

Marius BUDEANU



Seria a II-a

LUCRĂRI DE CERCETARE

**PREMISE PENTRU PROMOVAREA
MOLIDULUI CU COROANĂ ÎNGUSTĂ
ÎN CARPAȚII ROMÂNIEI
-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:

prof. univ. dr. ing. Neculae Șofletea, Universitatea Transilvania din Brașov, Facultatea de
Silvicultură și Exploatarea Forestiere, Brașov, România

CS I dr. ing. Ecaterina Nicoleta Apostol, Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare
în Silvicultură „Marin Drăcea” - Centrala
Ilfov, România

Cercetările și tipărirea lucrării au fost finanțate de la bugetul de stat prin Ministerul Cercetării, Inovării și Digitalizării în cadrul proiectului „Ameliorarea potențialului productiv și de adaptare al pădurilor de molid prin promovarea proveniențelor valoroase, a arborilor idiotip, precum și prin creșterea numărului de surse de semințe genetic ameliorate” (PN19070302) contractat în cadrul programului NUCLEU-BIOSERV, 2019-2022.

Editor inDesign: Eliza-Maria Cosma

Foto-copertă: Marius Budeanu

Foto interior: Marius Budeanu, Mihaela Porojan, Lucia Ioniță, Ioana Maria Pleșca, Raul Gheorghe Radu, Elena Ciocîrlan, Tibor Șerban, Dan Pepelea.

**PREMISE PENTRU PROMOVAREA
MOLIDULUI CU COROANĂ ÎNGUSTĂ
ÎN CARPAȚII ROMÂNIEI**

-carte electronică online-

Seria LUCRĂRI DE CERCETARE

CS I dr. ing. Marius BUDEANU

Coordonator

Premiul Academiei Române, 2021

**PREMISE PENTRU PROMOVAREA
MOLIDULUI CU COROANĂ ÎNGUSTĂ
ÎN CARPAȚII ROMÂNIEI**



SILVICĂ

Voluntari | 2022

ISBN 978-606-8020-95-2

Cuvânt înainte

Cercetările cuprinse în această carte s-au desfășurat în perioada 2018 - 2022 și reprezintă o continuare a demersului științific început de regretatul cercetător Gheorghe Pârnuță, mentorul meu, cel care, împreună cu un alt mare genetician, dr. doc. Valeriu Enescu, au promovat și în România conceptul de ideotip de arbore (arbore ideal, atât în privința creșterilor, a calității lemnului, dar și a rezistenței la acțiunea factorilor perturbanți).

Ideotipul de molid cu coroană îngustă [*Picea abies* (L.) Karst. f. *pendula* (Lawson) Sylven] se caracterizează printr-o coroană îngustă, cu ramurile de ordinul I pendente pe lângă trunchi (de aici vine denumirea *pendula*), retenția de zăpadă fiind mult mai redusă comparativ cu forma clasică de molid (piramidal), ceea ce asigură o rezistență sporită la acțiunea combinată a factorilor abiotici perturbanți, vânt și zăpadă. Ramurile sunt mai subțiri astfel că rezultă noduri mai mici și implicit lemn mai valoros.

În urma testării capacității de adaptare a molidului *pendula* și a combinațiilor dialele și factoriale cu molidul piramidal, în 5 culturi full-sib, a comportării a 24 familii *pendula* și 24 piramidal, în două experimente half-sib, dar mai ales ținând cont de rezultatele testelor de rezistența lemnului (modulul de elasticitate, rezistența la încovoiere, forfecare și torsiune, densitatea lemnului, procentul de lemn târziu și rezistența la înaintarea burghiului), consider că există premise favorabile pentru promovarea molidului cu coroană îngustă în Carpații României, în zona de optim ecologic pentru molid, în cadrul unor arborete de amestec, molid-fag-brad.

Lucrarea își propune să servească drept ghid pentru personalul tehnic din producția silvică, în special pentru colegii cu atribuții în domeniul regenerării pădurilor, interesați în promovarea unei varietăți a molidului ce prezintă rezistență superioară la acțiunea combinată a factorilor abiotici perturbanți, vânt și zăpadă. Oferim aici suportul tehnic necesar pentru identificarea molidului cu coroană îngustă, precum și informațiile necesare pentru localizarea arboretelor surse de semințe (resurse genetice forestiere și plantaje) de unde poate fi obținut materialul seminologic necesar pentru promovarea acestui ideotip.

Cercetările s-au derulat în cadrul contractului de cercetare științifică încheiat între Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare în Silvicultură „Marin Drăcea” (INCDS) și Ministerul Cercetării, Inovării și Digitalizării (proiect PN19070302) iar la finalizarea cu succes a prezentului demers științific și-au adus aportul o

serie de cercetători științifici și cadre universitare consacrate (Flaviu Popescu, Mihaela Porojan, Lucia Ioniță, Neculae Șofletea, Ecaterina Nicoleta Apostol și Elena Ciocîrlan), precum și colegii mei, Gabriela Grosu, Dan Pepelea, Mihaela Vieru, Emanuel Beșliu, Alexandru Zaharia, Robert Ivan, Cristiana Ciuvăț, Ioana Maria Pleșca, Ana-Maria Ungureanu, Ștefan Tănăsie și Bogdan Tănăsie, de la INCDS „Marin Drăcea”.

Mulțumesc și pe această cale domnilor CS I dr. ing. Gheorghe Pârnuță și Prof. Univ. dr. ing. Neculae Șofletea pentru contribuția avută la formarea mea profesională.

În memoria părinților mei!

Marius Budeanu, coordonator.

CUPRINS

PARTEA I: INTRODUCERE. SCOPUL CERCETĂRILOR. STADIUL CUNOȘTINȚELOR. METODOLOGIE (M. Budeanu).....	15
1. INTRODUCERE.....	17
2. SCOPUL CERCETĂRILOR	19
3. STADIUL CUNOȘTINȚELOR	21
4. MATERIALUL ȘI METODELE DE CERCETARE	29
4.1. Selecția populațiilor și a arborilor de molid cu coroană îngustă. ...	29
4.2. Culturile comparative de descendențe biparentale.	32
4.3. Culturile comparative de descendențe maternale.....	34
4.4. Teste de rezistența lemnului	37
4.5. Monitorizarea creșterilor radiale lunare, în populația naturală de molid Predeal.....	39
4.6. Observații fenologice în populația naturală de molid Predeal.....	41
4.7. Analiza plantajului de molid cu coroană îngustă existent (Soveja). 42	
4.8. Multiplicarea vegetativă și înființarea unui plantaj de molid <i>pendula</i>	43
4.9. Micropropagarea <i>in vitro</i> a molidului cu coroană îngustă.....	46
PARTEA A II-A: REZULTATE ȘI DISCUȚII	49
5. IDENTIFICAREA DE ARBORETE NATURALE PENTRU CONSERVAREA <i>IN SITU</i> A MOLIDULUI CU COROANĂ ÎNGUSTĂ ȘI TESTAREA ADAPTĂRII ACESTUIA (I.M. Pleșca, M. Budeanu).....	51
5.1. Selecția populațiilor.....	52
5.2. Influența mediului în formarea caracterului de coroană îngustă la molid	68
5.3. Concluzii capitol.....	70
6. VARIABILITATEA GENETICĂ A MOLIDULUI CU COROANĂ ÎNGUSTĂ, A MOLIDULUI PIRAMIDAL ȘI A HIBRIZILOR DINTRE CELE DOUĂ FORME, ÎN CULTURI COMPARATIVE FULL-SIB (M. Budeanu, F. Popescu).....	71
6.1. Analiza la nivelul fiecărei culturi comparative.....	71
6.2. Influența locului de testare.....	94
6.3. Eritabilitatea caracterelor și câștigul genetic estimat.	95
6.4. Concluzii capitol.....	96

7. VARIABILITATEA GENETICĂ A MOLIDULUI CU COROANĂ ÎNGUSTĂ ȘI A MOLIDULUI PIRAMIDAL ÎN CULTURI COMPARATIVE HALF-SIB (M. Budeanu, E. Beșliu, R.G. Radu).....	97
7.1. Analiza la nivelul fiecărei culturi comparative.....	97
7.2. Influența locului de testare.....	110
7.3. Corelații între caractere	112
7.4. Concluzii capitol.....	112
8. TESTAREA REZISTENȚEI LEMNULUI DE MOLID CU COROANĂ ÎNGUSTĂ ȘI MOLID PIRAMIDAL (M. Porojan, M. Budeanu).....	113
8.1. Testele experimentale efectuate la arbori pe picior	113
8.2. Testele experimentale efectuate pe arbori doborâți	122
8.3. Concluzii capitol.....	133
9. ANALIZA CREȘTERILOR RADIALE LUNARE LA MOLID CU COROANĂ ÎNGUSTĂ ȘI MOLID PIRAMIDAL, ÎN POPULAȚIA PREDEAL (E. Beșliu, M. Budeanu, D. Pepelea, A. Zaharia).....	135
10. OBSERVAȚII FENOLOGICE LA MOLID CU COROANĂ ÎNGUSTĂ ȘI MOLID PIRAMIDAL, ÎN POPULAȚIA PREDEAL (A. Zaharia, M. Budeanu, D. Pepelea, R.G. Radu).....	141
10.1. Observațiile fenologice din anul 2021.....	142
10.2. Observațiile fenologice din anul 2022.....	149
10.3. Concluzii capitol.....	155
11. STAREA ACTUALĂ ȘI MANAGEMENTUL DURABIL AL PLANTAJULUI DE MOLID CU COROANĂ ÎNGUSTĂ SOVEJA (E. Ciocîrlan, M. Budeanu).....	157
12. ÎNFIINȚAREA UNUI PLANTAJ DE MOLID CU COROANĂ ÎNGUSTĂ (M. Budeanu, E. Ciocîrlan, G. Grosu, A. Tothpal, E. Beșliu, M. Vieru, D. Pepelea).....	161
12.1. Campania de altoiri din anul 2021.....	161
12.2. Campania de altoiri din anul 2022.....	167
12.3. Pregătirea terenului.....	171
12.4. Instalarea plantajului	175
12.5. Concluzii capitol.....	177
13. STABILIREA UNUI PROTOCOL DE LUCRU PENTRU MICROPROPAGAREA <i>IN VITRO</i> A MOLIDULUI CU COROANĂ ÎNGUSTĂ (L. Ioniță, M. Budeanu).....	179

PARTEA A III-A: CONCLUZII. REZUMAT. ABSTRACT	193
14. CONCLUZII (M. Budeanu).....	195
15. REZUMAT (M. Budeanu).....	199
16. ABSTRACT (A.M. Ungureanu)	205
BIBLIOGRAFIE	213

CONTENT

PARTH I. INTRODUCTION. RESEARCH AIM. STATE OF THE ART. METHODOLOGY (M. Budeanu)	
1. INTRODUCTION.....	
2. RESEARCHES AIM.....	
3. STATE OF THE ART	
4. MATERIALS AND RESEARCH METHODS.....	
4.1. Populations and narrow crown tree selections	
4.2. Methodology in full-sib trials.....	
4.3. Methodology in half-sib trials	
4.4. Wood resistance tests.....	
4.5. Monitoring of monthly radial increments in the natural spruce population Predeal	
4.6. Phenological observations in the natural spruce population Predeal.....	
4.7. Analysis of the existing seed orchard of narrow-crown Norway spruce (Soveja).....	
4.8. Vegetative multiplication and the establishment of a <i>pendula</i> spruce seed orchard	
4.9. <i>In vitro</i> micropropagation of narrow-crown Norway spruce.....	
PART II. RESULTS AND DISCUSSIONS	
5. IDENTIFYING NATURAL STANDS FOR IN SITU CONSERVATION OF NARROW CROWN NORWAY SPRUCE AND TESTING ITS ADAPTABILITY (I.M. Pleşca, M. Budeanu)	
5.1. Population selection.....	
5.2. The environment influence in the formation of the narrow crown character of Norway spruce	
5.3. Chapter conclusions.....	
6. GENETIC VARIABILITY OF NARROW AND NORMAL CROWN NORWAY SPRUCE FAMILIES AND HYBRIDS, IN FULL-SIB TRIALS (M. Budeanu, F. Popescu)	
6.1. Analysis performed at the trials level	
6.2. Influence of the test site location	
6.3. Heritability and the genetic gain estimation.....	
6.4. Chapter conclusions.....	

