare a caracterelor calitative ale semințelor obținute în plantaje.

Masa a 1000 de semințe variază între 41,65g în populația Cozia și 66,89g în populația Dobra. În cazul plantajelor, masa a 1000 de semințe variază între 76,98g pentru plantajul Baia Sprie și 61,72g pentru plantajul Gârcina. De asemenea, variația la nivelul familiilor liber polenizate ale arborilor selecționați în arborete este mai mare comparativ cu variația familiilor liber polenizate ale arborilor plus din plantaje, fiind cuprinsă între 30,30 – 91,30g în cazul arboretelor și 38,80–97,60g în cazul plantajelor.

În ceea ce privește dimensiunea conurilor, conurile recoltate din plantajele de brad sunt de dimensiuni mai mari comparativ cu cele din arboretele de brad. Dintre populațiile de brad, doar Anina, Strâmbu Băiuț și Sinaia prezintă conuri a căror dimensiune este apropiată celor din plantaje. Lungimea conurilor se corelează pozitiv și distinct semnificativ cu masa a 1000 de semințe ( $r = 0,833^{**}$ ,  $p < 0,01$ ). Atât lungimea conurilor cât și masa a 1000 de semințe se corelează negativ cu altitudinea de origine a populațiilor, indicând o variație clinală (Tabelul 6).

**Tabelul 6. Corelații între caracterele morfologice ale conurilor și semințelor din populațiile de brad și gradientii geografici de origine**

Caracterul	Lungimea conurilor	Diametrul conurilor	Altitudinea	Latitudinea N	Longitudinea E
<b>Masa 1000 de semințe</b>	0,833**	0,333	-0,578*	0,003	-0,337
<b>Lungimea conurilor</b>	-	0,258	-0,581*	0,012	-0,366
<b>Diametrul conurilor</b>	-	-	-0,314	-0,226	-0,126

\*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,01$ ; \*\*\*  $p < 0,001$ .

În ceea ce privește procentul de răsărire al semințelor semănate în pepinieră, diferențele înregistrate între arborete și plantaje sunt extrem de mari. Astfel, valoarea coeficientului de variație este de 99% în cazul arboretelor și de 46% în cazul plantajelor, iar valoarea mediei este  $x=43,37\%$ , în cazul plantajelor și  $x=19,33\%$ , în cazul arboretelor. Plantajele au înregistrat procente de răsărire mai bune, comparativ cu arboretele, iar cea mai bună răsărire a fost înregistrată în cazul plantajului Avrig ( $x=59,36\%$ ). De asemenea, plantajul Avrig prezintă și o omogenitate mai mare, obținând cel mai redus coeficient de variație ( $CV=13\%$ ), comparativ cu plantajele Tălișoara ( $CV=67\%$ ) și Gârcina ( $CV=60\%$ ) care prezintă o variabilitate mai mare pentru acest caracter. În cazul arboretelor, cea mai bună răsărire a fost înregistrată de populația Strâmbu Băiuț ( $x=40\%$ ), iar cea mai redusă în cazul populațiilor Bicz și Marginea ( $x=3\%$ ). Această variabilitate extrem de mare cu privire la procentul de răsărire al semințelor recoltate din arborete, comparativ cu cele recoltate din plantaje, reprezintă consecința procesului de polenizare. Chiar și în anii cu o bună înflorire, datorită consistenței ridicate, polenizarea în arboretele surse de semințe se realizează cu dificultate, conducând la un procent mai mare de semințe seci. În cazul plantajelor Tălișoara și Gârcina valoarea ridicată a coeficienților de variație poate fi explicată prin existența unor diferențe fenologice între clonele componente, diferențe observate cu ocazia lucrărilor de asistență tehnică desfășurate în aceste plantaje, ceea ce determină nesincronizarea antezei cu receptivitatea florilor femele în procesul de polenizare (Mihai 2015).



**Foto 4.** Plantajul de brad Tălișoara (D.S. Covasna)



**Foto 5.** Plantajul de brad Târgoviște (D.S. Dâmbovița)

Nu a fost găsită o corelație semnificativă între masa a 1000 de semințe și procentul de răsărire în pepinieră. Există, însă, o corelație semnificativă între procentul de răsărire și creșterea puietilor în primii ani în pepinieră (Tabelul 7).

**Tabelul 7. Corelații între masa a 1000 de semințe, procentul de răsărire și caracterele de creștere ale puietilor de brad în pepinieră**

Caracterul	Procentul de răsărire	Diametrul la colet la vârsta de 2 ani	Înălțimea la vârsta de 2 ani
<b>Masa 1000 de semințe</b>	$\frac{0,247}{0,191}$	$\frac{0,470^*}{0,444^{**}}$	$\frac{0,403^*}{0,539^{**}}$
<b>Procentul de răsărire</b>	-	$\frac{-0,672^{***}}{-0,156}$	$\frac{0,396^*}{0,131}$

La numărător: coeficienții de corelație determinați în plantaje; la numitor: coeficienții de corelație determinați în populații naturale. \*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,01$ ; \*\*\*  $p < 0,001$ .

Astfel, un procent de răsărire prea mare determină diametre la colet mai reduse, ca urmare a unui spațiu de nutriție insuficient. Masa semințelor influențează pozitiv caracterele de creștere ale puietilor în primii 2 ani de vegetație. Rezultatele confirmă faptul că semințele cu dimensiuni mai mari și caracteristici calitative superioare produc puieti mai viguroși, datorită unor cantități mai mari de nutrienți în endosperm, fiind efectul factorului matern. Rezultate asemănătoare au fost observate și în cazul altor specii: *Picea abies* (Skrøppa & Torleiv 1990), *Pseudotsuga menziesii* (Sorensen & Campbell 1993), *Pinus strobus* (Parker et al. 2006), *Castanea sativa* (Cicek & Tilki 2007), *Larix decidua* (Gorian et al. 2007), *Pinus Densata* (Xu et al. 2016).

Pe lângă această determinare de natură genetică, valorile parametrilor de calitate pentru loturile de semințe recoltate din plantaje variază cu anii de fructificație. Analizând masa a 1000 de semințe și viabilitatea pentru loturile de semințe recoltate din 7 plantaje, în 3 ani de fructificație, constatăm că cele mai reduse valori au fost obținute în anul 2016, un an cu fructificație slabă pentru brad în România. Chiar și în anii cu fructificație foarte bună, dată fiind compoziția genetică diferită a plantajelor, au fost înregistrate diferențe semnificative între loturile de semințe în ceea ce privește masa a 1000 de semințe.

Masa a 1000 de semințe, determinată în acest caz la nivelul întregului lot, a variat considerabil între plantajele analizate cu valori cuprinse între 59-85g.

Valoarea maximă a fost obținută în plantajul Târgoviște în toții anii de fructificație luați în considerare (85-68g), iar valoarea minimă în plantajul Avrig, în anul 2018 (59g). Pe lângă această variabilitate de natură genetică, factorii climatici au o mare influență asupra masei semințelor, cele mai mari valori înregistrându-se, în toate plantajele în 2013, unul dintre cei mai ploioși ani din ultimii 40 ani în România.

În ceea ce privește viabilitatea semințelor, nu au fost obținute diferențe semnificative între plantaje. Cel mai mare procent de viabilitate a fost obținut în plantajul Baia Sprie, în anul 2015 (67%), urmat de plantajul Tălișoara (65% în 2013) și Avrig (64% în 2013). Cea mai redusă viabilitate a fost obținută, în mod constant, în plantajul Târgoviște (39-51%). Prin urmare, nu există o corelație semnificativă între masa și viabilitatea semințelor. Viabilitatea semințelor, conform tehnicii de lucru descrisă în standardele menționate, este evaluată în funcție de viabilitatea embrionului și a stării de sănătate a endospermului și nu este influențată de greutatea semințelor așa cum s-a constatat în cazul germinației tehnice (Baldwin 1942, Dunlap & Barnett 1984, Sabor 1984, Muhle et al. 1985). Potrivit rezultatelor acestor autori, masa și dimensiunile semințelor influențează semnificativ germinația semințelor. Determinarea viabilității este o metodă mai rapidă și mai riguroasă comparativ cu metoda bazată pe calculul germinației tehnice și este recomandată de standardul ISTA, în mod special pentru brad.

Rezultatele obținute în alte țări evidențiază valori mult mai reduse pentru indicii de calitate ai semințelor de brad, comparativ cu cele obținute de noi, în experimentele prezentate. Astfel, datele publicate pe site-ul Institutului Forestier de Stat din Bavaria ([www.lwf.bayern.de](http://www.lwf.bayern.de) › biodiversitaet) pentru proveniențe locale de brad, arată valori ale masei a 1000 de semințe de 45 g și valori ale germinației tehnice cuprinse între 35-45%. De asemenea, datele publicate de Institutul pentru Semințe și Puieti din Teisendorf referitoare la caracteristicile unor semințe de brad recoltate din sudul Germaniei, prezintă valori pentru greutatea a 1000 semințe cuprinse între 35 - 50 g. În Bosnia Herțegovina, Bailian (2013) a obținut o variabilitate semnificativă atât între populațiile cât și subpopulațiile de brad cu privire la caracterele morfologice și fiziologice ale semințelor. Pentru masa a 1000 de semințe s-au obținut valori cuprinse între 32-76 g, iar procentul de germinare a variat de la 4-60%. Rezultate asemănătoare prezintă și Gagov (1973) în Bulgaria și Laffers (1979) în Slovenia, care au obținut procente de germinație cuprinse între 5-70% și valori pentru masa semințelor cuprinse între 34-82 g și respectiv 33-76 g. În Polonia, Skrzyszewska & Chłanda (2009) au obținut valori sub 55g pentru masa semințelor, iar pentru viabilitate valori de 44%, specificând că reprezintă media la nivelul țării.



**Foto 6.** Plantajul de brad Gârcina (D.S. Neamt)





## 4. CONSERVAREA SEMINTELOR DE BRAD

### 4.1. Medii de conservare și parametri calitativi ai loturilor de semințe conservate

În acest capitol sunt prezentate rezultatele obținute prin conservarea în cele 5 camere frigorifice, descrise în capitolul anterior, a 62 de probe de semințe de brad, aparținând a 16 loturi recoltate în 5 ani de fructificație (2010, 2013, 2015, 2016, 2018). Valorile parametrilor de calitate pentru loturile de semințe la data conservării și valorile acestor parametri determinați pe perioada conservării sunt prezentați în Tabelul 8.

**Tabelul 8. Parametrii de calitate pentru probele de semințe conservate în cele cinci medii de conservare, în perioada 2011 - 2019**

Nr. crt	Plantajul	Anul recoltării	Anul conservării	Parametri de calitate la data conservării			Parametri de calitate pe perioada conservării			Procentul de menținere a viabilității %
				Puritatea %	Umiditatea %	Viabilitatea %	Viabilitatea 2018%	Umiditatea 2019%	Viabilitatea 2019%	
<b>M1 (-5°C)</b>										
1	Avrig	2010	2011	92,8	6,54	59	57	-	-	97
2	Avrig	2010	2011	97,0	6,71	61	59	-	-	97
3	Avrig	2010	2011	96,7	6,66	51	50	-	-	98
4	Avrig	2013	2013	98,1	8,19	64	56	8,71	39	61
5	Avrig	2015	2015	97,2	11,94	54	52	9,39	28	52
6	Avrig	2016	2016	97,1	16,52	44	36	16,78	6	14
7	Avrig	2018	2018	98,1	16,82	63	63	17,61	59	94
8	Tălișoara	2013	2013	96,6	9,86	65	56	9,42	38	58
9	Tălișoara	2015	2015	93,0	11,30	61	54	11,81	41	67
10	Tălișoara	2018	2018	93,3	15,42	62	62	14,46	58	94
11	Târgoviște	2013	2013	97,8	8,80	47	42	8,15	36	77

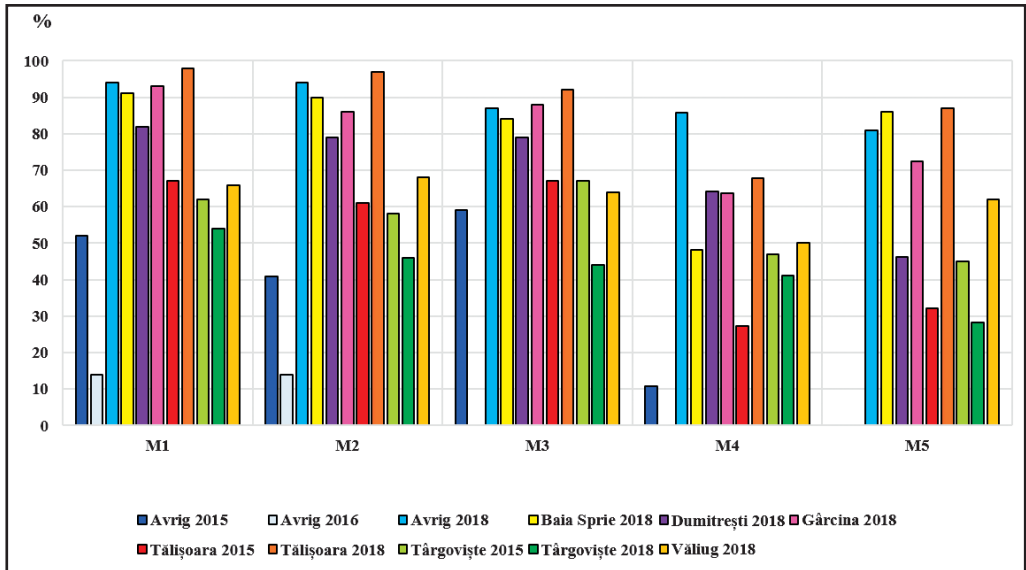
Nr. crt	Plantajul	Anul recoltării	Anul conservării	Parametri de calitate la data conservării			Parametri de calitate pe perioada conservării			Procentul de menținere a viabilității %
				Puritatea %	Umiditatea %	Viabilitatea %	Viabilitatea 2018 %	Umiditatea 2019 %	Viabilitatea 2019 %	
12	Târgoviște	2015	2015	98,0	10,53	52	49	10,36	32	62
13	Târgoviște	2018	2018	95,8	16,62	39	39	15,22	21	54
14	Baia Sprie	2013	2013	97,3	8,63	39	29	10,51	24	62
15	Baia Sprie	2018	2018	83,8	15,51	58	58	14,95	53	91
16	Gârcina	2018	2018	96,0	25,55	58	58	25,44	54	93
17	Văliug	2018	2018	90,0	15,80	50	50	15,40	33	66
18	Dumitrești	2018	2018	91,5	11,20	39	39	11,19	32	82
<b>M2 (-3°C)</b>										
19	Avrig	2015	2017	97,2	11,94	54	43	12,31	22	41
20	Avrig	2016	2017	97,1	16,52	44	33	17,19	6	14
21	Avrig	2018	2018	98,1	16,82	63	63	17,18	59	94
22	Târgoviște	2015	2017	98,0	10,53	52	42	10,71	30	58
23	Târgoviște	2018	2018	95,8	16,62	39	39	15,99	18	46
24	Tălișoara	2015	2017	93,0	11,30	61	52	11,76	37	61
25	Tălișoara	2018	2018	93,3	15,42	62	62	15,68	60	97
26	Baia Sprie	2018	2018	83,8	15,51	58	58	15,57	52	90
27	Gârcina	2018	2018	96,0	25,55	58	58	27,45	50	86
28	Văliug	2018	2018	90,0	15,80	50	50	14,86	34	68
29	Dumitrești	2018	2018	91,5	11,20	39	39	10,25	31	79
<b>M3 (-7°C)</b>										
30	Avrig	2015	2017	97,2	11,94	54	44	12,84	32	59
31	Avrig	2016	2017	97,1	16,52	44	31	17,57	0	0
32	Avrig	2018	2018	98,1	16,82	63	63	17,75	55	87
33	Târgoviște	2015	2017	98,0	10,53	52	49	11,46	33	63
34	Târgoviște	2018	2018	95,8	16,62	39	39	15,59	17	44
35	Tălișoara	2015	2017	93,0	11,30	61	61	12,02	41	67
36	Tălișoara	2018	2018	93,3	15,42	62	62	15,17	57	92
37	Baia Sprie	2018	2018	83,8	15,51	58	58	14,99	49	84

Nr. crt	Plantajul	Anul recoltării	Anul conservării	Parametri de calitate la data conservării			Parametri de calitate pe perioada conservării			Procentul de menținere a viabilității %
				Puritatea %	Umiditatea %	Viabilitatea %	Viabilitatea 2018%	Umiditatea 2019%	Viabilitatea 2019%	
38	Gârcina	2018	2018	96,0	25,55	58	58	27,07	51	88
39	Văliug	2018	2018	90,0	15,80	50	50	15,28	32	64
40	Dumitrești	2018	2018	91,5	11,20	39	39	10,69	31	79
<b>M4 (+5°C)</b>										
41	Avrig	2015	2017	97,2	11,94	54	40	11,30	6	11
42	Avrig	2016	2017	97,1	16,52	44	9	7,51	0	0
43	Avrig	2018	2018	98,1	16,82	63	63	17,75	50	79
44	Târgoviște	2015	2017	98,0	10,53	52	45	7,27	23	44
45	Târgoviște	2018	2018	95,8	16,62	39	39	11,28	16	41
46	Tălișoara	2015	2017	93,0	11,30	61	47	7,96	17	28
47	Tălișoara	2018	2018	93,3	15,42	62	62	11,00	42	68
48	Baia Sprie	2018	2018	83,8	15,51	58	58	12,98	28	48
49	Gârcina	2018	2018	96,0	25,55	58	58	22,91	37	64
50	Văliug	2018	2018	90,0	15,80	50	50	13,31	25	50
51	Dumitrești	2018	2018	91,5	11,20	39	39	9,30	25	64
<b>M5 (+3°C)</b>										
52	Avrig	2015	2017	97,2	11,94	54	36	11,90	0	0
53	Avrig	2016	2017	97,1	16,52	44	15	15,60	0	0
54	Avrig	2018	2018	98,1	16,82	63	63	16,52	51	81
55	Târgoviște	2015	2017	98,0	10,53	52	45	11,81	22	45
56	Târgoviște	2018	2018	95,8	16,62	39	39	16,10	11	28
57	Tălișoara	2015	2017	93,0	11,30	61	53	12,00	20	32
58	Tălișoara	2018	2018	93,3	15,42	62	62	14,99	54	87
59	Baia Sprie	2018	2018	83,8	15,51	58	58	15,23	50	86
60	Gârcina	2018	2018	96,0	25,55	58	58	26,59	42	72
61	Văliug	2018	2018	90,0	15,80	50	50	14,87	31	62
62	Dumitrești	2018	2018	91,5	11,20	39	39	10,82	18	46

**Tabelul 9. Analiza varianței pentru parametrii de calitate ai semințelor după 4 ani și respectiv 1 an de la conservare**

Sursa de variație.	GL	Varianța ( $s^2$ )			
		Puritatea	Viabilitatea inițială	Viabilitatea după 4 ani	Viabilitatea după 1 an
Depozitul	4	-	-	5,424**	17,383***
Plantajul	6	4,017	92,016	625,471**	1078,400***
Anul de fructificație	2	3,028	2,100	2641,571**	-
Eroarea	110	5,490	28,000	180,000	41,214

\*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,01$ ; \*\*\*  $p < 0,001$ .



**Fig. 1.** Procentul de menținere a viabilității loturilor de semințe, recoltate în anii de fructificație 2015, 2016 și 2018 din plantațele studiate, în cele cinci medii de conservare

La nivelul întregului experiment, după 4 ani și respectiv 1 an de conservare, viabilitatea semințelor diferă semnificativ în funcție de depozit, anul de fructificație și plantaj (Tabelul 9). Pe ansamblu, cele mai mari procente de menținere a viabilității au fost înregistrate în depozitul de la Sibiu, la o temperatură de conservare de  $-5^{\circ}\text{C}$ , atât după 4 ani cât și după 1 an de conservare (Fig. 1).

Lotul de semințe recoltat din plantajul Avrig în anul 2016, un an cu fructificație slabă pentru brad, a înregistrat cele mai mari pierderi de viabilitate, în toate depozitele. Dintre loturile de semințe recoltate în anul 2018, cele provenind din plantajele Târgoviște și Văliug au avut cele mai slabe procente de menținere, în toate depozitele. Rezultatele pe loturi, obținute în fiecare mediu de conservare, sunt prezentate în Tabelul 8 (pag. 29-31). În mediul M1, unde temperatura de conservare a fost  $-5^{\circ}\text{C}$ , au fost depozitate 18 probe de semințe: 7 probe din fructificația anului 2018 și 11 probe recoltate din fructificația anilor 2010, 2013, 2015 și 2016 (Fig. 2).

Analiza rezultatelor arată o pierdere de viabilitate în medie de doar 2% pentru cele 3 probe de semințe aparținând fructificației anului 2010 și conservate timp de 8 ani (2011-2018). Pentru probele recoltate în anul 2013 și conservate timp de 5 ani (2013-2018), procentul de viabilitate a scăzut cu valori cuprinse între 23% și 48%. Pentru loturile recoltate în anul 2018 pierderile de viabilitate sunt cuprinse între 6% și 46%. Cele mai pierderi de viabilitate a înregistrat proba Avrig 2016 (86%). Pierderile mari înregistrate de probele Avrig 2015 (48%) și Târgoviște 2018 (46%) sunt datorate tipului de ambalaj, în primul caz, și modului de prelucrare a semințelor, în cel de-al doilea caz. Astfel, în cazul probei Avrig 2015 semințele au fost ambalate doar în sac de rafie, fără ca ulterior să fie introduse și într-un sac de polietilenă. Schimbul de umiditate cu atmosfera camerei frigorifice a condus la deprecierea semințelor astfel ambalate. De asemenea, prelucrarea semințelor prin dezaripare, în cazul lotului Târgoviște 2018, a determinat spargerea pungilor cu rășină, fapt ce a contribuit la reducerea viabilității embrionilor până la moartea acestora.