7. GENETIC VARIABILITY OF NARROW AND NORMAL CROWN NORWAY SPRUCE FAMILIES IN HALF-SIB TRIALS (M. Budeanu, E. Beșliu, R.G. Radu)	
7.1. Analysis performed at the trials level	
7.2. Influence of the test site location	
7.3. Correlations between analysed traits	
7.4. Chapter conclusions.....	
8. TESTING WOOD STRENGTH OF NARROW AND NORMAL CROWN NORWAY SPRUCE TREES (M. Porojan, M. Budeanu)	
8.1. Standing wood strength tests	
8.2. Experimental tests performed on felled trees	
8.3. Chapter conclusions.....	
9. ANALYSIS OF MONTHLY RADIAL GROWTH OF NARROW AND NORMAL CROWN NORWAY SPRUCE, IN PREDEAL POPULATION (E. Beșliu, M. Budeanu, D. Pepelea, A. Zaharia)	
10. PHENOLOGICAL OBSERVATIONS ON NARROW AND NORMAL CROWN NORWAY SPRUCE, IN THE PREDEAL POPULATION (A. Zaharia, M. Budeanu, D. Pepelea, R.G. Radu)	
10.1. Phenological observations of the year 2021	
10.2. Phenological observations of the year 2022	
10.3. Chapter conclusions.....	
11. CURRENT STATUS AND SUSTAINABLE MANAGEMENT OF THE EXISTING NARROW CROWN SEED ORCHARD SOVEJA (E. Ciocîrlan, M. Budeanu).....	
12. ESTABLISHMENT OF A NARROW CROWN NORWAY SPRUCE SEED ORCHARD (M. Budeanu, E. Ciocîrlan, G. Grosu, A. Tothpal, E. Beșliu, M. Vieru, D. Pepelea).....	
12.1. The grafting campaign from 2021	
12.2. The grafting campaign from 2022	
12.3. Field preparation.....	
12.4. Installation of the seed orchard.....	
12.5. Chapter conclusions.....	
13. ESTABLISHING A WORK PROTOCOL FOR THE <i>IN VITRO</i> MICROPROPAGATION OF NARROW CROWN NORWAY SPRUCE (L. Ioniță, M. Budeanu).....	

PART III. CONCLUSIONS. ABSTRACT. BIBLIOGRAPHY.....
14. CONCLUSIONS (M. Budeanu).....
15. REZUMAT (M. Budeanu).....
16. ABSTRACT (A.M. Ungureanu)
BIBLIOGRAPHY

PARTEA I: CAPITOLELE 1-4

Marius BUDEANU¹

Credit Foto: Marius Budeanu (1), Raul Gheorghe Radu (2), Lucia Ioniță (3)

¹INCDS "Marin Drăcea"

1. INTRODUCERE

În contextul încălzirii globale apar tot mai multe episoade de fenomene climatice extreme, iar până la apariția primelor tornade și în România nu va mai trece prea mult timp. De asemenea, încălzirea globală va antrena o deplasare pe verticală a speciilor forestiere pe care trebuie să o anticipăm și să o pregătim din timp, ținând cont de perioada de rotație (ciclul) de 100-120 ani a principalelor specii de arbori forestieri din România (molid, fag, brad, stejar, gorun). În acest context, geneticienii trebuie să identifice, testeze și conserve *in situ* și *ex situ* toate arboretele ce vegetează în condiții extreme de biotop (populații marginale, climatipuri, edafotipuri, etc.), toate varietățile și formele intraspecifice cu potențial adaptativ ridicat și să păstreze diversitatea genetică ridicată a speciilor, esențială pentru o bună adaptare la condiții mai dificile de mediu. Aici se încadrează și ideotipul de molid cu coroană îngustă [*Picea abies* (L.) Karst. f. *pendula* (Lawson) Sylven], obiectul de studiu al acestei cărți.

Pentru conservarea fondurilor de gene valoroase, 33 de țări europene, inclusiv România, au adoptat o strategie comună de conservare dinamică a resurselor genetice forestiere (RGF) (Koskela et al. 2013, Lefèvre et al. 2013, Budeanu et al. 2019a).

Molidul [*Picea abies* (L.) Karst.], una dintre cele mai importante specii arborescente din Europa (Pretzsch et al. 2010, Boisvenue & Running 2016), ocupă în România 22,9% din suprafața acoperită cu pădure (INS 2020) și este specia dominantă la altitudini de peste 1200 m (Șofletea & Curtu 2007, Feurdean et al. 2011). Molidul prezintă un nivel foarte ridicat al diversității genetice, în special datorită arealului foarte mare (Schmidt-Voght 1972), iar proveniențele din România sunt considerate printre cele mai valoroase din Europa, remarcându-se în numeroase experimente (Giertych 1984, Héois & Van De Sype 1991, Enescu et al. 1997, Mihai 2002, Skrøppa 2005; Ujvari & Ujvari 2006, Zeltinș et al. 2019).

Din cauza înrădăcinării trasante, molidul este vulnerabil la vânturi puternice, zăpezi abundente și mai ales la acțiunea combinată a celor doi factori abiotici. În ultima perioadă, în România, aproape în fiecare an sunt raportate suprafețe însemnate de pădure afectate integral de doborâturi de vânt, iar cele mai cunoscute evenimente catastrofale s-au produs în Bucovina (martie, 2002, 7 milioane m³, Popa 2005), precum și în județele Covasna, Harghita, Mureș, Bistrița-Năsăud (noiembrie, 1995, 14000 ha, peste 7 milioane m³, Nițescu și Vlad 1997, Pârnuță 2008). În Europa, doborâturi de vânt catastrofale s-au produs în special în Franța

(decembrie, 1999, 144 milioane m³) și Suedia (ianuarie, 2005, peste 75 milioane m³) (Popa 2005).

Molidul cu coroană îngustă, folosit mai ales în amestecuri cu fag și brad, poate contribui la reducerea efectelor doborâturilor de vânt, în special datorită coroanei înguste care nu reține o cantitate mare de zăpadă și nu se constituie într-o suprafață mare de contact cu vântul. În același timp, cercetările derulate în Finlanda (Karki 1985, Lepisto 1985, Pöykkö 1987, Pulkkinen 1991) au arătat o capacitate de bioacumulare superioară molidului comun, un lemn de calitate superioară (noduri mai mici) și o mai bună rezistență la vânt și zăpadă. Toate acestea au fost confirmate și în România (Pârnuță 2008).

Cercetările domnului dr. Pârnuță (2008) trebuiau continuate și extinse întrucât culturile comparative instalate de dumnealui abia acum au ajuns la vârste la care rezultatele pot fi concludente (cca. 25 ani). Se impunea reevaluarea populațiilor în care s-au identificat arbori de molid cu coroană îngustă și conservarea *in situ* a acestora, derularea de teste de rezistență lemnului, stabilirea unui protocol de micropropagare *in vitro*, precum și conservarea *ex situ* a arborilor *pendula* valoroși, prin constituirea unui plantaj.

2. SCOPUL CERCETĂRILOR

Scopul cercetărilor a constat în ameliorarea potențialului productiv și de adaptare al molidului, a doua specie ca pondere din pădurile României, în scopul obținerii de arborete cu potențial superior de bioacumulare, calitate mai bună a lemnului și, în special, cu o rezistență superioară la acțiunea combinată a factorilor abiotici perturbanți, vânt și zăpadă. Pentru îndeplinirea obiectivului general au fost necesare a fi atinse următoarele obiective specifice:

1. Reevaluarea unor populații naturale având în compoziție molid cu coroană îngustă și includerea celor selecționate în categoria resurselor genetice forestiere (RGF), pentru conservarea *in situ* a acestuia.

2. Analiza comparativă a performanțelor de creștere și adaptare ale molidului cu coroana îngustă și molidului comun (chiar și a hibrizilor dintre cele două forme), testarea rezistenței lemnului, precum și a condițiilor de mediu în care rata de transmitere a caracterului *coroană îngustă* este ridicată.

3. Analiza comparativă a derulării fenofazelor intrării în vegetație și înfloririi, precum și a creșterilor radiale lunare, la cele două forme de molid, într-o populație naturală.

4. Stabilirea unui protocol de lucru pentru multiplicarea *in vitro* a molidului cu coroană îngustă.

5. Înființarea unui plantaj de clone pentru conservarea *ex situ* a populațiilor valoroase de molid cu coroană îngustă și pentru producerea de semințe aparținând acestui ideotip.

6. Transferul cunoștințelor obținute pentru dezvoltarea unor strategii în domeniul conservării dinamice a RGF de molid și reducerii vulnerabilității speciei la efectele schimbărilor climatice.

Contribuția științifică cea mai importantă este legată de promovarea unei varietăți de molid cu rezistență sporită la rupturi de zăpadă și doborâturi de vânt. Contribuția tehnică este legată de crearea de noi surse de semințe ce pot furniza material reproductiv utilizabil în mai multe regiuni de proveniență, fapt ce va spori cantitatea de semințe de molid disponibile iar utilizarea surselor de semințe

din categoria Calificat (din plantaje) va aduce un plus de calitate viitoarelor arborete. Analiza proprietăților lemnului de molid și stabilirea unui protocol de lucru pentru micropropagarea somatică *in vitro* a molidului cu coroană îngustă reprezintă de asemenea activități cu pronunțat caracter de noutate.

Asupra mediului, această acțiune de conservare a RGF, *ex situ* și *in situ*, are menirea de a asigura adaptabilitatea molidului în contextul schimbărilor de mediu prin menținerea unui nivel corespunzător de variabilitate genetică. De asemenea, impactul asupra mediului economic și social este benefic pentru că, utilizând materiale forestiere de reproducere cu potențial biologic superior și adaptate la condițiile de mediu, se vor amplifica funcțiile economice, ecologice de protecție și sociale ale pădurilor. Asigurarea de surse de semințe capabile să furnizeze materiale forestiere de reproducere genetic ameliorate și capabile să reziste la acțiunea combinată a factorilor abiotici perturbanți (vânt și zăpadă), este esențială pentru perenitatea pădurilor.

3. STADIUL CUNOȘTINȚELOR

A. Variabilitatea fenotipică a molidului în culturi comparative

Primele culturi comparative cu proveniențe de molid au fost instalate în Germania de Kienitz (1878), la Grahrenberg și de Nobbe (1880), la Tharandt (Mihai 2002). Cercetările de proveniențe au cunoscut o amploare deosebită de la începutul secolului XX prin implicarea IUFRO, fapt ce a condus la realizarea unor experimente cu proveniențe din foarte multe țări. La molid au fost organizate trei serii de experimente sub coordonarea IUFRO: 1938/1939, 1964/1968 și 1972.

Toate cercetările efectuate în culturi comparative de proveniențe de molid din seriile IUFRO, realizate până în prezent, sunt favorabile proveniențelor din România, atât în privința caracterelor de creștere, cât și a capacității de adaptare (Lines 1979, Giertych 1984, 1993, Alexandrov & Stancova 1997 Naapola 1997, Karlsson & Hogberg 1998, Skrøppa 2005, Matras 2009, Mihai 2009). O dovadă a acestei afirmații este desemnarea provenienței Moldovița drept proveniență standard IUFRO, în anul 1996. De asemenea, în Europa au fost efectuate numeroase studii, atât de genetică moleculară cât și de dendrocronologie, vizând selecția de populații valoroase (Geburek et al. 2008, Zubizarreta Gerendiain et al. 2009a, Radu et al. 2014, Galović et al. 2015, Steffenrem et al. 2016, Levkoev et al. 2017, Zeltinš et al. 2018, Čermák et al. 2019, Caré et al. 2020, Budeanu et al. 2021a, Ciocîrlan et al. 2021, Korecký et al. 2021).

În România, primele culturi comparative de molid au fost instalate de Iuliu Moldovan, pe Valea Asăului, în anul 1935. Institutul de Cercetări și Amenajări Silvice București, folosind metodologia IUFRO, a amplasat numeroase culturi comparative de proveniențe și descendențe de molid, printre inițiatori numărându-se Valeriu Enescu și Cornelia Nițu. Rezultate din aceste culturi au prezentat Nițu și colaboratorii (1974) dar și Mihai (2005).