A fost obținută o regresie foarte semnificativă între viabilitatea semințelor conservate și viabilitatea inițială, precum și în funcție de conținutul în umiditate al acestora. Astfel, viabilitatea semințelor pe perioada conservării se corelează pozitiv și semnificativ cu viabilitatea la data conservării și negativ și foarte semnificativ cu umiditatea acestora (Tabelul 10).

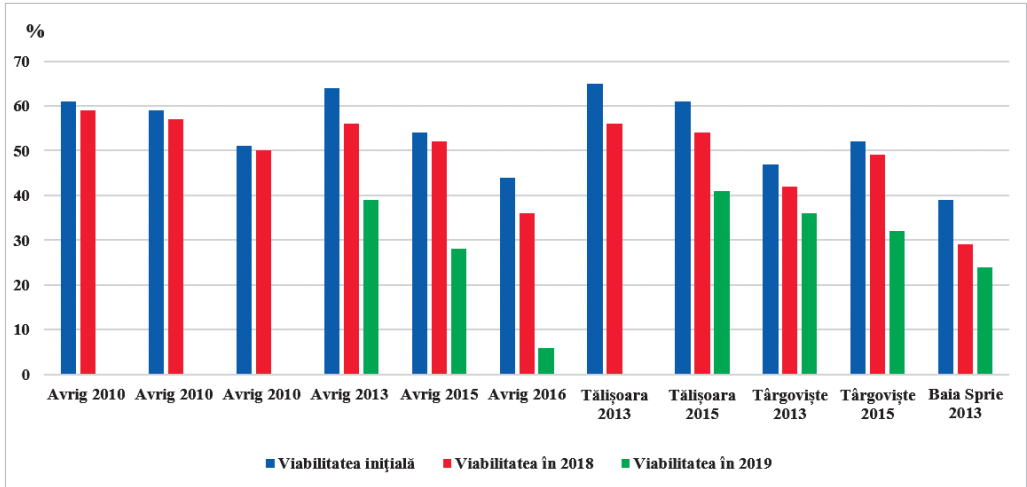


Fig. 2. Variația procentului de viabilitate al loturilor de semințe din fructificațiile anilor 2010, 2013, 2015 și 2016, conservate în depozitul M1 (-5°C, Sibiu)

**Tabelul 10. Factorii de influență și ecuația de regresie pentru viabilitatea semințelor de brad conservate în perioada 2011 - 2019 în mediul M1**

Caracterul	Ecuația de regresie	GL	R <sup>2</sup>	Semnificația
<b>Viabilitatea semințelor conservate</b>	$35,073 - 3,732 U + 0,742V$	9	0,91	$p < 0,001$

U = umiditatea semințelor conservate, V = viabilitatea inițială

Coeficientul de regresie  $R^2$  arată că 91% din variația viabilității semințelor conservate poate fi explicată prin influența acestor doi factori. Dintre aceștia, umiditatea semințelor are o influență mai mare pentru menținerea viabilității semințelor pe durata conservării.

Se constată că o umiditate redusă de 6-7% a permis o foarte bună conservare a probelor de semințe pe o perioadă de 8 ani (2011-2018). Probele de semințe a căror umiditate a fost cuprinsă între 8-10% au înregistrat un procent de menținere a viabilității în medie de 65%, după 6 ani de conservare, iar cele cu umiditatea cuprinsă între 9-11% au înregistrat un procent mediu de menținere de 60%, după 3 ani de conservare (2015-2018). La un conținut în umiditate mai mare de 16%, procentul de viabilitate a scăzut în medie cu 17% (46%-6%) încă din primul

an de conservare. Rezultatele nu evidențiază influența purității asupra viabilității semințelor conservate.

În mediul M2, unde temperatura de conservare a fost  $-3^{\circ}\text{C}$ , au fost depozitate 11 probe de semințe, 4 probe din fructificația anilor 2015 și 2016 și 7 probe recoltate în anul 2018. Rezultatele arată o reducere a viabilității semințelor pe perioada conservării (2017-2019) în medie cu 34%, cu o amplitudine cuprinsă între 6% (Avrig 2018) și 86% (Avrig 2016). Cele mai mari pierderi de viabilitate au înregistrat probele de semințe recoltate din plantajul Avrig în anii 2016, 2015 și Târgoviște 2015 și 2018. Și în acest mediu de conservare a fost obținută o corelație pozitivă, semnificativă, între viabilitatea inițială și viabilitatea semințelor pe perioada conservării (Tabelul 11).

**Tabelul 11. Corelații între parametrii de calitate ai semințelor conservate în cele cinci medii de conservare**

Caracterul	Umiditatea inițială	Umiditatea semințelor 2019	Viabilitatea inițială
Viabilitatea după 4 ani în M1	-0,868**	-0,829*	0,666*
Viabilitatea după 3 ani în M2	0,323	0,302	0,777**
Viabilitatea după 3 ani în M3	0,200	0,203	0,813**
Viabilitatea după 3 ani în M4	0,393	0,621*	0,571
Viabilitatea după 3 ani în M5	0,433	0,398	0,672*

\*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,01$ ; \*\*\*  $p < 0,001$ .

Cu cât viabilitatea semințelor la data conservării a fost mai bună, ea s-a menținut ridicată pe perioada conservării. Nu a fost găsită o corelație semnificativă între viabilitatea semințelor conservate și umiditatea lor.

În mediul M3, în care temperatura de conservare a fost  $-7^{\circ}\text{C}$ , analiza rezultatelor arată o reducere a viabilității semințelor pe perioada conservării (2017-2019) în medie cu 34%, cu o amplitudine cuprinsă între 8% (Tălișoara 2018) și 100% (Avrig 2016). Cele mai mari pierderi de viabilitate au înregistrat probele de semințe recoltate din plantajul Avrig în anul 2016 (100%) și Târgoviște 2018 (56%). O corelație pozitivă, semnificativă, a fost găsită doar între viabilitatea inițială și viabilitatea semințelor conservate (Tabelul 11).

În mediul M4, cu temperatura de conservare de +5°C, rezultatele arată o reducere a viabilității semințelor în medie cu 55%, cu o amplitudine cuprinsă între 20% (Avrig 2018) și 100% (Avrig 2016). S-a obținut o corelație pozitivă, semnificativă, între viabilitatea determinată în 2019 și umiditatea semințelor.

În mediul M5 (Centrul de conservare al semințelor de rășinoase Brașov), cu temperatura de conservare de +3°C, rezultatele arată o reducere a viabilității semințelor în medie cu 51%, cu o amplitudine cuprinsă între 13% (Tălișoara 2018) și 100% (Avrig 2015 și 2016). Corelații semnificative au fost gasite doar cu viabilitatea inițială a semințelor conservare.

Având în vedere valorile parametrilor de calitate determinați în cele 5 medii de conservare se poate concluziona că cele mai bune condiții de conservare au fost cele din depozitul M1, la o temperatură de conservare de -5°C (Fig. 3).

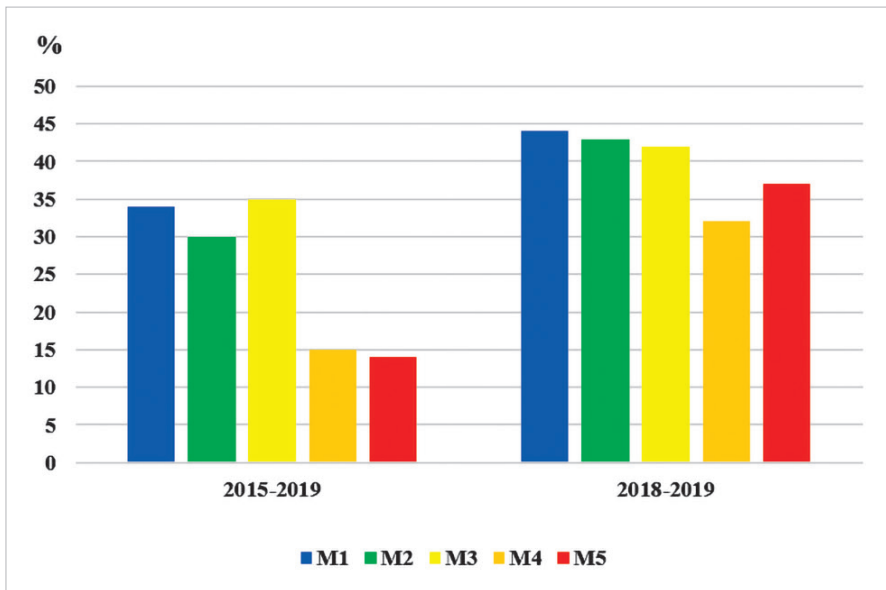


Fig. 3. Procentul mediu de menținere a viabilității semințelor de brad în cele cinci medii de conservare, pe durata a patru ani (2015 – 2019) și un an de conservare (2018 – 2019)

Durata de conservare a semințelor depinde de viabilitatea acestora în momentul depozitării, dar mai ales de umiditatea lor. Uscarea semințelor de brad până la umiditatea de 6-7 %, ambalarea lor în saci de polietilenă închiși ermetic și depozitarea la temperatura de -5°C ( $\pm 1^\circ\text{C}$ ) a permis o foarte bună conservare pe o perioadă de 8 ani. Uscarea semințelor până la umiditatea de 8–10 %, ambalarea și depozitarea în aceleași condiții a permis o bună conservare timp de 6 ani. De



asemenea, rezultatele arată că pentru o conservare pe termen lung temperatura de  $-7^{\circ}\text{C}$  este chiar mai indicată, cu condiția ca umiditatea semințelor să fie scăzută.

Prin urmare, umiditatea semințelor în momentul conservării și temperatura mediului de conservare sunt cei mai importanți factori de care depinde conservarea semințelor de brad. Rezultate asemănătoare a obținut și Barner (1978), care recomandă ca umiditatea semințelor de brad să fie de 12-13 % pentru o conservare de până la trei ani, dar pentru o perioadă mai lungă de conservare conținutul în umiditate ar trebui redus între 7 - 9 %, la o temperatură de depozitare de  $-10^{\circ}\text{C}$ .... $-20^{\circ}\text{C}$ . De asemenea, Edwards (1974) arată că la un conținut în umiditate de 5-8% și o temperatură de conservare de  $-10^{\circ}\text{C}$ .... $-17^{\circ}\text{C}$ , semințele de brad pot fi conservate 15 ani. Rezultatele obținute și în cazul altor specii susțin faptul că umiditatea semințelor supuse conservării și temperatura de depozitare sunt cei mai importanți factori de care depinde conservarea semințelor speciilor forestiere, însă valorile acestor parametri sunt specifice fiecărei specii (Roberts 1961, Suszka 1974, Hong et al. 1996, Bonner & Karrfalt 2008, Budeanu 2018).

Pe lângă parametri de calitate inițiali ai loturilor de semințe, modul de prelucrare al conurilor și semințelor a influențat, semnificativ, procentul de viabilitate pe durata conservării. Astfel, cele mai mari pierderi de viabilitate au fost înregistrate în cazul loturilor constituite la Ocolul Silvic Târgoviște, deoarece semințele au fost dezariolate. Acest procedeu de prelucrare, interzis de standardele internaționale și naționale, a determinat spargerea pungilor cu rășină și a provocat leziuni la nivelul tegumentului semințelor, ceea ce a dus la pierderea rapidă a viabilității embrionului, deoarece, așa cum se știe, în cazul bradului aripioara este concrescută cu sămânța.

Anul de fructificație reprezintă un alt factor de influență, cele mai slabe rezultate fiind obținute în cazul lotului de semințe recoltat în anul 2016, un an cu fructificație foarte slabă pentru brad în România. Prin urmare, calitatea semințelor de brad este strâns corelată cu anii de fructificație, dar și cu materialul de bază din care provine lotul de semințe. Calitatea semințelor recoltate din plantaje, în anii cu fructificație bună, a fost superioară celei obținute din arborete – surse de semințe, sau calității semințelor dintr-un an slab de fructificație.

Tipul de ambalaj a influențat viabilitatea semințelor pe perioada conservării. Toate probele de semințe conservate în cele 5 camere frigorifice au fost ambalate în saci de polietilenă. În cazul lotului Avrig 2015, depozitat în mediul M1, semințele au fost ambalate doar în sac de rafie. Acest tip de ambalaj a permis schimbul de umiditate cu mediul de depozitare, ceea ce explică procentul de viabilitate extrem de redus obținut de acest lot (28%) comparativ cu celelalte loturi recoltate în același an.

## 4.2. Determinarea respirației semințelor de brad în mediile de conservare

Semințele speciilor forestiere sunt organisme vii, astfel că, procesele fiziologice care au loc la nivel metabolic și structural în semințe continuă și pe perioada conservării. Rata respirației semințelor reprezintă parametrul fiziologic cel mai important în cazul conservării, deoarece este strâns legată de activitatea metabolică. Prin respirație, semințele consumă substanțele nutritive depozitate în endosperm și oxigen, generând dioxid de carbon, apa și energie sub formă de căldură.

Chiar și în condiții optime de conservare, viabilitatea semințelor scade cu durata depozitării. Acest proces este însă mai accelerat la o umiditate mai mare a semințelor, o temperatură a mediului de conservare mai ridicată și la un nivel de oxigen mai mare în masa lotului de semințe (Barton 1961, Harrington & Jonnson 1970). Pentru asigurarea unor condiții optime de conservare respirația semințelor trebuie redusă la un nivel minim, fără însă să fie complet sistată, astfel încât viabilitatea embrionului să nu fie afectată.

Rata respirației semințelor depinde de specie, stadiul de dezvoltare/maturare al semințelor, conținutul în umiditate și temperatura de depozitare (Sorour & Uchino 2004, Chidananda et al. 2014). Semințele proaspete, complet dezvoltate și ajunse la maturitate au o activitate metabolică mare, așadar, o rată a respirației mai ridicată. De asemenea, speciile ale căror semințe au o umiditate naturală mai ridicată (fagul, cvercineele, castanul) au o rată a respirației mai mare. Rata respirației scade în cazul semințelor deteriorate sau foarte vechi, ca urmare a activității metabolice scăzute (Bewley & Black 1983).

Rata respirației a fost determinată pentru 11 probe de semințe aparținând anilor de fructificație 2015, 2016 și 2018, și conservate în cele 5 camere frigorifice timp de 3 ani și, respectiv, un an. Respirația semințelor diferă semnificativ atât în funcție de temperatura de conservare, cât și în funcție de anul fructificației. În plus, se constată o variație de natură genetică, determinată de lotul de semințe (Tabelul 12).

Ecuția de regresie și principalii factorii care influențează respirația semințelor de brad pe durata conservării sunt prezentați în Tabelul 13. Astfel, cei mai importanți factori care explică 81% din variația acestui caracter sunt: temperatura mediului de conservare, umiditatea semințelor și viabilitatea inițială. Rata respirației semințelor de brad este corelată pozitiv și foarte semnificativ cu factorii respectivi.

**Tabelul 12. Analiza varianței pentru rata de respirație a semințelor de brad conservate**

Sursa de variație	GL	Varianța ( $s^2$ )	F <sub>exp</sub>	Semnificația
Lotul	10	20,959	30,583	p < 0,000
Depozitul	4	2,381	3,474	p < 0,050
Anul de fructificație	2	32,773	47,843	p < 0,000
Eroarea	54	0,685		

**Tabelul 13. Factorii de influență și ecuația de regresie pentru respirația semințelor de brad conservate**

Caracterul	Ecuația de regresie	GL	R <sup>2</sup>	Semnificația
Respirația semințelor conservate	$-4,879 + 0,117T + 0,379 U + 0,034V$	3	0,81	p < 0,000

Cele mai mari valori ale ratei respirației au fost înregistrate pentru probele de semințe recoltate în anul 2018 (Fig. 4, 5). Pe primul loc se situează plantajul Gârcina 2018, în toate depozitele, cu valori ale ratei respirației cuprinse între 4,664-8,433ugCO<sub>2</sub>/g/semințe/minut, deoarece umiditatea semințelor la data conservării a avut cele mai ridicate valori (25%). Au urmat celelalte probe de semințe recoltate în anul 2018, a căror umiditate a fost cuprinsă între 15-17 %.

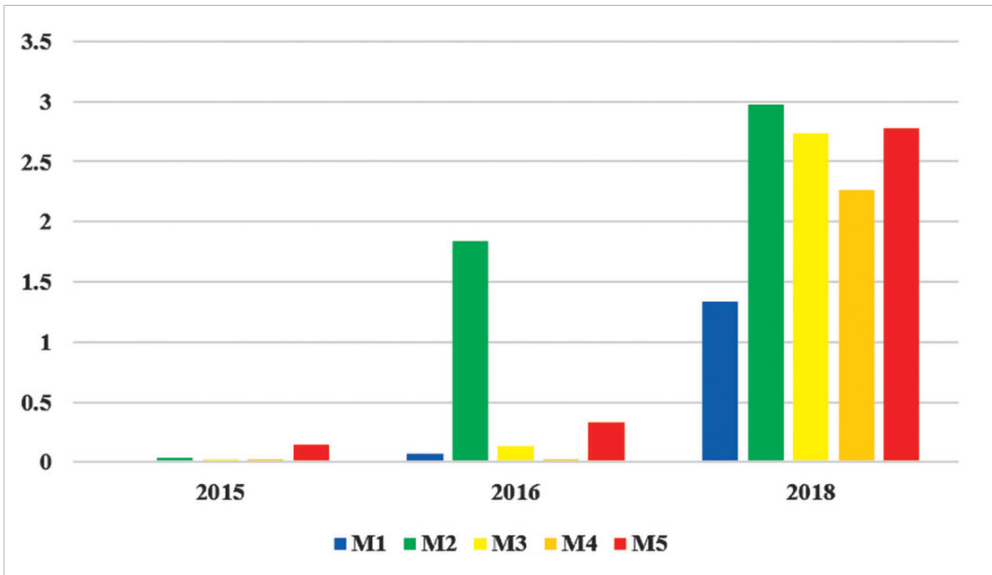


Fig. 4. Rata respirației semințelor de brad din fructificația anilor 2015, 2016 și 2018 în cele cinci medii de conservare

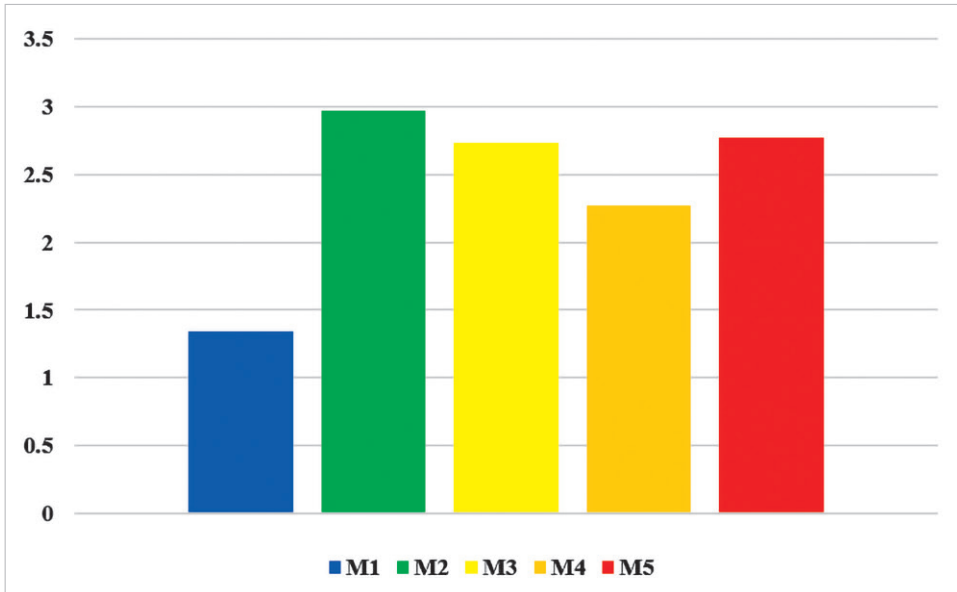


Fig. 5. Rata respirației semințelor de brad din fructificația anului 2018 în cele cinci medii de conservare

Cea mai scăzută rată a respirației au înregistrat probele recoltate în anul 2015 (0,004 - 0,090 ugCO<sub>2</sub>/g/semințe/minut), ale căror umidități au fost cuprinse între 8 - 12 % (Fig. 6)

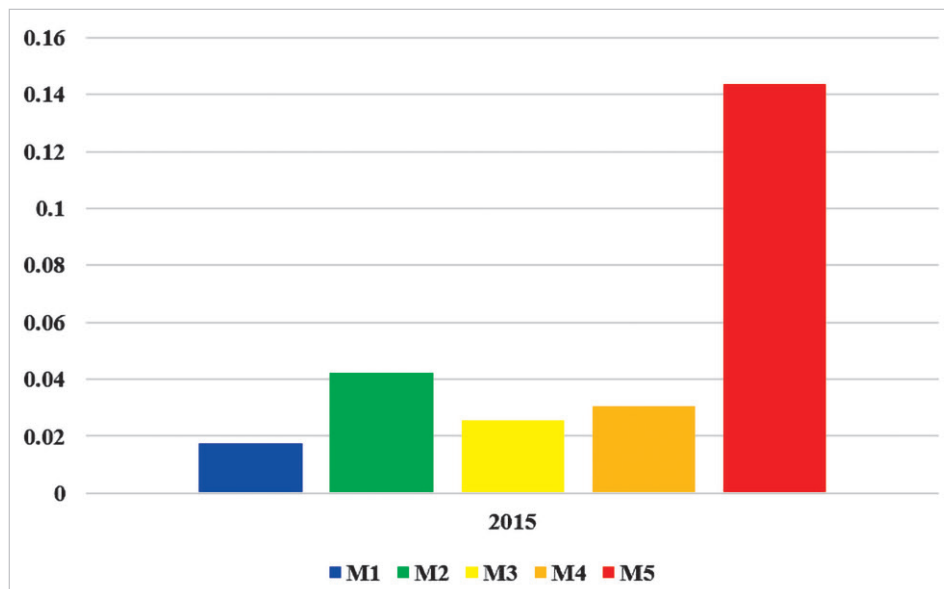


Fig. 6. Rata respirației semințelor de brad din fructificația anului 2015 în cele cinci medii de conservare

Analiza rezultatelor la nivel de depozit indică cea mai redusă rată a respirației în depozitul M1 ( $-5^{\circ}\text{C}$ ), urmat de M3 ( $-7^{\circ}\text{C}$ ), iar cea mai activă respirație în M5, la temperatura de  $+3^{\circ}\text{C}$ . Valorile intermediare (oarecum mai reduse) ale respirației semințelor înregistrate în depozitul M4 ( $+5^{\circ}\text{C}$ ) pot fi explicate prin faptul că în acest depozit toate probele au înregistrat cele mai mari procente de semințe moarte. Temperatura ridicată din acest depozit a determinat cu siguranță o respirație inițială mai accentuată, ceea ce a dus la scăderea viabilității semințelor pe durata conservării.