Un aport deosebit de important pentru testarea celor mai valoroase rezervații de semințe de molid în culturi comparative multistaționale l-a avut dr.doc. Valeriu Enescu, care a înființat în anul 1980, în condiții staționale diverse, 7 culturi comparative de descendențe amestecate (bulked), printre ele și cele 5 care constituie obiectul de studiu al prezentei lucrări (Enescu 1992, 1996, Enescu & Deaconu 1996, Enescu & Ioniță 1999, 2000, 2002). Budeanu și colaboratorii (2012a,b, 2014, 2021c) dar și Șofletea și colaboratorii (2012, 2015) prezintă clasamentul celor 33 de proveniențe în 5 dintre cele 7 culturi, la vârsta de 30 și 40 ani, cercetările concretizându-se prin includerea a 4 arborete în categoria surselor de semințe testate (Budeanu 2013). Mihai și colaboratorii

(2009) au studiat variabilitatea genetică a principalelor specii de arbori forestieri din România, lucrare finalizată prin stabilirea celor mai valoroase proveniențe și recomandarea populațiilor de origine ca surse de semințe testate.

B. Despre molidul cu coroană îngustă

Conceptul de ideotip de arbore (tree ideotype) a fost folosit prima dată de Karki, în anul 1981, în Finlanda, iar în România de către Enescu, în anul 1987 (Pârnuță 2008). Semnificația este aceea de arbore ideal, model de arbore ce se remarcă prin creșteri active, calitate superioară a lemnului și adaptabilitate ridicată.

În legătură cu ideotipul de molid cu coroană îngustă, s-au derulat cercetări complexe în legătură cu determinismul genetic al formei coroanei, reproducerea vegetativă (în special prin butășire) sau generativă (situație în care jumătate dintre descendenți moștenesc caracterul de coroană îngustă) și testarea descendenților de molid pendula sau a hibrizilor dintre var. *pendula* și var. *pyramidalis* (forma clasică), cele mai numeroase și importante studii fiind realizate în Finlanda (Karki 1985, Pulkkinen & Pöykkö 1990, Mikola 1993, Pöykkö 1993). Cercetările derulate în Finlanda indică anumite particularități ale molidului cu coroană îngustă: înflorire scăzută și neregulată, caracterul pendent al ramurilor poate fi observat în jurul vârstei de 6 ani, atunci când plantele ating înălțimea de 1 m, iar în cazul multiplicării generative (mult mai ieftine) jumătate dintre descendenți moștenesc caracterul. Zubizarreta Gerendiain și colaboratorii (2009b) atrag atenția asupra plasticității molidului cu coroană îngustă atunci când crește distanța dintre puieți la plantare, această varietate fiind indicată în special în cazul unor scheme de plantare dese, 1 x 1 m sau 1 x 1,5 m, în timp ce într-un dispozitiv de 2 x 1,5 m a crescut mult mai bine molidul piramidal, volumul mediu al arborilor de molid cu coroană normală fiind dublu față de al celor cu coroană îngustă, la vârsta de 20 ani.

În România, introducerea conceptului de ideotip, dar și dezvoltarea unei strategii pentru crearea ideotipurilor de arbori, a fost opera dr.doc. Valeriu Enescu (1987), iar rezultatele deosebite obținute în acest domeniu, la molid, aparțin dr. Gheorghe Pârnuță (Pârnuță 2001, 2008). Trebuie menționat faptul că, primele referiri la molidul cu coroană îngustă, molidul columnar, au fost consemnate în perioada 1960-1967 (Dumitriu-Tătăranu 1960, Spârchez 1960, Ștefan 1962, Beldie 1967).

Cercetările coordonate de Pârnuță, începute în anul 1987, s-au concretizat prin selecția de arbori de molid cu coroană îngustă (forma *pendula* și var. *columnaris*) în 25 de populații localizate în toate diviziunile Carpaților României, cele mai multe fiind situate în munții Apuseni (Pârnuță 1991, 1993). Din 8 dintre aceste

populații s-au recoltat semințe de la 48 arbori (24 *pendula* și 24 molid comun), iar în anul 1994 s-au instalat două culturi comparative de descendențe maternelle și o colecție de genitori de molid cu coroană îngustă compusă din 125 familii. În populația Stâna de Vale s-au realizat încrucișări controlate în sistem dialel complet și dialel factorial între arbori de molid *pendula* și molid comun, iar cu descendențele full-sib rezultate, în anul 1996 s-au instalat 5 culturi comparative în care se testează atât comportarea familiilor cât și rezultatele obținute de hibridii intraspecifici, inclusiv de consangvini. Rezultatele preliminare (Pârnuță 2008) pot fi sintetizate astfel:

- arborii de molid cu coroană îngustă selecționați în populații naturale s-au dovedit a fi mai rezistenți la doborâturi de vânt;

- reușita polenizărilor controlate în sistem dialel completă demonstrează compatibilitatea celor două forme de molid;

- volumul mediu al arborilor *pendula* selecționați în cele 25 de populații naturale a fost cu 75% mai mare, comparativ cu forma clasică de molid;

- toate caracterele calitative (forma tulpinii, forma trunchiului la bază, număr și dimensiuni noduri, elagaj natural, dimensiuni coroane) evaluate în populații naturale au fost net superioare la molidul *pendula*;

- în testele de pepinieră pentru descendențele half-sib, rezultatele de la vârsta de 4 ani arată faptul că descendențele *pendula* au fost superioare în privința rezistenței la ger, secetă, a procentului de supraviețuire, pentru înălțimea totală, și prezintă ramuri laterale mai puține;

- în testele de pepinieră pentru descendențele full-sib, rezultatele de la vârsta de 4 ani arată faptul că descendențele *pendula* intră mai târziu în vegetație și au un procent mai mic de exemplare cu înfurcure, iar hibridii molid comun x molid *pendula* și reciprocii, au prezentat heterozis pozitiv (somatic și adaptativ), indicând oportunitatea instalării plantajelor de hibridare dintre cele două forme (Pârnuță 2008).

Cercetările anterioare legate de identificarea modului de transmitere a caracterului coroană îngustă s-au soldat cu rezultate diferite. Astfel, Lehner și colaboratorii (1995), folosind markeri RAPD, au arătat faptul că tipul de coroană îngustă este controlat de către o singură genă dominantă, în timp ce alți autori considerau că există un control poligenic (Lepistö 1985, Pulkkinen 1991). Și mai înainte, Schmidt-Vogt (1977) considera faptul că formele de coroană ale molidului sunt influențate în mare parte de factorii de mediu. Postolache și colaboratorii (2020) au comparat structura genetică a molidului cu coroană îngustă și a molidului comun din două populații naturale, folosind un set de 12 markeri Nssr, și a obținut o diferențiere între cele două forme, precum și o diversitate genetică mai mare a molidului cu coroană îngustă.

C. Testarea rezistenței lemnului de molid

Cunoașterea proprietăților fizice, mecanice și tehnologice ale lemnului de molid cu coroană îngustă furnizează informații utile pentru stabilirea rezistenței arborilor pe picior la acțiunea factorilor abiotici și biotici perturbanți, precum și pentru identificarea domeniului de utilizare a lemnului. Proprietățile fizice ale lemnului sunt: densitatea, umiditatea, umflarea și contragerea, proprietăți termice, electrice și magnetice, acustice. Proprietățile mecanice sunt: elasticitatea, plasticitatea, rezistența la compresiune, tracțiune, încovoiere, forfecare, despicare, duritatea lemnului. Proprietățile tehnologice se referă la: uzura, curbarea, durabilitate, rezistența la smulgerea cuielor și șuruburilor (Beldeanu 2001, Isopescu et al. 2012, Gurău et al. 2013).

Utilizarea rezistografului reprezintă o metodă nedistructivă de analiză a calității interioare a lemnului pe picior și a structurilor din lemn (Rinn et al. 1996, Isik & Li 2003, Ukrainetz & O'Neill 2010, Gao et al. 2017). Aparatul folosește un burghiu cu diametrul de 3 mm acționat de un motor electric, alimentat de la o baterie reîncărcabilă ce poate fi înlocuită, oferindu-i astfel o mai mare autonomie în funcționare, și măsoară rezistența lemnului la penetrare corespunzătoare adâncimii găurii (Lear 2005, Câmpu 2018, Vlad et al. 2018). De asemenea, putregaiul, rulura și alte crăpături, pot fi identificate precis cu ajutorul rezistografului, pe baza diagramelor rezistenței la penetrare (Kasal & Anthony 2004, Johnstone et al. 2007, Kahl et al. 2009). Ukrainetz & O'Neill (2010) menționează că măsurătorile efectuate cu rezistograful pot fi afectate de erori cauzate de mișcarea operatorului, umiditatea lemnului, temperatura aerului și prezența nodurilor.

Densitatea convențională a lemnului reprezintă un indicator important al rezistenței lemnului (Zeltinș et al. 2018), caracter ce prezintă o variabilitate foarte redusă, mult mai mică în comparație cu caracterele fenotipice ale arborilor (Hannrup et al. 2004, Levkoev et al. 2017).

D. Analiza creșterilor radiale ale molidului

Numeroase cercetări s-au derulat în scopul investigării modului cum este afectată creșterea arborilor de către factorii climatici (Repola 2006, Brázdil et al. 2009, Franceschini et al. 2010, 2012, Kolström et al. 2011, Semeniuc & Popa 2018, Vlad et al. 2018, Schuldt et al. 2020, Schwarz et al. 2020, Senf et al. 2020). Cercetări interconectate de genetică și auxologie au urmărit selecția unor proveniențe valoroase în funcție de creșterea medie radială, procentul de lemn târziu, densitatea lemnului și alte proprietăți mecanice ale lemnului (Zubizarreta

Gerendiain et al. 2008, 2009b, Șofletea et al. 2012, Anderegg et al. 2016, Jupa et al. 2016, Steffenrem et al. 2016, Zeltinš et al. 2018, Budeanu et al. 2021a).

În ultima perioadă, numeroase cercetări se concentrează pe rezistența la secetă a molidului (Ciais et al. 2003, Gyllenstrand et al. 2007, Sidor et al. 2015, Dănescu et al. 2018, Bosela et al. 2019, Dietrich et al. 2019, Budeanu et al. 2021a, Hayatgheibi et al. 2021). În studii comparative la mai multe specii, molidul a prezentat una dintre cele mai slabe rezistențe la secetă, o posibilă consecință putând fi legată de înrădăcinarea trasantă a molidului (Weemstra et al. 2013, Bhuyan et al. 2017, Kolář et al. 2017, Bosela et al. 2019, Bottero et al. 2021, Vitasse et al. 2019, Obladen et al. 2021). În Cehia (Hájek et al. 2021), molidul a înregistrat cea mai slabă rezistență la secetă, secondat de fag, în timp ce paltinul de munte, ulmul de munte și mai ales frasinul, s-au comportat mult mai bine. De asemenea, în Olanda, într-o analiză comparativă a rezistenței la secetă, dintre 19 specii de conifere, molidul a prezentat cea mai slabă rezistență, bradul situându-se la polul opus (Song et al. 2021).

Un nivel ridicat al diversității genetice asigură o rezistență (dar și recuperare și reziliență) mai bună a speciilor forestiere la secetă (Isbell et al. 2015, Oliver et al. 2015, Grossiord 2020). Totuși, dintre principalele specii forestiere, la molid s-a obținut cea mai redusă corelație între nivelul de diversitate genetică și rezistența la secetă (Vitali et al. 2018).

În România, cercetări de lungă durată, în suprafețe permanente, privind dinamica creșterilor radiale anuale, lunare, a creșterilor din sezonul de vegetație, momentul declanșării și încheierii creșterilor radiale anuale, folosind benzi de creștere permanente sau auxometre electronice moderne, au fost realizate sub coordonarea domnului dr. Ovidiu Badea (Badea 2008, Badea et al. 2011). Analiza creșterilor radiale lunare în resurse genetice forestiere de fag din România a realizat Budeanu și colaboratorii (2015).