Unul dintre efectele respirației pe durata depozitării a fost modificarea umidității inițiale a semințelor cu procente medii cuprinse între  $+3\%$  la  $-3\%$ . Toate probele au înregistrat în mediul M4 o scădere a conținutului de umiditate, în medie cu  $-3\%$ , la temperatura de  $+5^{\circ}\text{C}$ . În plus, probele recoltate în anul 2015 au înregistrat o creștere a umidității, în medie cu  $+3\%$ , în mediul M5, la temperatura de  $+3^{\circ}\text{C}$ , iar pentru loturile din 2018 umiditatea semințelor s-a păstrat constantă doar în mediul M2 ( $-3^{\circ}\text{C}$ ). Din rezultatele prezentate se constată că cel mai stabil mediu de conservare pentru perioada analizată (3 ani) este M1 ( $-5^{\circ}\text{C}$ ), deoarece a determinat cele mai mici fluctuații ale valorilor parametrilor de calitate și fiziologici ai semințelor pe perioada conservării. Wang (1974) și Stein et al. (1974) atrag atenția că fluctuațiile repetate ale conținutului de umiditate duc la pierderea viabilității semințelor și, de aceea, pe cât posibil, temperatura mediului de conservare trebuie să fie constantă.

Sacii din polietilenă s-au dovedit a fi, din acest punct de vedere, un tip de ambalaj corespunzător, deoarece sunt impermeabili în ceea ce privește schimbul de umiditate cu mediul înconjurător, însă permit un ușor schimb de oxigen și dioxid de carbon (Pasquini et al. 2012). În experimentul nostru, sacii din polietilenă au fost sigilați astfel încât să rămână o cantitate cât mai redusă de aer în interiorul masei semințelor. Reducerea concentrației oxigenului în masa lotului este, de asemenea, foarte importantă pentru conservarea semințelor pe termen lung. În studiile efectuate, Hong et al. (2005) și Groot et al. (2015) arată că îmbătrânirea semințelor cu un conținut de umiditate redus este accelerată de prezența oxigenului în mediul de depozitare. Prin urmare, aceștia recomandă ca semințele să fie conservate în condiții anoxice pentru a prelungi longevitatea în timpul conservării *ex situ*.

#### **4.3. Pretratamente pentru stimularea capacității de germinare a semințelor de brad conservate**

Bradul se numără printre speciile ale căror semințe prezintă o ușoară dormanță fiziologică (Edwards 1974). Aceasta se manifestă prin faptul că și atunci când condițiile de mediu sunt ideale pentru creștere, semințele proaspăt colectate rămân în continuare inactive și nu germinează decât după o lungă perioadă de timp (între 21 - 28 zile în condiții de laborator, SR 1908/2004). De asemenea, semințele conservate, cu un conținut redus în umiditate, manifestă și ele această tendință de a germina cu dificultate. În cazul lor bioxidul de carbon, rezultat în procesul respirației, se acumulează în masa lotului de semințe și acționează ca un inhibitor asupra embrionului, determinând o dormanță secundară.

Calitatea puiștilor scade odată cu creșterea perioadei de răsărire în pepinieră, accentuând astfel importanța germinării rapide. Pentru înlăturarea dormanței și scurtarea perioadei de germinare, semințele de brad au fost supuse la două tratamente: umezirea și depozitarea la rece (T1) și umezirea înainte de semănare (T2). Probele netratate, martor, au constituit cel de-al treilea tratament (T3).

Primul tratament a presupus plasarea probelor de semințe conservate în cutii din plastic cu capac (25 cm x 15 cm x 3 cm) pe un strat de hârtie de filtru umezit cu 50 ml apă. Cutiile cu semințe au fost introduse în pungi de polietilenă sigilate și apoi au fost depozitate în frigider la temperatura de 4°C timp de 25 de zile. Cel de-al doilea tratament a constat în umezirea semințelor în apă, timp de 10 minute, înainte de semănare. Au fost testate 12 probe de semințe din ani de fructificație diferiți: 2 probe din fructificația anului 2010, 3 probe din 2013, 3 probe din

2015 și 4 probe din 2018. Eșantionul de studiu a fost constituit în medie din 200 de semințe alese randomizat din fiecare probă conservată. Probele de semințe proaspete, din fructificația anului 2018, au fost supuse doar tratamentului T2.

După perioada de păstrare la rece conform procedurii T1, semințele au fost semănate în câmpul pepinierii în data de 17 mai 2019 împreună cu semințele tratate conform T2 și cu semințele netratate (T3). Evaluările în pepinieră s-au făcut periodic la intervale de 7 zile până în data de 30 iulie 2019.

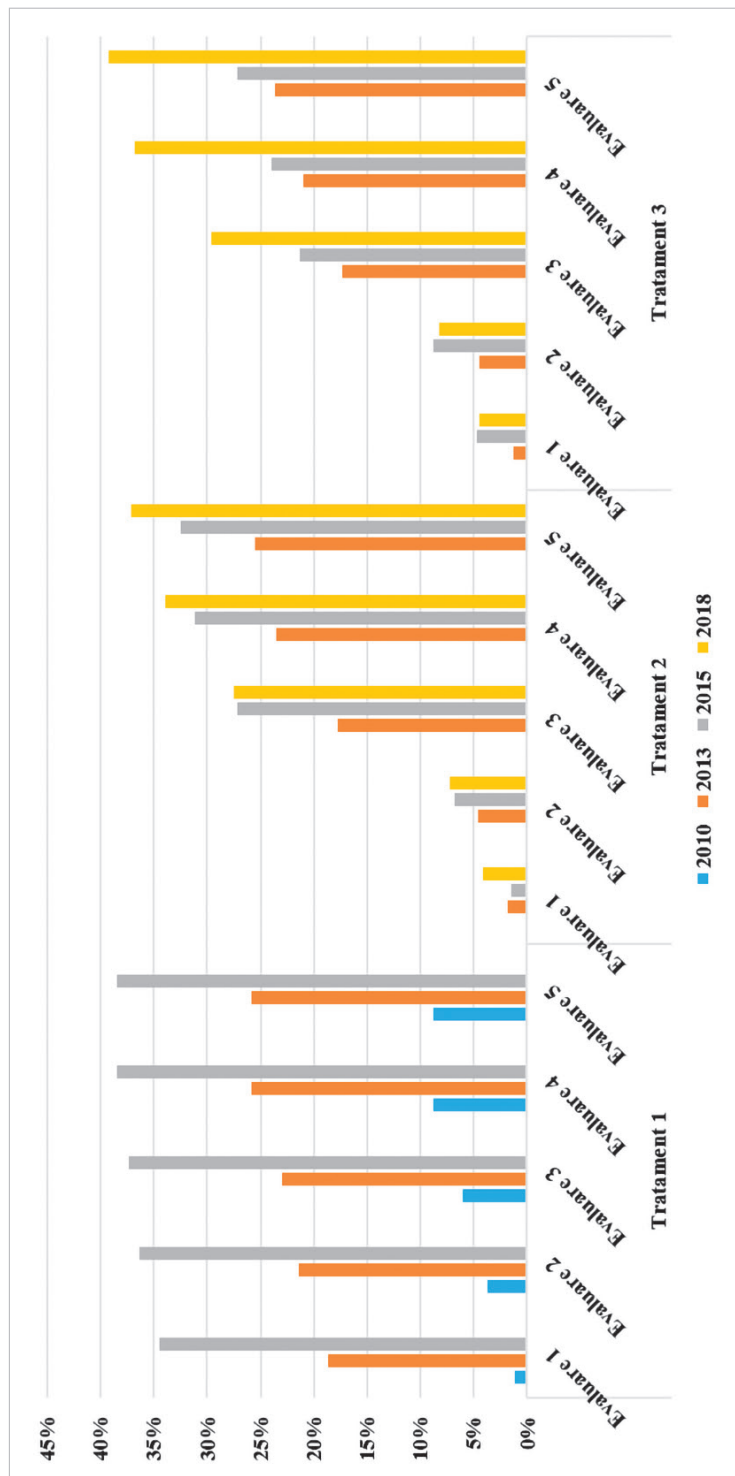
Rezultatele arată că toate probele tratate conform procedurii T1 au manifestat cea mai mare energie germinativă (Fig. 7). Deși aceste semințe aveau o durată de conservare de 8, 5 și respectiv 4 ani, au răsărit primele în pepinieră, după 2 săptămâni, iar procentul maxim de răsărire l-au înregistrat în decursul următoarelor două săptămâni (mijlocul lunii iunie).

Diferențele, între tratamentul T1 și celelalte două tratamente cu privire la energia germinativă sunt foarte semnificative ( $p < 0,001$ ) (Tabelul 14).

**Tabelul 14. ANOVA privind energia germinativă, procentul de răsărire și înălțimea puieților în pepinieră funcție de pretratamentele aplicate semințelor conservate timp de 4 ani în depozitul de la Sibiu (-5°C)**

Sursa de variație	Varianța ( $s^2$ )		
	Energia germinativă	Procentul de răsărire	Înălțimea puieților
<b>Tratamente</b>	879,723***	11,069	16,555***
<b>T1 vs T3</b>	1036,012*	45,762	26,670***
<b>T1 vs T2</b>	1057,190*	14,583	20,526***
<b>T2 vs T3</b>	20,417	256,267	0,710
<b>Eroare</b>	103,083	380,181	0,948

Tratamente: T1= umezirea semințelor conservate și păstrarea la temperatura de 4°C timp de 28 de zile înainte de semănare, T2 = umezirea semințelor conservate timp de 10 minute înainte de semănare, T3 = semințe conservate, netratate. \*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,01$ ; \*\*\*  $p < 0,001$ .



T1, T2, și T3 reprezintă tratamentele aplicate, 2010 - 2018 reprezintă anul recoltării semințelor conservate.

**Fig. 7.** Procentul de răsărire în pepinieră a semințelor de brad conservate în depozitul Sibiu, în urma aplicării tratamentelor de stimulare a capacității de germinare



Nu au fost înregistrate diferențe semnificative între tratamentele T2 și T3 (Fig. 8). Atât semințele supuse T2 cât și probele martor (T3) au început răsărirea după 4 săptămâni de la semănare (10 - 18 iunie), iar procentul maxim l-au înregistrat abia după încă 4 săptămâni, încheindu-și răsărirea la mijlocul lunii iulie.