E. Observații fenologice la molid

Fenologia pornirii în vegetație și derularea fenofazelor înfloririi, la molid, au fost analizate anterior în Finlanda (Luomajoki 1993), Norvegia (Mørtvedt Solvin & Steffenrem 2019, Skrøppa & Steffenrem 2019), Rusia (Chen *et al.* 2014), Germania (Schleip *et al.* 2008, Kraus *et al.* 2016), Cehia (Bednářová & Merkllová 2011, Hájková *et al.* 2012), Slovacia (Skvareninová & Snopková 2010), Polonia (Chmura 2006), Canada (Lesser & Parker 2004, Guo *et al.* 2021), România (Teodosiu *et al.* 2005, Pârnuță 2008), etc., în toate studiile concluzionându-se faptul că influența gradientilor geografici ai locului de testare (latitudine, longitudine, altitudine) este decisivă în derularea fenofazelor de

creștere și înflorire. De asemenea, momentul pornirii în vegetație, lungimea sezonului de vegetație, momentul formării mugurelui terminal și perioada de receptivitate a florilor femele, influențate în cea mai mare măsură de condițiile de mediu, au fost influențate într-o măsură mai mică, uneori semnificativă (Nikkanen 2001), și de componenta genetică. Se consideră că debutul și durata fazelor fenologice pot fi utilizate ca indicatori ai schimbărilor climatice (Schleip et al. 2008, Kraus et al. 2016). În sudul Finlandei, în perioada 1963 - 1974, înflorirea începea la data de 15 mai, în timp ce în nord înflorirea începea abia la data de 5 iulie (Luomajoki 1993). În Norvegia (Skrøppa & Steffenrem 2019), testele de proveniență au arătat faptul că există o corelație directă între intrarea timpurie în vegetație și prejudiciile provocate de factori abiotici, fiind de preferat selecția tardivilor, cu toate că aceștia prezintă înălțimi mai mici. De asemenea, s-a constatat o influență semnificativă a componentei genetice (proveniența) asupra momentului pornirii în vegetație și o corelației directă între temperatura din anul recoltării semințelor și pornirea în vegetație a proveniențelor, cel puțin până la vârsta de 9 ani (Mørtvedt Solvin & Steffenrem 2019). În Cehia s-au comparat datele analizelor fenologice anuale din perioada 1991-2009 (Bednářová & Merklová 2011, Hájková et al. 2012) și s-a constatat faptul că, deschiderea mugurilor se produce tot mai devreme. În Germania, Schleip și colaboratorii (2008) au constatat același lucru, debutul sezonului de vegetație tot mai devreme. În Rusia, între puietii proveniți de la o latitudine de 54° și cei de la 66° perioada de creștere a prezentat o diferență de circa 30 zile (Chen et al. 2014). Într-un plantaj instalat în sudul Finlandei, folosind clone din nordul țării, influența provenienței a fost semnificativă, cu o eritabilitate mai mare în privința fenologiei florilor femele decât a celor masculine (Nikkanen 2001). Componenta genetică a jucat un rol semnificativ în derularea fenofazelor de creștere și în Canada (Guo et al. 2021). Tot în Canada, Lesser și Parker (2004) au studiat fazele fenologice ale puietilor de molid proveniți din 127 de surse de semințe și au constatat faptul că, la proveniențele din nord mugurii s-au deschis mai repede comparativ cu proveniențele din sud. În Polonia, într-o cultură comparativă s-a observat faptul că, proveniențele originare de la altitudini mai mici au un sezon de creștere mai lung, o creștere mai mare a lujerului terminal, iar creșterile încetează mai târziu comparativ cu proveniențele originare de la altitudini mai mari (Chmura 2006). În Slovacia, Skvareninová și Snopková (2010) analizând 38 de populații situate altitudinal între 100 m și 940 m au consemnat existența unor diferențe între populații de 7-9 zile în privința începerii fazelor fenologice vegetative și de 2-5 zile în cazul fazelor fenologice generative.

În România, primele studii privind derularea fenofazelor de creștere, înflorire și fructificație la molid, și nu numai, au fost efectuate de Bălănică (1946),

Tomescu (1957, 1967) și Enescu (1975, 1982). Fenofazele de vegetație la molid sunt influențate de climă (temperatură și precipitații) și localizare (altitudine, latitudine și longitudine), precum și de componenta genetică, identificându-se decalaje substanțiale între precocii și tardivii din aceeași populație (Tomescu 1962). Teodosiu și colaboratorii (2005) au realizat o hartă a înmuguririi și înfloririi molidului în diferite zone din munții Carpați (inclusiv Predeal), valabilă pentru anul 2004, iar Pârnuță (2008) a analizat derularea fenofazelor înfloririi în populații naturale de molid (*pyramidalis* și *pendula*), precum și intrarea în vegetație a puietilor, în pepinieră.

Molidul este o specie unisexuat monoică a cărei muguri floriferi de ambele sexe se formează în vara precedentă înfloririi (Pârnuță 2008).

Cercetările privind derularea fenofazelor la arbori sunt importante pentru stabilirea perioadei de maximă dispersie a polenului ortetilor în scopul dispunerii alăturate în viitorul plantaj a clonelor cu înflorire în aceeași perioadă (Budeanu et al. 2016, Apostol et al. 2017). În prezent, pornind de la capacitatea speciilor de plante de a reacționa la schimbarea condițiilor de mediu, fenologia cunoaște un puternic reviriment (Kramer et al. 2000, Chmielewski & Rötzer 2001, Menzel 2002).

F. Plantaje de molid

Una dintre principalele căi de ridicare a productivității pădurilor este folosirea materialelor forestiere de reproducere provenite din surse selecționate (Nanson 2004, White et al. 2007). Semințe cu însușiri ereditare superioare se obțin din rezervații de semințe și din plantaje. Cele mai valoroase surse de semințe par a fi plantajele de clone obținute din descendenții vegetativi ai unor arbori plus sau ai unor clone selecționate, izolate față de surse de polen străin genetic inferior și destinate producerii frecvente și abundente de semințe ameliorate genetic și ușor de recoltat (Șofletea 2005).

Pentru constituirea unui plantaj de generația I trebuie să se deruleze următoarele etape (Zobel & Talbert 1984): selecția arborilor superiori (plus) în interiorul unor populații valoroase, înmulțirea arborilor plus (de obicei prin altoire, punându-se în valoare fenomenele de ciclofizis și topofizis), testarea valorii genetice a arborilor plus și instalarea plantajului.

Preocupările privind înființarea plantajelor au apărut în anul 1958, prin stabilirea unei strategii de acțiune pe termen scurt și lung. În anul 1961, s-a elaborat „Planul de creare a plantajelor de semințe” (Enescu 1982). La nivelul anului 2012, în România existau 14 plantaje de semințe din categoria *Calificat* (în suprafață totală de 78,8 ha). Dintre acestea, 9 sunt plantaje de clone, 4 de

descendențe biparentale și unul de descendențe maternel. Șapte plantaje de clone au fost constituite pentru molidul comun, unul pentru molidul cu coroană îngustă, alte două plantaje (1 clone și 1 descendențe) au fost constituite pentru molid de rezonanță, iar cele patru plantaje full-sib au fost înființate pentru hibridarea intraspecifică dintre molid comun și molid cu coroană îngustă (Pârnuță et. al. 2012). La nivelul anului 2022, aceste plantaje au vârste cuprinse între 26 și 52 ani, cele mai tinere fiind plantajele hibride, *pendula* x molid comun.

G. Micropropagarea *in vitro* a molidului

Multiplicarea *in vitro* a arborilor de molid, prin organogeneză sau embriogeneză somatică, a făcut obiectul a numeroase cercetări. Explantele au fost reprezentate în special de fragmente internodale sau embrioni (Zăpîrțan & Enescu 1993, Dedicova et al. 2011, Hazubska-Przybył et al. 2013, Tikkinen et al. 2018).

Conservarea *ex situ* a resurselor genetice forestiere prin metode biotehnologice se înscrie în obiectivul global de conservare a genelor și de menținere a diversității genetice a speciilor (Ioniță 2009, Dascaluic et al. 2013, Ioniță et al. 2017, 2021). Plantele obținute *in vitro* ar trebui să reprezinte copii fidele ale arborilor din care provin, dar s-a constatat că apar variații (morfologice, fiziologice, etc.), ceea ce ar putea să înlăture un important neajuns al acestei metode de regenerare, legat de îngustarea diversității genetice. Ar rămâne doar inconvenientul legat de costul mai ridicat în comparație cu metodele clasice de regenerare artificială. Palada-Nicolau și Pârnuță (2006) au studiat multiplicarea prin embriogeneză somatică a ideotipului de molid cu coroană îngustă.

Cele mai recente studii au analizat influența luminii, a genotipului, a lungimii telomerilor și a tipului de explant (Aronen et al. 2021, Bueno et al. 2021, Varis et al. 2021), concluzionându-se asupra faptului că mediul de cultură și genotipul influențează semnificativ reușita multiplicării *in vitro* a molidului.

În România, Zăpîrțan și Enescu (1993) au utilizat, pentru inițierea culturilor *in vitro*, material vegetal reprezentat de semințe, plantule de 3 luni și puiți de 3 ani. Dezinfectarea s-a realizat folosind hipoclorit de calciu 5%, cu adaos de Tween 20, pentru o perioadă de timp cuprinsă între 5 minute, pentru materialul prelevat din plantule, mergând până la 20 minute, în cazul materialului prelevat de la puiți de 2-3 ani. Mediul de cultură *in vivo* a fost reprezentat de recipiente în care s-a realizat un amestec egal de perlită și turbă, plantulele fiind acoperite cu pahare transparente pentru a fi protejate de evapotranspirația excesivă (Zăpîrțan & Enescu 1993).

Cercetări laborioase privind multiplicarea asexuată a molidului, în special prin butășire, au fost coordonate de Enescu (1982b, 1987, 1988, 1994).

4. MATERIALUL ȘI METODELE DE CERCETARE

Cercetările au necesitat atât lucrări de teren cât și analize de laborator. S-au derulat următoarele investigații:

a) Reevaluarea tuturor celor 25 de populații alese de Pârnuță (2008), selecția, măsurarea și materializarea în teren a arborilor de molid cu coroană îngustă și culegerea datelor necesare pentru includerea populațiilor care îndeplineau condițiile în categoria resurselor genetice forestiere (RGF).

b) Efectuarea de măsurători în cele 5 culturi comparative full-sib asupra principalelor caractere fenotipice: înălțimea arborilor, creșterea din ultimul an, diametrul la 1,30 m, înălțimea până la prima ramură verde, diametrul coroanei, numărul de ramuri din verticil, grosimea și finețea ramurilor.

c) Efectuarea de măsurători în cele 2 culturi comparative half-sib, vizând aceleași caractere descrise mai sus.

d) Efectuarea unor teste de rezistența lemnului.

e) Monitorizarea creșterilor radiale lunare, în populația naturală Predeal.

f) Observații fenologice în populația naturală de molid Predeal.

g) Analiza plantajului de molid cu coroană îngustă existent (Soveja).

h) Multiplicarea vegetativă (altoire) și înființarea unui plantaj de molid *pendula*.

i) Micropropagarea *in vitro* a molidului cu coroană îngustă.

4.1. Selecția populațiilor și a arborilor de molid cu coroană îngustă

Molidul cu coroană îngustă se compune din două forme/varietăți (foto 1), prima având ponderea cea mai mare (peste 80%):

- *Picea abies* (L.) Karst. f. *pendula* (Lawson) Sylven, cu ramurile de ordinul I subțiri și pendente;

- *Picea abies* var. *columnaris* (Jacq.) Carr., cu ramurile scurte și orizontale;

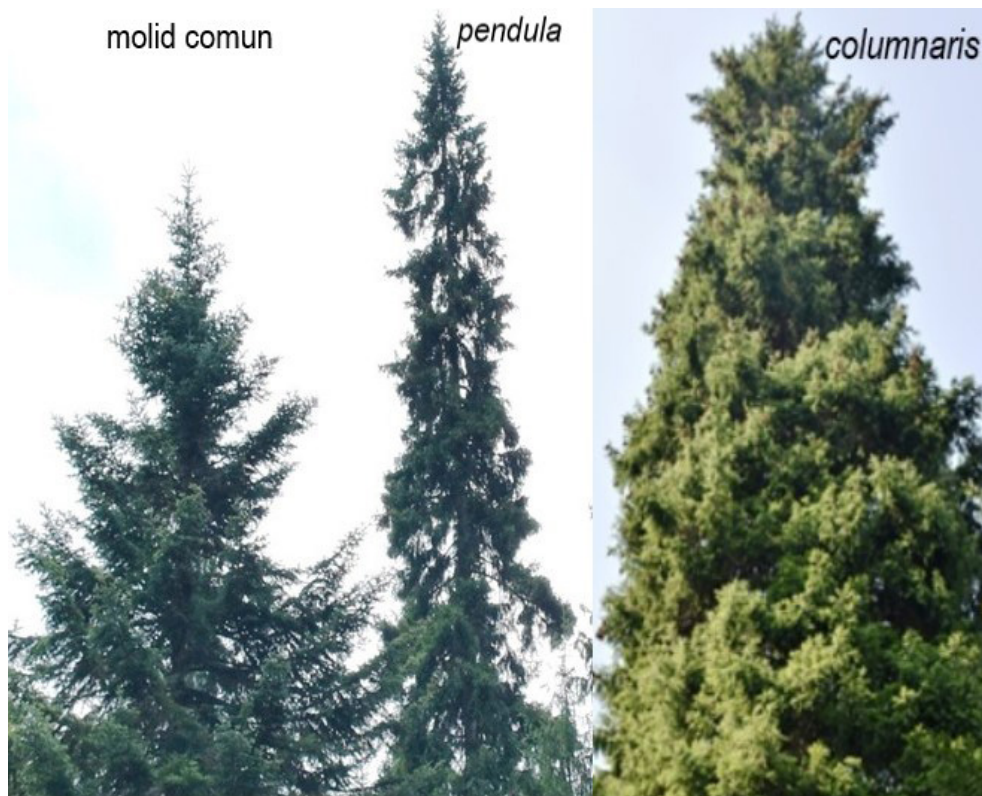


Foto 1. Molidul comun (piramidal, stânga), *pendula* (centru) și *columnaris* (dreapta).

Cercetările coordonate de Pârnuță s-au concretizat prin selecția a 455 arbori de molid cu coroană îngustă (forma *pendula* și var. *columnaris*) în 25 de populații localizate în toate diviziunile Carpaților României (Tabelul 1), cele mai multe fiind situate în munții Apuseni (Pârnuță 2008). Aceste populații au reprezentat materialul de plecare în acțiunea de constituire de RGF pentru conservarea *in situ* a molidului cu coroană îngustă, respectiv etapa de explorare.

O RGF se compune din nucleu, zona strict protejată, precum și dintr-o zonă tampon care înconjoară și protejează nucleul. Pentru constituirea de RGF de molid cu coroană îngustă trebuie să fie îndeplinite anumite condiții (Pârnuță et al. 2011). Ca reguli generale, nucleul RGF trebuie să aibă o suprafață de minimum 10 ha. Însă, ideotipul de molid cu coroană îngustă încadrându-se la categoria de specii rare sau periclitate, singura condiție care se aplică este legată de existența în populație a minimum 15 arbori neînrușiți (EUFORGEN 2009, EUFGIS 2010).

Tablelul 1. Localizarea populațiilor (Pârnuță 2008) dintre care s-au ales RGF

Zona geografică (Diviziunea Carpaților)	Județul	Coordonate Lat./Long./Altitudine	Denumire populație	Nr. arbori molid cor. îngustă (1991)
Munții Apuseni	Bihor	46°22'/22°40'/1200 m	Stâna de Vale I	37
Munții Apuseni	Bihor	46°22'/22°40'/1175 m	Stâna de Vale II	11
Munții Apuseni	Bihor	46°22'/22°40'/1225 m	Stâna de Vale III	13
Munții Apuseni	Cluj	46°38'/22°58'/1250 m	Cheile Someșului	30
Munții Apuseni	Cluj	46°38'/22°58'/1200 m	Izbuc I	30
Munții Apuseni	Cluj	46°38'/22°58'/1275 m	Izbuc II	30
Munții Apuseni	Bihor	46°30'/22°38'/1050 m	Cetățile Ponorului	52
Munții Apuseni	Alba	46°28'/23°09'/1250 m	Pârâul Pânzelor	20
Munții Apuseni	Alba	46°35'/22°45'/1200 m	Vulturu	5
Munții Apuseni	Cluj	46°33'/23°10'/1600 m	Dumitreasa	39
Munții Apuseni	Cluj	46°34'/23°12'/1515 m	Dobrinu	30
Meridionali nordici	Hunedoara	45°25'/23°05'/1700 m	Stâna de Râu	5
Munții Banatului	Caraș-Severin	44°55'/22°00'/600 m	Bozovici	15
Meridionali nordici	Alba	45°40'/23°50'/1600 m	Stânișoara	14
Meridionali nordici	Sibiu	45°35'/23°55'/1700 m	Oncești	21
Meridionali sudici	Argeș	45°25'/25°07'/1310 m	Clăbucet	1
Meridionali sudici	Argeș	45°25'/25°13'/1175 m	Dealul Sasului	1
Carpații de Curbura	Brașov	45°28'/25°33'/1100 m	Poliștoaca	9
Carpații de Curbura	Dâmbovița	45°23'/25°25'/1675 m	Horoaba	6
Carpații de Curbura	Dâmbovița	45°23'/25°25'/1625 m	Peștera	3
Orientali (Giurgeu-Ciuc)	Mureș	46°50'/25°12'/1160 m	Șandra	46
Orientali estici	Suceava	47°27'/25°04'/935 m	Cucureasa	12
Orientali estici	Suceava	47°22'/25°40'/1075 m	Pădurea Slătioara	5
Orientali vestici	Maramureș	47°36'/24°53'/1250 m	Prislop	3
Orientali vestici	Maramureș	47°40'/24°54'/1400 m	Cislișoara	17

Etape de eșantionare a constat în verificarea în teren a celor 25 de populații, iar acelea care nu au fost supuse anterior unor tratamente urmate de regenerarea naturală sau artificială, pentru care s-a primit acordul administratorului sau al

proprietarului și care au îndeplinit condiția de existență a minimum 15 arbori de molid cu coroană îngustă, au fost selecționate. În continuare, s-a trecut la ultima etapă, descrierea lor, măsurarea și materializarea în teren a arborilor de molid cu coroană îngustă. În final s-a întocmit o fișă de evidență a RGF și s-au semnat procese-verbale cu administratorii pădurilor respective. Detalii suplimentare despre derularea unei etape de constituire a unei RGF se găsesc în Instrucțiunile Tehnice privind Managementul Durabil al RGF (Pârnuță et al. 2011, pp. 509-520).

4.2. Culturile comparative de descendențe biparentale

Analiza comparativă a performanțelor de creștere și adaptare ale molidului cu coroană îngustă, ale molidului piramidal și ale combinațiilor dialele (complet și factorial) dintre cele două forme, s-a efectuat în 5 culturi comparative de descendențe biparentale (Comandău, Ilva Mică, Lepșa 1, Lepșa 2 și Voineasa) instalate în anul 1996 (Figura 1). Trei arbori de molid cu coroană îngustă și trei arbori de molid cu coroană normală au fost aleși în populația Stâna de Vale (în anul 1990) și s-au efectuat polenizări controlate, în sistem dialel complet ($P \times P$ și $N \times N$) și factorial ($P \times N$ și $N \times P$) între aceștia. În anul 1991 (Octombrie) s-au recoltat conurile obținute din polenizări controlate precum și conuri obținute din polenizări libere, de pe aceeași arbori, pentru compararea descendențelor materne cu cele biparentale (Pârnuță 2008).

Populația Stâna de Vale, acolo unde există numeroase exemplare de molid cu coroană îngustă, este administrată de către O.S.P. Sfânta Maria și face parte din UP II Stâna de Vale, molidul *pendula* fiind identificat în parcelele 18-33, reprezentativă fiind subparcelela 21B (Amenajamentul UP II 2018).

Cele 5 culturi comparative au fost instalate în primăvara anului 1996, în arealul natural al molidului, într-o gamă largă de condiții de mediu, astfel: în trei diviziuni ale Carpaților, în patru regiuni de proveniență, la altitudini cuprinse între 620 m și 1400 m, în trei etaje fitoclimatice. Amplitudinea pe latitudine este de 2° iar pe longitudine de aproape 3° (Figura 1 și tabelul 2). În toate culturile comparative, dispozitivul experimental este de tip blocuri randomizate cu 4 repetiții și 3-9 arbori per parcelă unitară, iar distanța de plantare este de 2,5 m x 2,5 m. În fiecare cultură s-au introdus 38-41 variante, dintre care 6 sunt familii liber polenizate (3 *pendula* și 3 normal) iar 32-35 sunt încrucișări în dialel complet și factorial între arbori de molid *pendula* și *pyramidalis*, inclusiv consangvini (Budeanu et al. 2019b, 2020).



Figura 1. Originea familiilor și hibrizilor (Stâna de Vale) și localizarea culturilor comparative

Tabelul 2. Localizarea și condițiile de mediu din fiecare cultură

Cultura	Altitudine	Expoziție / Înclinare	Tip de sol / Bonitatea stațiunii	Tma (°C) / P (mm)	Regiunea de proveniență
Comandău	1020 m	Nordică / 16°	disticambosol / S	4.8 / 880	B120
Lepșa 1	620 m	- / teren plan	eutricambosol / S	7.6 / 730	B230
Lepșa 2	780 m	- / teren plan	disticambosol / M	6.4 / 815	B230
Ilva Mică	720 m	- / teren plan	disticambosol / M	5.2 / 850	A120
Voineasa	1400 m	Nord-estică / 24°	Podzol / M	4.0 / 1000	C210

Notă: Bonitatea stațiunii (superioară = S, mijlocie = M); Tma = temperatura medie anuală, P = precipitații anuale.

În toate experimentele, în toamna anului 2018 și primăvara anului 2019 (după 23 de sezoane de vegetație), s-au măsurat principalele caractere fenotipice: diametrul la 1,30 m (Dbh), înălțimea arborilor (Th), creșterea în înălțime din ultimul an, diametrul coroanei, grosimea ramurilor, numărul de ramuri din verticil și s-a stabilit procentul de supraviețuire. Ulterior, la birou, s-au mai calculat și alte caractere: volumul arborilor (folosind procedeul ecuației de regresie a volumului, Giurgiu et al. 2004), zveltețea arborilor ($Th \times Dbh^{-1} \times 100$) și finețea ramurilor (raportând grosimea ramurii la diametrul trunchiului de sub verticilul din care face parte ramura).

Prelucrarea statistică a datelor s-a realizat folosind modelul dialel modificat (Griffing 1956), metoda 3, modelul 1 (Nduwumuremyi *et al.* 2013). Influența locului de testare, a Capacității Generale și Specifice de Combinare (CGC, CSC), efectele materne și reciproce s-au determinat folosind Griffing Multienvironment RCBD metoda 3, modelul 1 (Griffing 1956). Eritabilitatea în sens restrâns (aditivă) s-a calculat folosind formula propusă de Kribel și colaboratorii (1972):

$$h_A^2 = \frac{2\sigma_{CGC}^2}{2\sigma_{CGC}^2 + \sigma_{CSC}^2 + \sigma_M^2 + \sigma_R^2 + \frac{\sigma_e^2}{k}}$$

în care σ_{CGC}^2 , σ_{CSC}^2 sunt varianțele CGC și CSC iar σ_M^2 , σ_R^2 și σ_e^2 sunt varianțele atribuite efectelor materne, reciproce și de mediu (eroarea), în timp ce k reprezintă numărul de repetiții.

Câștigul genetic a fost calculat în funcție de eritabilitate, intensitatea selecției și ecartul fenotipic (Șofletea 2005, Pârnuță 2010). S-au calculat și corelații între caracterele analizate, la nivel de formă de coroană. S-a analizat comportarea în timp a diferitelor combinații prin corelații age-to-age și s-a analizat heterozisul hibridilor P x P prin raportarea valorilor medii ale hibridilor la media părinților.

4.3. Culturile comparative de descendențe materne

Analiza comparativă a performanțelor de creștere și adaptare ale molidului cu coroană îngustă și ale molidului piramidal (forma clasică de coroană) s-a realizat în culturile comparative de descendențe materne Măneciu și Soveja, instalate în luna aprilie a anului 1994.

Dintre cele 8 proveniențe testate la Măneciu și Soveja, 5 provin din munții Apuseni, zona cea mai cunoscută în privința distribuției molidului cu coroană îngustă (Pârnuță 2008), în timp ce, celelalte 3 proveniențe reprezintă fiecare câte o diviziune a Carpaților României (Tabelul 3).