S-au constatat totodată diferențe cu privire la capacitatea de germinare/răsărire în pepinieră funcție de plantaj (Fig. 8A, 8B și 8C). Indiferent de tratament și anul recoltării, cea mai mare energie germinativă au manifestat semințele recoltate din plantajul Tălișoara (Șugaș, Covasna).

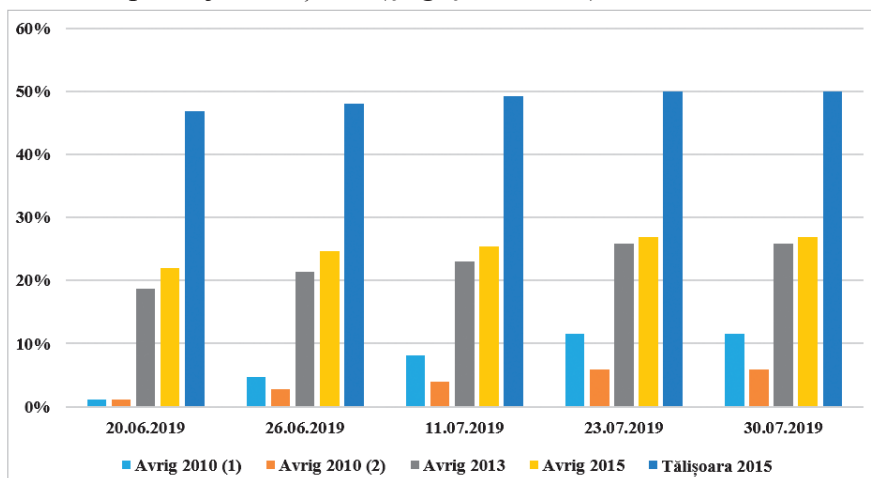


Fig. 8A Procentul de răsărire al loturilor de semințe de brad conservate în depozitul M1, în urma aplicării tratamentului T1

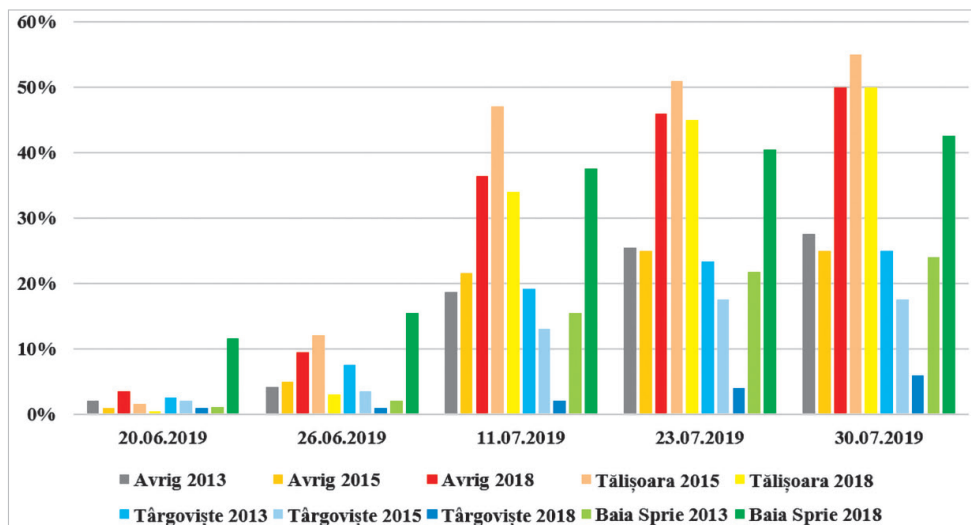


Fig. 8B Procentul de răsărire al loturilor de semințe de brad conservate în depozitul M1, în urma aplicării tratamentului T2

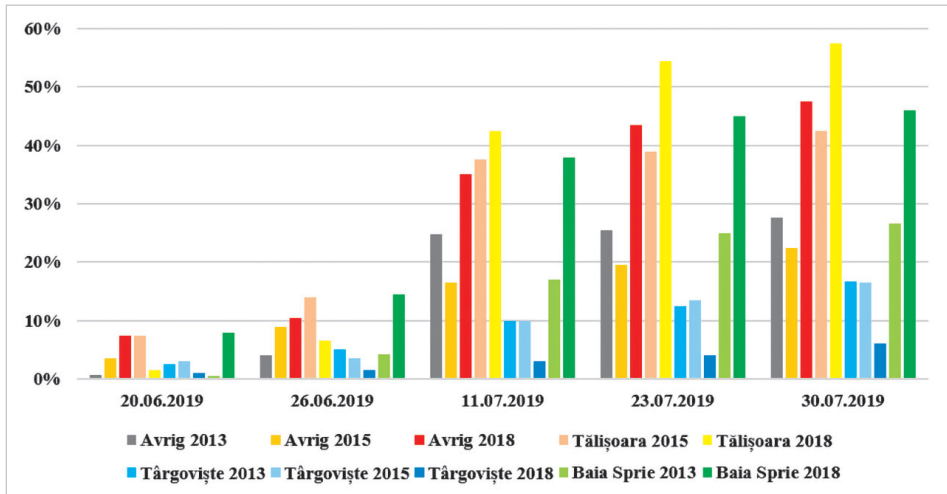


Fig. 8C Procentul de răsărire al loturilor de semințe de brad conservate în depozitul M1, în urma aplicării tratamentului T3

#### 4.4. Caracteristicile puiștilor rezultați din semințele de brad conservate

La sfârșitul sezonului de vegetație 2019 a fost evaluată creșterea în înălțime a puiștilor obținuți din semințele supuse tratamentelor prezentate în capitolul anterior. Puiștii rezultați din semințele tratate conform procedurii T1 au obținut înălțimi mai mari (3,22 cm) comparativ cu puiștii tratați prin celelalte două tratamente (2,70 cm și respectiv 2,62 cm).

Diferențele între tratamentele T1 și T3, respectiv, T1 și T2, în ceea ce privește creșterea în înălțime a puiștilor, au fost foarte semnificative (Tabelul 14, pag. 45). Creșterea în înălțime înregistrată de puiștii diferă semnificativ și în funcție de plantaj. Astfel, cele mai mari creșteri au înregistrat puiștii obținuți din semințele recoltate în plantajul Tălișoara (3,22 cm), iar cele mai mici din plantajul Baia Sprie (2,35 cm).

## 5. RECOMANDĂRI PRIVIND RECOLTAREA ȘI PRELUCRAREA CONURILOR ȘI SEMINTELOR DE BRAD

În acest capitol se vor discuta principalele probleme legate de recoltarea și procesarea conurilor și semințelor de brad, care pot influența negativ calitatea semințelor și, implicit, conservarea acestora, precum și reușita culturilor în pepinieră. Dintre acestea amintim: recoltarea semințelor imature, tehnici greșite de depozitare, curățare, sortare și uscare.

Una dintre cele mai importante etape este momentul recoltării conurilor de brad. Recoltarea conurilor trebuie să se facă în momentul când semințele au ajuns la maturitate fiziologică. Se consideră că semințele de brad ajung la maturitate fiziologică începând cu sfârșitul lunii august, până la începutul lunii octombrie (Șofletea & Curtu 2001). Pentru aceeași unitate sursă de semințe, maturarea semințelor variază de la un an altul în funcție de evoluția vremii din perioada respectivă. În plantaje, datorită luminării bune a coroanelor, dar și a amplasării acestora la altitudinii reduse, deci stațiuni mai calde, maturarea semințelor poate avea loc mai repede, comparativ cu arboretele surse de semințe, chiar începând cu a doua jumătate a lunii august. De asemenea, atât în arboretele cât și în plantajele de brad s-a constatat o variație inter-individuală mare pentru acest caracter fenologic.

Între maturarea semințelor de brad și coacerea conurilor există o legătură destul de strânsă. Aceasta permite ca perioada de recoltare să înceapă în momentul în care conurile devin coapte, până la desfacerea solzilor și diseminarea semințelor. Un criteriu important pentru stabilirea maturării semințelor este culoarea conurilor, momentul potrivit fiind atunci când culoarea solzilor din verde devine cafenie, iar conurile pierd din umiditate și rigiditate, putând fi rupte cu mâna. Un alt criteriu pentru evaluarea maturității semințelor este lungimea relativă a embrionului în raport cu cavitatea în care se află. Recomandarea este ca embrionul să aibă cel puțin 90% din lungimea cavității sale. Este important ca recoltarea semințelor să se facă în momentul în care atât embrionul cât și endospermul sunt maturate (endospermul să aibă o consistență solidă și nu lăptoasă), deoarece, în caz contrar, semințele își pierd foarte repede viabilitatea. Din analizele efectuate s-a constatat că stadiul de maturitate al semințelor recoltate a influențat atât viabilitatea cât și longevitatea semințelor conservate.

În practică, de teama pierderii fructificației, recoltarea conurilor se face, de obicei, când acestea nu sunt încă complet coapte. Unele cercetările arată că semințele provenite din conuri încă verzi, care nu au ajuns la coacerea lor

completă, pot avea o putere de germinație superioară semințelor provenite din conuri complet coapte (Vlase et al. 1957). Aceasta indică faptul că, în cazul bradului, maturația semințelor poate precede coacerea conurilor. Din acest motiv se recomandă ca în plantaje recoltarea conurilor să se facă individual, începând cu clonele precoce, a căror semințe ajung mai repede la maturare fiziologică. Pentru aceasta, se vor face periodic analize cu privire la stadiul de dezvoltare al semințelor prin recoltarea și secționarea a 1-2 conuri de pe fiecare clonă ce intră în compoziția plantajului. Pentru o analiză mai exactă, conurile pot fi trimise la un laborator de analiză a semințelor forestiere.

Imediat după recoltarea conurilor, semințele de brad sunt deosebit de sensibile la deteriorare. În această perioadă există un mare pericol de pierdere a viabilității semințelor. Deoarece la locul de recoltare, în teren, fluctuațiile climatului nu pot fi controlate, pentru a evita deprecierea semințelor, conurile de brad trebuie foarte repede transportate la depozitul de procesare și uscare. Până la efectuarea transportului conurile vor fi păstrate pe prelate, sub umbră din pânză. Se va evita păstrarea conurilor de brad direct pe sol, deoarece crește incidența apariției ciupercilor. Pe durata transportului conurile trebuie ambalate în saci de hârtie sau rafie, coșuri sau alte ambalaje care să permită o bună circulație a aerului și respirația semințelor. În nici un caz, nu vor fi folosiți saci de polietilenă pentru transportul conurilor de brad, deoarece aceștia conduc la încingerea și mucegăirea lor, în special când transportul se face la distanță.

Prelucrarea conurilor de brad va începe cu zvântarea acestora în spații bine ventilate, la o temperatură care nu trebuie să depășească 20°C. Păstrarea conurilor la temperaturi ridicate și în spații slab aerisite va conduce la pierderi considerabile în privința viabilității semințelor. De asemenea, uscarea prea rapidă, la temperaturi ridicate, poate reduce viabilitatea. Suprafața acestor spații/încăperi trebuie să fie suficient de mare, astfel încât conurile să fie depozitate într-un singur strat, pentru a prevenii apariția ciupercilor. Pe toată perioada zvântării, conurile trebuie zilnic lopătate pentru a nu mucegai. Conurile de brad mucegaiesc foarte ușor datorită conținutului ridicat de umiditate. Mucegaiul pătrunde prin tegumentul seminței și determină moartea embrionului.