Tabelul 3. Originea proveniențelor testate și codificarea descendenților în cele 2 teste

Proveniența	Județ	Reg. prov. / altitudine (m)	Ocolul Silvic / UP / u.a.	Coduri unice în culturi					
				Pendula			Normal		
1. Stâna de Vale I	Bihor	E220 / 1200	Sfânta Maria / II / 18A,21B,22	1	2	3	25	26	27
2. Stâna de Vale III	Bihor	E220 / 1225	Sfânta Maria / II / 32A,B,33C	4	5	6	28	29	30
3. Izbuc I	Cluj	E310 / 1200	Beliș / II / 24A-31A	7	8	9	31	32	33
4. Izbuc II	Cluj	E310 / 1275	Beliș / II / 16A,21B,22A,23B	10	11	12	34	35	36
5. Cetățile Ponorului	Bihor	E220 / 1050	Sudrigiu / II / 133,151D	13	14	15	37	38	39
6. Bozovici	Carăș-Severin	D240 / 600	Bozovici / II / 117A	16	17	18	40	41	42
7. Horoaba	Dâmbovița	B210 / 1675	Ialomicioara / V / 54C,57A	19	20	21	43	44	45
8. Cucureasa	Suceava	A210 / 935	Dorna Candrenilor / III / 388A,388B	22	23	24	46	47	48

Reg. prov.- regiunea de proveniență; UP- unitate de producție; u.a.- unitate amenajistică;

Codificare: 1-24= *pendula*, 25-48= *pyramidalis*.

Cu excepția populației artificiale de la Bozovici, celelalte populații sunt situate la altitudini de peste 900 m, ajungând chiar la 1675 m, în zona Peștera din munții Bucegi. La nivelul anului 2018, populația artificială nu mai există, în timp ce, în toate celelalte populații naturale există nuclee de molid cu coroană îngustă, în special forma *pendula*, dar și câteva exemplare de molid columnar.

Dispozitivul experimental, în ambele culturi comparative, este de tip blocuri randomizate cu 4 repetiții și 4 - 12 arbori / parcelă unitară, plantați la schema de 2 x 2 m. Fiecare dintre cele 8 proveniențe fiind reprezentată în cele două culturi comparative prin descendenții rezultați din semințe recoltate din câte 3 arbori de molid *pendula* și 3 arbori de molid comun (Tabelul 3).

Cultura comparativă Măneciu a fost instalată în perioada 1-5 aprilie 1994, în cadrul ocolului silvic Măneciu, în UP IV Suzana, u.a. 69V, pe o suprafață de 1,1 ha. Condițiile de biotop sunt favorabile molidului, astfel:

- etajul montan de amestecuri, cultura fiind amplasată la altitudinea de 930 m, optimă pentru molid (Șofletea & Curtu 2007);

- roca mamă: gresii, marne;

- relief: versant inferior, ondulat, cu expoziție sudică (suboptimă pentru molid) și înclinare 10G;

- tipul de stațiune este 3.3.2.1. (montan de amestecuri Bm, eutricambosoluri edafic mijlocii cu *Asperula-Dentaria* ± acidofile, Dănescu et al. 2010);

- tipul natural de pădure este 411.1 (făget normal cu floră de mull, Ps);
- tipul de sol este 3101 (eutricambosol tipic);
- clima: temperatura medie anuală este de 6°C, luna cea mai rece este ianuarie (-4°C, media) iar cea mai caldă este iulie (16°C, media); cantitatea medie anuală de precipitații: 880 mm (amenajamentul UP IV Suzana, 2008);
- regiunea de proveniență B2, Carpații de curbură (Pârnuță et al. 2010).
- tipul de proprietate: privată, persoane fizice.

Cultura comparativă Soveja a fost instalată la data de 8 aprilie 1994 în cadrul ocolului silvic Soveja, în UP II Soveja, u.a. 37V, pe o suprafață de 0,8 ha. Cultura este situată în optimul ecologic al molidului (altitudinal), în condiții staționale suboptime:

- în etajul montan de amestecuri (FM2), cultura fiind amplasată la altitudinea de 980 m, optimă pentru molid (Șofletea & Curtu 2007);
- roca mamă: gresii și marne;
- relief: versant mijlociu ondulat, expoziție nordică (optimă pentru molid), înclinare 16G;
- tipul de stațiune 3.3.2.0.: Montan de amestecuri Bi, districambosoluri ± litice edafic mici cu *Asperula-Dentaria* ± acidofile (Dănescu et al. 2010);
- tipul natural de pădure 134.1: Amestec de rășinoase și fag pe soluri scheletice (m);
- tipul de sol 3201: districambosol tipic;
- clima: temperatura medie anuală este de 5.5°C, luna cea mai rece este ianuarie (-4.5°C, media) iar cea mai caldă este iulie (14.7°C, media); cantitatea medie anuală de precipitații: 926 mm (amenajamentul UP II Soveja, 2012);
- regiunea de proveniență B220- Carpații de curbură (clina exterioară), păduri de amestec de fag cu rășinoase (Pârnuță et al. 2010);
- tipul de proprietate: publică a statului Român.

În ambele experimentele, la sfârșitul anului 2018 s-au măsurat principalele caractere fenotipice: diametrul la 1,30 m (Dbh), înălțimea arborilor (Th), creșterea în înălțime din ultimul an, diametrul coroanei, grosimea ramurilor, numărul de ramuri din verticil și s-a stabilit procentul de supraviețuire. Ulterior, la birou, s-au mai calculat: volumul arborilor (folosind procedeul ecuației de regresie a volumului, Giurgiu et al. 2004) și zveltețea arborilor ($Th \times Dbh^{-1} \times 100$).

Influența locului de testare, a formei de coroană, a provenienței și a familiilor (precum și a interacțiunilor dintre acești factori) a fost evidențiată prin aplicarea testului ANOVA factorial, iar la nivelul fiecărei culturi, varianța totală a fost separată în varianța de mediu (repetiția), varianța genetică (forma de coroană din interiorul provenienței) și varianța reziduală, prin aplicarea testului ANOVA

(efectul mediilor).

În scopul recomandării unor familii, luând în calcul trei caractere care au fost considerate cele mai importante pentru stabilitatea molidişurilor, respectiv diametrul coroanei, zvelteţea arborilor și grosimea ramurilor, s-au acordat punctaje celor 8 provenienţe *pendula* și 8 piramidal, de la +8 la -8 (+8 fiind rezultatul cel mai favorabil, în cazul de față valorile cele mai reduse pentru cele 3 caractere; în cazul în care mai multe provenienţe prezentau valori egale pentru un caracter punctat, s-a acordat tuturor punctajul cel mai mare corespunzător treptei la care s-a ajuns). În testul Soveja, din cauza valorilor mai reduse obținute pentru caracterele de creștere, în clasamentul provenienţelor/forme, pe lângă cele trei caractere care au fost considerate cele mai importante pentru stabilitatea molidişurilor (diametrul coroanei, zvelteţea arborilor și grosimea ramurilor), s-a mai introdus în ecuație și un caracter cantitativ, respectiv volumul arborilor.

În scopul fundamentării unei strategii de ameliorare (forward selection) bazate pe asigurarea stabilității pădurilor de molid și încercând ameliorarea simultană a cât mai multor caractere, tot în acest studiu s-au analizat corelațiile fenotipice dintre caracterele studiate.

Trebuie menționat faptul că, atât în culturile comparative de descendențe materne, cât și în cele de descendențe biparentale, au fost mășurați toți arborii (6456), volumul de muncă necesar pentru culegerea datelor din teren fiind uriaș. Se adaugă și prelevarea de material biologic pentru testele de rezistența lemnului (butuci și carote), multiplicarea *in vitro*, precum și recoltarea de lujeri altoi, despre care se va vorbi în continuare.

4.4. Teste de rezistența lemnului

Analiza comparativă a rezistenței lemnului de molid comun și molid cu coroană îngustă s-a realizat atât la arbori pe picior (în populația Coșna, Suceava), cât și folosind epruvete prelevate dintr-o populație matură (Stâna de Vale), precum și din descendenții acesteia (stadiul juvenil) testați în cultura comparativă Comandău.

Testarea rezistenței lemnului pe picior (rezistența la torsiune) s-a realizat cu ajutorul Rezistografului. Utilizarea rezistografului reprezintă o metodă nedistructivă de analiză a calității interioare a lemnului pe picior și a structurilor din lemn (Rinn et al. 1996, Isik & Li 2003, Ukrainetz & O'Neill 2010, Gao et al. 2017). Aparatul folosește un burghiu cu diametrul de 3 mm acționat de un motor electric, alimentat de la o baterie reîncărcabilă și măsoară rezistența lemnului la penetrare, corespunzătoare adâncimii găurii. Burghiul avansează rotindu-se la viteză constantă. Cuplul necesar pentru a menține viteza de pătrundere

a burghiului constantă corespunde rezistenței lemnului și este înregistrat pe o diagramă (Lear 2005, Câmpu 2018, Vlad et al. 2018). Vârfurile variației de pe diagramă corespund rezistențelor și densităților mari, în timp ce, punctele joase de pe diagramă sunt asociate cu rezistență și densitate redusă. Rezistența la înaintarea burghiului a fost măsurată la 10 arbori de molid *pendula* și 10 *pyramidalis*, la înălțimea de 1,30 m, folosind Rezistograful IML RESI F500-S. Lucrările de teren s-au desfășurat în trupul de pădure Coșna (O.S. Dorna Candrenilor, UP III Coșna, u.a. 388A,B) (Budeanu et al. 2019c). Recent, proveniența de molid Dorna Candrenilor s-a situat pe primul loc (din 45) într-un test comparativ (la 32 ani) derulat în Letonia, în privința volumului arborilor (Zeltinš et al. 2019).

Din două populații naturale (Păltiniș și Izbuc), distribuite în două diviziuni ale Carpaților României, Meridionali și Occidentali (munții Apuseni), și din trei culturi comparative (Comandău, Măneciu și Soveja), s-au prelevat carote folosind burghiul Pressler, în scopul determinării densității convenționale a lemnului, dar și pentru analiza comparativă a creșterilor radiale anuale, a lemnului timpuriu și târziu, la cele două forme de molid, precum și în scopul corelării creșterilor cu factorii climatici. Carotele, câte 30 pentru fiecare formă de coroană de molid din fiecare populație și într-un număr de minim una per familie/combinație dintr-o repetiție, au fost extrase de la înălțimea de 1,30 m. Densitatea convențională a lemnului a fost determinată folosind metodologia elaborată de Dumitriu-Tătăranu și colaboratorii, în anul 1983. Pentru determinarea creșterilor radiale, carotele au fost lăsate la uscat o perioadă, la temperatura camerei, apoi au fost șlefuite cu diferite granulații până când inelele anuale erau vizibile chiar și cu ochiul liber. După această etapă, carotele au fost scanate utilizându-se scannerul Epson Expression 12.000 XL, iar măsurarea și crossdatarea lor s-a realizat cu ajutorul programelor CoRecorder, Cdendro (Cybis Elektronik 2020), precum și prin utilizarea pachetului de lucru dpLR, din programul R (Bunn et al. 2018).

Pentru testarea rezistenței lemnului de molid s-au determinat unele proprietăți mecanice, pe epruvete standard obținute din probe de lemn rotund de molid comun (molid piramidal) și molid cu coroană îngustă, prelevate atât dintr-o populație matură cât și dintr-o populație tânără compusă din descendenții populației mature. Probele de molid, populație matură, au fost prelevate din trupul de pădure Stâna de Vale, județul Bihor (altitudine 1200 m, 46°41' latitudine nordică, 22°38' longitudine estică), iar probele de molid, populație tânără, au fost prelevate din cultura comparativă Comandău, județul Covasna (altitudine 1020 m, 45°42' latitudine nordică, 26°18' longitudine estică). În populația Stâna de Vale, deoarece la înălțimea de 1,30 m arborii aleși prezentau putregai, s-au prelevat probe de la o înălțime de cca. 5 m, corespunzătoare unei vârste de 130 ani. Determinările de laborator au confirmat vârsta exemplarelor de molid cu

coroană îngustă, în schimb, pentru butucul de molid normal s-a determinat o vârstă puțin mai mică, 105 ani.

Proprietățile mecanice determinate au fost:

1. Modulul de elasticitate și rezistența la încovoiere statică,
2. Rezistența la compresiune paralelă cu fibrele lemnului,
3. Rezistența la forfecare paralelă cu fibrele lemnului.

Lucrările de laborator au avut următoarea succesiune:

- Debitarea probelor de lemn rotund în prisme,
- Stivuirea și depozitarea sortimentelor în vederea uscării,
- Debitarea sortimentelor uscate în epruvete standard,
- Testarea epruvetelor,
- Prelucrarea datelor și interpretarea rezultatelor.