După ce semințele se desprind de solzi și sunt suficient de zvântate vor fi trecute prin site cu ochiuri de diferite dimensiuni pentru separarea solzilor și a celorlalte impurități de semințele pure. În timpul procesului de prelucrare și sortare, semințele nu vor fi dezaripe, iar separarea solzilor se va face cu grijă pentru a nu provoca vătămări la nivelul tegumentului semințelor sau spargerea pungilor cu rășină. Leziunile mecanice cauzate de prelucrare vor determina deprecierea rapidă a semințelor, deoarece devin un mediu bun pentru dezvoltarea ciupercilor (Harrington 1972a). Spargerea pungilor cu rășină și

contaminarea embrionului va conduce la scăderea viabilității. S-a constatat că semințele sănătoase, maturate fiziologic, cu viabilitate inițială ridicată, își vor păstra viabilitatea mai mult timp pe perioada conservării. De asemenea, este important ca semințele să fie bine curățate de impurități și de semințele seci, care de obicei se găsesc la baza și vârful conurilor. Se recomandă utilizarea unor vânturătoare cu aer vertical și în nici un caz metoda flotației.

După sortare, semințele se lasă în continuare la uscat, într-un spațiu bine ventilat, în strat subțire de maxim 3 cm, lopătându-se în continuare. Periodic vor fi prelevate probe pentru determinarea conținutului în umiditate. Este important ca semințele să fie uscate uniform, pentru a prevenii fluctuații de umiditate în masa lotului pe perioada conservării, care ar accelera respirația și transpirația semințelor. În momentul în care umiditatea este corespunzătoare conservării, semințele vor fi ambalate, în prealabil, în saci de rafie, iar apoi în saci de polietilenă care vor fi sigilați. Imediat sacii cu semințe, astfel ambalați, vor fi introduși în camera frigorifică la temperatura de  $-5^{\circ}\text{C}$ .



## 6. CONCLUZII

### 6.1. Variabilitatea genetică a unor caractere morfologice și calitative ale conurilor și semințelor de brad

Rezultatele cercetărilor evidențiază o variabilitate intraspecifică mare pentru caracteristicile morfologice și calitative ale semințelor și conurilor de brad din Carpații României. Factorul genetic (provenința) influențează foarte semnificativ caracteristicile semințelor de brad. Astfel masa a 1000 de semințe, variază între 42-67g la nivelul populațiilor de brad analizate, cele mai valoroase populații din acest punct de vedere fiind: Dobra, Strâmbu Băiuș, Anina și Sinaia.

Diferențe asigurate statistic au reieșit și în funcție de categoria de material de bază din care provin semințele: surse selecționate vs. plantaje. Pentru caracterele analizate, plantajele au obținut valori medii mai mari comparativ cu populațiile. Astfel, masa a 1000 de semințe determinată în plantaje are valori cuprinse între 59-85g.

Amplitudinea de variație a caracterelor este mai mare în cazul populațiilor, iar coeficienții de variație mai mici în cazul plantajelor, ceea ce indică o stabilitate mai mare a caracterelor calitative ale semințelor obținute în plantaje. De asemenea, variația la nivelul familiilor liber polenizate ale arborilor selecționați în populații este mai mare comparativ cu variația familiilor liber polenizate ale arborilor plus din plantaje.

Lungimea conurilor și masa a 1000 de semințe se corelează negativ cu altitudinea de origine a populațiilor, indicând o variație clinală. Nu a fost găsită o corelație semnificativă între masa a 1000 de semințe și procentul de răsărire în pepinieră. Există, însă, o corelație semnificativă pozitivă între procentul de răsărire și creșterea puieților în primii ani în pepinieră.

### 6.2. Conservarea semințelor de brad

Cele mai bune condiții de conservare pentru o perioadă de 6 ani au fost la temperatura de conservare de  $-5^{\circ}\text{C}$  ( $\pm 1^{\circ}\text{C}$ ) și un conținut în umiditate al semințelor cuprins între 8-11%, pierderea de viabilitate fiind de 35%.

A fost posibilă conservarea semințelor de brad pe o perioadă de 8 ani la aceeași temperatură de conservare, dar la o umiditate a semințelor cuprinsă între 6-7%. Rezultatele arată că pentru o conservare pe termen lung temperatura de

-7°C ( $\pm 1^\circ\text{C}$ ) este chiar mai indicată, cu condiția ca umiditatea semințelor să fie mai scăzută (6-7%). În aceste condiții, rata respirației semințelor a avut valori minime, iar viabilitatea valori maxime.

Viabilitatea și conținutul de umiditate al semințelor în momentul conservării reprezintă factorii interni determinanți pentru menținerea calității semințelor pe durata conservării.

Anul de fructificație a avut o influență majoră asupra menținerii viabilității semințelor pe durata conservării. Cele mai mari pierderi de viabilitate ale semințelor conservate au fost înregistrate pentru lotul de semințe recoltat în anul 2016, un an cu fructificație slabă pentru brad în România.

Pe lângă parametrii de calitate inițiali ai loturilor de semințe, modul de prelucrare al conurilor și semințelor a influențat semnificativ procentul de viabilitate pe durata conservării. Prelucrarea semințelor de brad prin dezaripare trebuie evitată.

Sacii din polietilenă s-au dovedit a fi un tip de ambalaj corespunzător, deoarece sunt impenetrabili în ceea ce privește schimbul de umiditate cu mediul înconjurător, însă permit un ușor schimb de oxigen și dioxid de carbon.

Pentru înlăturarea dormanței și scurtarea perioadei de germinare a semințele de brad conservate se recomandă umezirea semințelor, introducerea lor în saci de polietilenă și păstrarea la temperatura de 4°C timp de 25 de zile.

Rezultatele confirmă posibilitatea utilizării dispozitivul „Insect Respiration Chamber” pentru determinarea respirației semințelor, ca metodă de monitorizare a viabilității semințelor pe durata conservării.

Producerea semințelor de brad de calitate superioară depinde în mare măsură de respectarea unor reguli de bază începând cu recoltarea și procesarea conurilor, extragerea semințelor din conuri, prelucrarea și uscarea acestora.



**ANEXĂ****PROTOCOL PENTRU CONSERVAREA SEMINTELOR DE BRAD RECOLTATE ÎN PLANTAJE****1. Înflorirea, dezvoltarea conurilor și semințelor**

- Înflorirea: 1-20 aprilie;
- Periodicitatea fructificației: 2-3 ani;
- Evaluarea fructificației: 15 iulie-1 august;
- Perioada recoltării conurilor: 20 august-20 septembrie. Analize periodice pentru evaluarea maturării fiziologice a semințelor;
- Producția medie de conuri per arbore: 0,1 hl;
- Producția medie de semințe la hectar: 300-400 kg.

**2. Procesarea conurilor și extragerea semințelor**

- Zvântarea conurilor în spații bine ventilate, la o temperatură maximă de 20°C,
- Așezarea conurilor într-un singur strat în vederea zvântării;
- Lopătarea zilnică a conurilor pentru a nu mucegași;
- Sortarea și curățarea cu grijă a semințelor de impurități, fără dezarierea acestora sau zdrelirea tegumentului.

**3. Parametrii de calitate ai semințelor recoltate în plantaje**

- Viabilitatea: 39-65 %;
- Masa a 1000 de semințe: 59-85 g;
- Numărul de semințe viabile/kg: 6600-10000.

**4. Conservarea semințelor**

- Temperatura mediului de conservare: -5°C ( $\pm 1^\circ\text{C}$ );
- Tipul de ambalaj: saci din polietilenă. Sigilarea sacilor se va face ermetic, astfel încât în interiorul ambalajului cantitatea de aer rămasă să fie cât mai redusă,
- Parametrii de calitate ai lotului de semințe care influențează conservarea:
  - viabilitatea trebuie să fie ridicată;
  - conținutul în umiditate între 8-11% pentru o conservare de până la 6 ani sau între 6-7% pentru o conservare de până la 8 ani.

## 5. Factorii care afectează producția de semințe și conservarea

- Anul de fructificație: recoltarea semințelor se va face în anii cu fructificație bună sau foarte bună;
- Condițiile climatice din perioada înfloririi și dezvoltării conurilor;
- Diferențele fenologice între anteză și receptivitatea florilor femele;
- Momentul recoltării conurilor: când semințele au ajuns la maturitate fiziologică;
- Transportul, depozitarea și procesarea conurilor: cu respectarea regulilor de bază;
- Sortarea, curățarea și uscarea semințelor: cu respectarea regulilor de bază;
- Parametrii de calitate ai lotului de semințe: viabilitatea inițială și conținutul în umiditate;
- Mediul de conservare: temperatura  $-5^{\circ}\text{C}$  ( $\pm 1^{\circ}\text{C}$ );
- Tipul de ambalaj: se recomandă saci din polietilenă, deoarece sunt impenetrabili în ceea ce privește schimbul de umiditate cu mediul înconjurător, însă permit un ușor schimb de oxigen și dioxid de carbon.

## BIBLIOGRAFIE

BALDWIN, H.I., 1942. Forest Tree Seed. Chronica Botanica. Waltham, Massachusetts, 240p.

BALLIAN, D., 2013. Genetic overload of silver fir (*Abies alba* Mill.) from five populations from central Bosnia and Herzegovina. Folia Forestalia Polonica, series A, 55 (2), 49-57.

BARNER, H., 1975 B. The storage of tree seeds. In Report on FAO/DANIDA Training Course on Forest Seed Collection and Handling, No 2, FAO, Rome.

BARNER, H., 1978. Implementation of results from provenance research. Vol. 1, Proceedings of joint meeting of IUFRO Working Parties on Genetic Variation of Douglas Fir, Contorta Pine, Sitka Spruce and *Abies*, Vancouver, Brit. Columbia.

BARTON, L.V., 1961. Factors affecting longevity. Seed preservation and longevity. Interscience publishers, INC, New York. 30-46.

BEWLEY, J.D., BLACK, M., 1983. Physiology and Biochemistry of Seeds in Relation to Germination. Vol.2, Springer-Verlag, Berlin, 306p.

BONNER, F.T., KARRFALT, R.P., 2008. The Woody Plant Seed Manual. USDA Forest Service's, Agriculture Handbook 727, 85-95.

BOUVAREL, P., LEMOINE, M., 1958. Notes sur le reboisement: la conservation par le froid des graines de resineux. Revue Forestiere Francaise 10: 493-497.

BUDEANU, M., 2018. Conservarea semintelor cu longevitate naturala redusa la specii din familia Fagaceae. Editura Silvica, Bucuresti, 82p.

CERMAK, J., 1987. Monoterpene hydrocarbon contents of the resin from seeds of silver fir (*Abies alba* Mill.). Trees: Structure and Function, 1: 94-101.

CICEK, E., TILKI F., 2007. Seed Size Effects on Germination, Survival and Seedling Growth of *Castanea sativa* Mill., Journal of Biological Sciences, 7: 438-441.

CHIDANANDA, K.P., CHELLADURAI, V., JAYAS, D.S., ALAGUSUNDARAM, K., WHITE, N.D.G., FIELDS, P.G., 2014. Respiration of pulses stored under different storage conditions. Journal of Stored Products Research 59, 42-47.

DUNLAP, J.R., BARNETT, J.P., 1984. Influence of seed size on germination and early development of loblolly pine germinants. Can. J. For. Res., 13(1) : 40-44.

- EDWARDS, D.G.W., 1974. The Woody Plant Seed Manual. *Abies fir* P. Mill. Victoria, BC, Canada: Forestry Canada, Pacific Forestry Centre, 149.
- GAGOV, V., 1973. Izmenčivost pri semenata ot obliknovenata ela ot različni populacii v NR Bulgarija. Naučni trudovi na VLTI, Sofija, Tom 19, 51–56.
- GORIAN, F., PSQUINI, S., DAWS, M.I., 2007. Seed size and chilling affect germination of *Larix decidua* Mill. Seeds. Seed Sci. & Technol., 35, 508-513.
- GOSLING, P., 2007. Raising trees and shrubs from seed. Practice guide. Forestry Commission: Edinburgh, 34p.
- GROOT, S.P.C., DE GROOT, L., KODDE, J., VAN TREUREN, R., 2015. Prolonging the longevity of *ex situ* conserved seeds by storage under anoxia. Plant Genetic Resources: Characterization and Utilization, 13(1): 18–26.
- HARALAMB, A., 1967. Cultura speciilor forestiere. Editura Agro-Silvică, București, 778p.
- HARRINGTON, J., JONNISON D., 1970. Maintaining seed viability in storage. Seed storage and packaging, The Rockefeller foundation New Delhi, 222p.
- HARRINGTON, J.F., 1972A. Seed storage and Longevity. In Seed Biology III. Ed. by T.T. Kozlowski. Academic Press, New York, 145-240.
- HOFFMANN, A.A., SGRO, C.M., 2011. Climate change and evolutionary adaptation. Nature 470: 479-485.
- HOLMES, G.D., BUSZEWICZ G., 1958. The storage of seed of temperate forest tree species. Forestry Abstracts 19: 313-322, 455-476.
- HONG, T.D., LININGTON, S., ELLIS, R.H., 1996. Seed Storage Behaviour: a Compendium. Handbooks for Genebanks: No. 4. International Plant Genetic Resources Institute, Rome, 98p.
- HONG, T.D., ELLIS, R.H., ASTLEY, D., PINNEGAR, A.E., GROOT, S.P.C., KRAAK, H.L., 2005. Survival and vigour of ultra-dry seeds after ten years of hermetic storage. Seed Science and Technology 33: 449–460.
- LAFFÉRS, A., 1979. Evaluation of seed weight in fir of Czechoslovakian and foreign provenance in relation to modified geographical latitude, to geographical longitude and to particular mountain ranges of Europe. Lesnícky časopis, 25, 111–125.
- MIHAI, G., 2015. Îngrijirea, întreținerea și conducerea plantajelor gospodărite de RNP – Romsilva în vederea stimulării fructificației. Manuscris INCDS Marin Drăcea, 35p.
- MUHLE, O., STEPHEN, W., KLEINSCHMIT, J., 1985. Effect of seed size and weight on germination and growth of Douglas fir, Norway spruce and Scot pine. Forst und Holzwirt, 40(12) : 335-338.
- NANSON, A., 2004. Genetique et amelioration des arbres forestieres [Genetics and tree breeding]. Les presses agronomique de Gembloux, Belgique, 712p.

PASQUINI, S., MIZZAU, M., PETRUSSA, E., BRAIDOT, E., PATUI, S., GORIAN, F., VIANELLO, A., 2012. Seed storage in polyethylene bags of a recalcitrant species (*Quercus ilex*): analysis of some bio-energetic and oxidative parameters. *Acta physiologiae plantarum*, 34(5), 1963-1974.

PARKER, W.H., NOLAND, T.L., MORNEAULT, A.E., 2006. The effects of seed mass on germination, seedling emergence and early seedling growth of eastern white pine (*Pinus strobus* L.). *New Forests*, 32, 33–49.

PÂRNUȚĂ, GH., LORENTȚ, A., TUDOROIU, M., PETRILA, M., 2010. Regiunile de proveniență pentru materialele de bază din care se obțin materiale forestiere de reproducere din România. Editura Silvică, București, 122p.

PÂRNUȚĂ, GH., 2012. Catalogul Național al materialelor de bază pentru producerea materialelor forestiere de reproducere, Editura Silvică, București, 300p.

ROBERTS, E.H., 1961. The viability of rice seed in relation to temperature, moisture content and gaseous environment. *Ann. Botany* 25, 381-390.

ROBERTS, E.H., 1973. Predicting the storage life of seeds. *Seed Sci. Technol.* 1, 499-514.

RUBȚOV, Ș., 1971. Ecologia și cultura speciilor lemnoase în pepinieră. Editura Ceres, București, 526p.

SABOR, J., 1984. Relation between the weight and the germination capacity of seed of silver fir. *Sylwan*, 4: 59-69.

SKRØPPA, T., TORLEIV T., 1990. Diallel crosses in *Picea abies*. I. Variation in seed yield and seed weight. *Scandinavian Journal of Forest Research* 5: 355-367.

SKRZYSZEWSKA, K., CHŁANDA, J., 2009. A study on the variation of morphological characteristics of silver fir (*Abies alba* Mill.) seeds and their internal structure determined by X-ray radiography in the Beskid Sądecki and Beskid Niski mountain ranges of the Carpathians (southern Poland). *Journal of Forest Science*, 55(9): 403–414.

SORENSEN, F.C., CAMPBELL, R.C., 1993. Seed weight - seedling size correlation in coastal Douglas-fir: genetic and environmental components. *Can. J. For. Res.* 23: 275-285.

SOROUR, H., UCHINO, T., 2004. The effect of storage condition on the respiration of soybean. *Jpn. Soc. Agric. Mach.* 66, 66-74.

STEIN, W.I., SLABAUGH, P.E., PLUMMER, A.P., 1974. Harvesting, processing and storage of fruits and seeds. In *Seeds of Woody Plants in the United States*, Agriculture Handbook No. 450. For. Service, USDA, Washington D.C., 98-125.

SUSZKA, B., 1971. Studies on the long-term storage of acorns. Annual Reports 1971-1974, Polish Academy of Sciences, Institute of Dendrology, Kornik, Poland.

SUSZKA, B., 1974. Storage of beech (*Fagus sylvatica* L.) seed for up to 5 winters. Arboretum Kornickie 19, 105-128.

ȘOFLETEA, N., CURTU, L., 2001. Dendrologie. Editura pentru viață, Brașov, 300p.

VLASE, I., DAMIAN, M., INAȘCU, M., 1957. Cîteva cercetări în legătură cu recoltarea timpurie a conurilor de brad. Revista Pădurilor, 1, 29-30.

WANG, B.S.P., 1974. Tree-seed storage. Can. Forestry Serv., Dep. Environ., Ottawa. Publ. 1335, 32 p.

XU, Y., CAI, N., HE, B., ZHANG, R., ZHAO, W., MAO, J., DUAN, A., LI, Y., WOESTE, K., 2016. Germination and early seedling growth of *Pinus densata* Mast. Provenances. J. For. Res. 27(2): 283–294.

\*\*\*, Institutul Național de Statistică, 2018. [www.insse.ro/](http://www.insse.ro/)

\*\*\*, Institutului Forestier de Stat din Bavaria, 2019. [www.lwf.bayern.de](http://www.lwf.bayern.de) > biodiversitaet

\*\*\*, Codul Silvic. Legea 46/2008.

\*\*\*, International Rules for Seed Testing, Edition 2010, CH-8303, Bassersdorf, Switzerland.

\*\*\*, International Rules for Seed Testing, Edition 2013, CH-8303, Bassersdorf, Switzerland.

\*\*\*, International Rules for Seed Testing, Edition 2015, CH-8303, Bassersdorf, Switzerland.

\*\*\*, SR 1908/2004, Semințe de arbori și arbuști pentru culturi forestiere. Metode de analiză. ASRO, București, 40p.

\*\*\*, SR 1808/2004, Semințe de arbori și arbuști pentru culturi forestiere. Eșantionarea loturilor de semințe. ASRO, București, 40p

\*\*\*, Recomandări tehnice. Pepiniere, metode și procedee pentru cultura în pepinieră a principalelor specii forestiere și ornamentale, Ministerul Apelor, Pădurilor și Protecției Mediului, București, 275p.

În contextul schimbărilor climatice profunde și rapide, menținerea stabilității și productivității pădurilor necesită eforturi deosebite, deoarece procesele naturale ajung la limită. Pentru menținerea sau mărirea capacității de adaptare a ecosistemelor forestiere, deseori, regenerarea naturală trebuie completată sau înlocuită cu lucrări de regenerare artificială. Aceasta fie pentru a crește procentul de participare, în arborete, a unor specii rezistente la secetă sau temperaturi ridicate, fie pentru a reîmpăduri suprafețe deteriorate sau complet distruse prin calamități naturale.

Bradul (*Abies alba* Mill.) este nu numai una dintre speciile de bază ale ecosistemelor montane din România și Europa cu multiple funcții ecologice și economice, ci și o specie considerată de viitor, într-un climat mai cald și mai secetos. În numeroase teste de proveniență instalate în multe țări europene, proveniențele de brad din România au obținut indici superiori de creștere și calitate. Ca urmare, interesul pentru semințele de brad din România, îndeosebi din plantaje, crește continuu, atât în țară, cât și pentru export.

Bazat pe un material de cercetare divers și prin aplicarea unor metode științifice și statistice adecvate s-a reușit pentru prima dată în România elaborarea unor recomandări concrete și detaliate pentru recoltarea, prelucrarea și conservarea pe termen lung a semințelor de brad, fără pierderi mari în capacitatea germinativă. Lucrarea include diversele etape în procesul de producere a materialului forestier de reproducere la brad, începând cu recoltarea și prelucrarea conurilor și semințelor, ambalarea și conservarea lor la temperaturi optime, pretratamentele necesare stimulării capacității de germinare înainte de semănare cât și caracteristicile puietilor în pepiniere în funcție de calitatea semințelor. Diferențele semnificative găsite în variabilitatea genetică a caracterelor morfologice și calitative ale conurilor și semințelor, superioritatea semințelor din plantaje cât și metoda nouă de determinare a ratei de respirație a semințelor în timpul conservării, adaptată din domeniul entomologiei, sunt de mare importanță științifică. De asemenea, rezultatele sunt deosebit de importante pentru practica silvică, atât pentru ocoalele silvice, care recoltează și prelucrează conurile și semințele, pentru pepiniere, care produc și asigură baza de puieti necesari reîmpăduririi, cât și pentru specialiștii silvici din producție, proiectare și cercetare. Prin respectarea „Protocolului de conservare a semințelor de brad” prezentat în capitolul final al lucrării, asigurarea unei baze continue de semințe de brad de calitate superioară va fi posibilă.

**Dr. Monika KONNERT**