Determinarea modulului de elasticitate și a rezistenței la încovoiere statică, pe epruvete de mici dimensiuni fără defecte, s-a realizat în conformitate cu STAS 337/2-89, SR ISO 3349:2008, respectiv SR ISO 3133:2008.

Determinarea rezistenței la compresiune paralel cu fibrele, pe epruvete de mici dimensiuni, fără defecte, s-a realizat conform SR ISO 3787:2008.

Determinarea rezistenței lemnului la forfecare paralelă, pe epruvete de mici dimensiuni, fără defecte, s-a realizat conform SR ISO 3347:2008. Epruvete cu formă și dimensiuni caracteristice sunt supuse unei sarcini de compresiune aplicate cu viteză constantă, paralel cu fibrele lemnului (pe direcție radială sau tangențială), până la rupere.

4.5. Monitorizarea creșterilor radiale lunare, în populația naturală de molid Predeal

Populația de molid de la Predeal (valea Poliștoaca) se află în administrarea ocolului silvic Brașov, fiind încadrată în UP X Predeal, în unitățile amenajistice 61A și 69A%, pe o suprafață de 17,0 ha. Pentru zona analizată, conform indecis.eu, s-a înregistrat, în intervalul 1951 - 2020, o temperatură medie anuală de 6,5°C și o medie anuală a precipitațiilor de 924 mm. În ultimii 10 ani, temperatură medie anuală a crescut la 7,4°C, iar media anuală a precipitațiilor a scăzut la 836 mm (Figura 2, www.indecis.eu).

În populația Predeal, la începutul anului 2019, pe zece dintre cei 14 arbori *pendula* (Foto 2) și zece vecini *pyramidalis*, asemănători dimensional (perechi, după materializarea unui arbore *pendula* se căuta cel mai apropiat *pyramidalis*, asemănător dimensional), repartizați pe categorii de diametre, în intervalul 60 - 86 cm, au fost instalate benzi de creștere permanente, la înălțimea de 1,30 m,

benzi ce au fost citite la intervale de 30 de zile în repausul vegetativ, respectiv din 15 în 15 zile, în sezonul de vegetație.

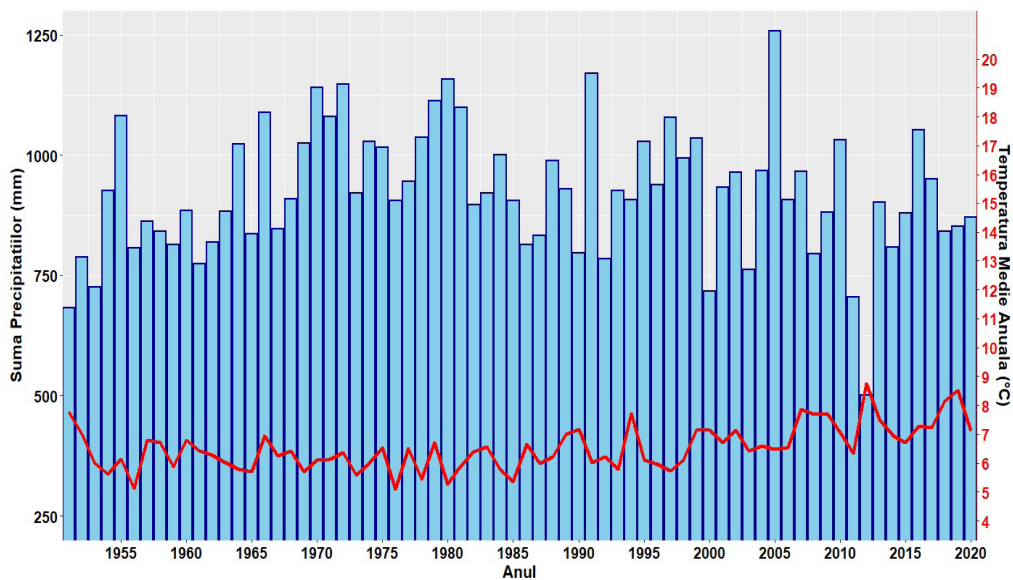


Figura 2. Dinamica multianuală a temperaturilor și precipitațiilor în zona analizată (www.indecis.eu).

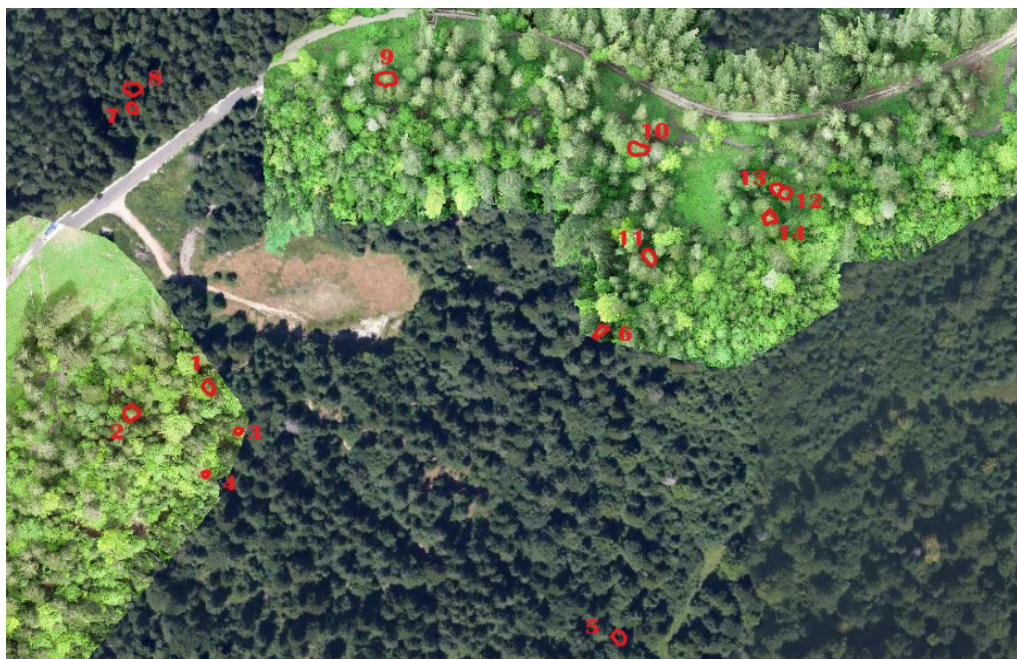


Foto 2. Poziția și numărul unic al arborilor *pendula* din populația Predeal.

4.6. Observații fenologice în populația naturală de molid Predeal

Cercetările privind derularea fenofazelor la arbori sunt importante pentru stabilirea perioadei de maximă dispersie a polenului în scopul dispunerii alăturate în viitorul plantaj a clonelor cu înflorire în aceeași perioadă (Budeanu et al. 2016, Apostol et al. 2017). Gradul ridicat de adaptabilitate al arborilor la schimbările climatice a condus la un puternic reviriment al fenologiei (Menzel 2002).

Folosind metodologia utilizată anterior de Pârnuță (2008), dar și manualul ICP Forests (Beuker et al. 2016), observațiile fenologice asupra creșterilor și înfloririi din sezoanele de vegetație 2021 și 2022 s-au concentrat asupra a zece arbori de molid *pendula* și zece vecini *pyramidalis*, asemănători dimensional, aleși în populația Predeal. Periodic s-au efectuat și zboruri cu drona pentru a încerca să optimizăm cât mai mult datele culese folosind binoclul.

Metodologia folosită anterior de Pârnuță (2008), parte preluată din Lines (1967), presupune înregistrarea unor indici, atât în privința creșterilor cât și a fenofazelor înfloririi. Astfel, pentru creșteri s-au folosit următorii indici (0-5): 0- muguri neporniți (repaus); 1- muguri care abia încep să se umfle; 2- muguri umflați, încep să se deschidă, dar solzii sunt necăzuți; 3- muguri deschiși, acele se văd bine dar solzii nu au căzut complet; 4- acele sunt complet libere, solzii căzuți; 5- lujer care începe să se alungească. Fenofazele sistemului reproducător au fost urmărite după o scală de evoluție a înfloririi, respectiv antezei și momentul optim de receptivitate a strobililor femeli, utilizând următorii indici (0-5): 0- muguri neporniți în vegetație; 1- muguri care abia încep să se umfle; 2- muguri umflați (de circa 1 cm), cu solzii necăzuți; 3- floare masculă complet dezvoltată (de circa 2 cm) cu solzi căzuți (începutul de zbor al polenului), respectiv strobil femel complet dezvoltat, cu solzi nedeschiși; 4- floare masculă matură (zborul polenului), respectiv strobil femel cu solzii deschiși (momentul optim de receptivitate); 5- sfârșitul de zbor al polenului florilor masculine, respectiv sfârșitul receptivității strobililor femeli (solzii apropiați) (Lines 1967, Pârnuță 2008).

Manualul ICP Forests (Beuker et al. 2016) recomandă selecția a cel puțin 10 arbori per specie, arbori dominanți sau codomanți, cu vizibilitate bună cel puțin asupra treimii superioară a coroanei și existența posibilității de a efectua toate observațiile fenologice din același punct. Metodologia ICP Forests recomandă ca la cel mult 7 zile să se desfășoare observații, în perioada critică (după umflarea mugurilor). Fișa de teren a inclus și mai multe coduri decât cele folosite de Pârnuță (2008), astfel (Beuker et al. 2016):

- faze fenologice (-, 1-3): - = repaus, 1- apariția acelor, 2- dezvoltarea lujerilor, 3- înflorirea;

- scor eveniment (1-5, creșteri, plus 6 și 7 pentru înflorire) sau frecvență faze fenologice: 1- lipsă, 2- frecvență redusă (sub 33%), 3- frecvență moderată (33-66%), 4- abundent (66-99%), 5- complet (>99%), 6- lipsă flori, 7- flori prezente (7.1- dispersat, 7.2- moderat, 7.3- abundent);

- partea observată a coroanei: 1- treimea superioară, 2- treimea mijlocie, 3- treimea superioară și mijlocie, 4- toată coroana, 5- toată coroana, inclusiv ramurile lacome de pe trunchi;

- expoziția părții observate a coroanei: 1: nordică, 2: nord-estică, 3: estică, 4: sud-estică, 5: sudică, 6: sud-vestică, 7: vestică, 8: nord-vestică, 9: toate;

- direcția de observare: 1- de sus, 2- de la înălțimea coroanei, 3- de jos;

- metoda de observare: 1- apreciere vizuală, folosind binoclul, 2- cu camere digitale, 3- ambele (Beuker et al. 2016).

4.7. Analiza plantajului de molid cu coroană îngustă existent (Soveja)

Ultimele cercetări în domeniu recomandă, în cazul speciilor principale, folosirea unui număr mare de clone (60 – 80) originare dintr-o singură regiune de proveniență (Liesebach et al. 2021). Este lesne de înțeles faptul că, atunci când ne dorim clonarea unei varietăți/forme intraspecifice cu număr redus de exemplare ajunse la vârste foarte înaintate, aceste condiții nu pot fi îndeplinite. În această situație se poate realiza doar un plantaj de proveniențe (Pc.P, Pârnuță et al. 2012). Totuși, condiția legată de existența unui număr de minimum 20 clone (cu o medie de 20-25 rameți/ clonă) în viitorul plantaj trebuie îndeplinită.

Plantajul Giurgea (Soveja, județul Vrancea, cod unic: PS-MO-VN94) a fost instalat în primăvara anului 1994, ca o colecție clonală de genitori de molid cu coroană îngustă (Pârnuță 2008, Pârnuță et al. 2012). Plantajul este administrat de către Ocolul Silvic Soveja și este localizat în UP I, u.a. 1Z, pe o suprafață de 2,7 ha. Aici au fost plantați rameți ce aparțin la un număr total de 125 clone, din 10 proveniențe localizate în 6 regiuni de proveniență diferite, iar distanța de plantare a fost de 4 x 4 m (Pârnuță 2008). Cele șase regiuni de proveniență reprezentate în plantaj sunt: A2 (Carpații Orientali Estici), C1 (Carpații Meridionali Nordici), C2 (Carpații Meridionali Sudici), E2 (Munții Apuseni Vestici), E3 (Munții Apuseni Estici) și F2 (Podișul Transilvaniei). Așadar, conform legislației în vigoare, plantajul poate oferi material seminologic genetic ameliorat pentru toate aceste regiuni, inclusiv pentru regiunea B2 (Carpații de Curbură, clina exterioară), acolo unde este localizat plantajul.

La nivelul anului 2022, la 28 de ani de la instalare, analiza stării actuale și a oportunității menținerii acestui plantaj au urmărit:

- procentul de supraviețuire al clonelor din plantaj, în scopul stabilirii

nivelului de diversitate genetică al plantajului;

- periodicitatea fructificației și cantitățile de semințe recoltate;
- starea fito-sanitară și necesitatea propunerii unor intervenții silvo-tehnice: tăieri de igienă, reducția fusului, tăieri de stimulare a fructificației, etc.

4.8. Multiplicarea vegetativă și înființarea unui plantaj de molid *pendula*

Multiplicarea vegetativă prin altoire (clonarea) presupune derularea următoarelor activități (Budeanu et al. 2021b):

1. pregătirea puieților portaltoi;
2. selecția arborilor plus și recoltarea altoaielor;
3. derularea acțiunii de altoire;
4. îngrijirea puieților altoiți.

Este necesar ca puieții portaltoi să fie originari din regiunea de proveniență unde va fi instalat plantajul, iar cu un an înainte de altoire aceștia trebuie repicați în punși din polietilenă. Repicarea se realizează în perioada de repaus vegetativ. Puieții portaltoi trebuie să îndeplinească anumite condiții de înălțime, diametru, distanță între verticile și stare de sănătate. Un diametru de minimum 7 mm este indicat pentru zona de alipire a altoiului pe portaltoi. Până la debutul campaniei de altoire puieții sunt îngrijiți în pepinieră, iar la debutul sezonului rece sunt mutați într-un solar încălzit. Atunci când cei mai precoce puieți semnaleză debutul sezonului bioactiv începe pregătirea zonei de pe tulpină unde se va realiza alipirea, de regulă pe a 2-a sau a 3-a creștere, prin îndepărtarea acelor, dar și reducerea coroanei, mai ales sub zona de altoire. Intervalul optim de altoire ține din momentul umflării mugurilor și până când creșterea anuală (verde deschis) este vizibilă (Blada & Panea 2011, Budeanu et al. 2021b).

Protocolul de lucru pentru recoltarea lujerilor altoi (Enescu 1972, Șofletea 2005, Mazăre 2008, Blada & Panea 2011) presupune ca aceștia să provină din arbori superiori (arbori plus, identificați prin selecție fenotipică), maturi sexual, iar altoaietele, reprezentate de lujerii anuali, să prezinte muguri bine dezvoltate, nevătămate. Grosimea lujerilor altoi trebuie să fie aproximativ egală cu diametrul puiețului portaltoi, în zona de grefare, dar nu mai mare. Este obligatoriu să se recolteze altoaietele doar în momentul pornirii în vegetație a puieților portaltoi, evitând păstrarea îndelungată a acestora (Budeanu et al. 2021b).

Metoda de altoire indicată pentru speciile de rășinoase este în placaj lateral. Blada și Panea (2011) recomandă placajul dublu, dar în cazul unor diametre prea mici ale altoaietele (de așteptat la molidul cu coroană îngustă) se poate utiliza

și placajul simplu. Metoda de altoire în placaj lateral presupune următoarea succesiune de activități (Blada & Panea 2011, Budeanu et al. 2021b):

- pregătirea lujerilor altoi: aceștia se scurtează până la o lungime de cca. 7 cm după care se îndepărtează acele și mugurii, pornind de la bază, pe aproximativ 2/3 din lungime. Acele se taie, nu se cojesc, pentru a se evita vătămarea lujerului, iar mugurii laterali se îndepărtează printr-o tăietură tangențială la lujer. Altoaiile se păstrează în apă până la momentul folosirii (1-2 ore). Înainte de alipire, altoiul se secționează pe două direcții paralele astfel că va arăta ca o pană de despicat lemn.

- alegerea și pregătirea portaltoiului: cu altoiul secționat în mână, se alege portaltoiul compatibil (aceeași grosime), se execută incizia portaltoiului și se introduce altoiul în zona incizată.

- legarea strânsă a celor doi simbioți, folosind bandă plastifiată.

- acoperirea cu ceară a zonei de altoire, acordându-se o atenție specială zonelor de la capetele benzii (sus și jos) și de pe tulpină, din imediata vecinătate a benzii.

- etichetarea (indicativul clonei) și depozitarea separată pe clone.

Îngrijirea plantelor altoite, în solar și ulterior în pepinieră, presupune efectuarea tuturor activităților necesare dezvoltării optime a acestora, cum ar fi (Budeanu et al. 2021b):

- copilirea creșterilor curente ale puietilor portaltoi,

- reducerea treptată a coroanei portaltoiului,

- combaterea dăunătorilor,

- menținerea umidității la nivel optim în punga și stropirea în coroană, de mai multe ori pe zi, pentru a evita deshidratarea mugurilor de pe ramura altoi,

- în pepinieră, în plus, trebuie să se facă plivirea buruienilor și protejarea de arșița verii prin acoperirea cu umbrare.

Pentru înființarea unui plantaj, pe lângă obținerea puietilor altoiți, sunt necesare și alte activități, cum ar fi:

- ✓ Alegerea amplasamentului viitorului plantaj;

- ✓ Lucrări de pregătire a terenului și solului, inclusiv împrejmuirea plantajului;

- ✓ Stabilirea dispozitivului experimental și pichetarea terenului;

- ✓ Înființarea plantajului și monitorizarea puietilor altoiți (completări, irigații, tratamente fito-sanitare, descoperșiri, etc.).

Ideea amplasării plantajului de molid cu coroană îngustă într-o pepinieră silvică poate fi avută în vedere, din următoarele considerente:

1. Condiții de mediu favorabile pentru molid,

2. Nu este necesară schimbarea categoriei de folosință a terenului.

3. Existența altor plantaje/ culturi comparative din specii neînrudite care să asigure o suprafață cumulată peste limita de 5 ha.

Lucrările de pregătire a terenului se recomandă a fi executate cu 1 an înainte de instalarea plantajului, și, de regulă, constau în:

- Îndepărtarea vegetației (arbori și arbuști) de pe suprafața viitorului plantaj.
- Îndepărtare subarboret din suprafață.
- Scoaterea cioatelor și transportul lor în afara pepinierii, atunci când este cazul.

În general, pregătirea solului constă într-o scarificare mecanică la 50 cm adâncime, cu două treceri perpendiculare (cu adunare resturi de material lemnos și transport în afara pepinierii), urmată de executarea unei arături până la o adâncime de 30 cm, folosind plugul montat pe tractor.

Împrejmuirea terenului se poate realiza folosind sârmă ghimpată fixată pe bulumaci din lemn de foioase.

Stabilirea dispozitivului experimental și pichetarea terenului sunt acțiuni care se efectuează de asemenea, anterior instalării plantajului. Ținând cont de numărul de clone disponibile și de numărul de rameți din fiecare clonă, precum și de suprafața efectivă de teren avută la dispoziție, se adoptă distanța de plantare și se stabilește dispunerea fiecărui ramet în cadrul dispozitivului de teren în așa fel încât să fie folosite toate clonele (pentru asigurarea unei diversități genetice maxime) și să existe o distanță suficient de mare între rameții aceleiași clone pentru a evita participarea la reproducere a unor indivizi înrudiți (consangvinizare). Pichetarea terenului se face folosind țărushi din lemn, introduși cca. 15-20 cm în pământ, indicând locul unde vor fi plantați la loc definitiv puietii altoiți, fiecare pichet fiind etichetat cu indicativul clonei.

Instalarea propriu-zisă a plantajului implică transferul puietilor altoiți în cadrul dispozitivului de teren și plantarea lor, cu rădăcini protejate, în gropi de 30 x 30 x 30 cm, având grijă să se respecte indicativul clonei, existent atât pe pichet cât și pe eticheta puietului.

Monitorizarea plantajului, respectiv îngrijirea puietilor altoiți din plantaj, va necesita o serie întreagă de acțiuni, eșalonate pe mai mulți ani, respectiv: completări, irigații, tratamente fito-sanitare, descopleșiri, etc. Totodată, se va investiga periodic și starea gardului ce împrejmuește plantajul, dispunându-se efectuarea tuturor lucrărilor necesare pentru reabilitarea acestuia.

În viitor, la momentul atingerii maturității sexuale (5-8 ani, ciclofizis) se vor executa tăieri de formare a coroanei și de stimulare a fructificației (Șofletea 2005).

4.9. Micropropagarea *in vitro* a molidului cu coroană îngustă

În contextul perturbațiilor puternice și tot mai frecvente ale factorilor de mediu, identificarea unui număr cât mai mare de metode de reproducere și conservare devine o preocupare a geneticienilor. Aici se înscriu și preocupările legate de stabilirea unui protocol de lucru pentru multiplicarea *in vitro* a molidului cu coroană îngustă. Conservarea *ex situ* a resurselor genetice forestiere prin metode biotehnologice se înscrie în obiectivul global de conservare a genelor și de menținere a diversității genetice a speciilor (Ioniță 2009, Dascaluic et al. 2013, Ioniță et al. 2017, 2021).

Obținerea de puiți prin micropropagare somatică *in vitro* presupune câteva activități specifice:

- obținerea materialului biologic;
- identificarea tipurilor de explante optime pentru micropropagare *in vitro*, precum și a celei mai eficiente metode de sterilizare;
- stabilirea balanțelor hormonale optime pentru obținerea unor procente ridicate de reactivitate la condițiile de cultură *in vitro*;
- determinarea mediilor de cultură adecvate pentru multiplicare și înrădăcinare;
- stabilirea unui protocol de micropropagare *in vitro*: multiplicare, înrădăcinare, transfer *in vivo*.

Cercetările s-au derulat în laboratorul de biotehnologii al Institutului Național de Cercetare-Dezvoltare în Silvicultură (INCDS) “Marin Drăcea”. Materialul biologic a fost reprezentat de semințe germinate *in vivo* (3) și *in vitro*, pe sugativă (4), sau pe mediu de cultură (5), muguri (1) și segmenta nodale (2) (Foto 2). Semințele au fost recoltate din trei surse ce acoperă toate categoriile de materiale de reproducere (Calificat, Testat și Selecționat):

- plantajul de molid hibrid (normal x pendula) Lunca Ilvei (O.S.P. Valea Ilvei, UP III, u.a. 132P), având codul unic PS-MO'X'-BN96 (Pârnuță et al. 2012), de unde conurile au fost recoltate doar din rameti full pendula;
- populația testată Sudrigiu, administrată de O.S. Sudrigiu și localizată în UP II, u.a. 151B (MO-E220-1) (Pârnuță et al. 2012);
- populația selecționată Goriștea-Călimănuț-Călimănel, administrată de O.S. Toplița și localizată în UP I, u.a. 186A, 187A, 192A,C, 193A, având codul unic, MO,BR-A320-7 (Pârnuță et al. 2012).

Muguri provin din arbori de molid cu coroană îngustă selecționați în populația Predeal (O.S. Brașov, UP X Predeal, u.a. 61A și 69A%), și au fost recoltați astfel încât să prezinte muguri în diferite stadii de dezvoltare, de la muguri umflați, până la apariția acelor (Foto 3, dreapta-sus). Pentru cultura *in*

vitro au fost selecționați acei muguri care se aflau în stadiul 2 de dezvoltare, adică până la apariția completă a acelor.



Foto 3. Materialul biologic folosit pentru multiplicarea *in vitro* a molidului cu coroană îngustă.

Segmentele nodale au fost recoltate din plantajul Soveja (O.S. Soveja, UP I, u.a. 1Z, PS-MO'X'-VN94), din 5 clone, precum și din cultura comparativă/ plantajul Comandău (O.S. Comandău, UP VI Ghiurca, u.a. 21D, PS-MO'X'-CV96) din trei familii *pendula* (Pârnuță *et al.* 2012).

**PARTEA A II-A:
CAPITOLELE 5-13
REZULTATE ȘI DISCUȚII**

Credit Foto: Ioana Maria Pleșca (4, 10), Marius Budeanu (5-9, 11-13, 14%, 24-29, 31-37), Mihaela Porojan (14%, 15-20), Dan Pepelea (21), Raul Radu (22), Tibor Șerban (23), Elena Ciocîrlan (30), Lucia Ioniță (38-43).

5*. IDENTIFICAREA DE ARBORETE NATURALE PENTRU CONSERVAREA *IN SITU* A MOLIDULUI CU COROANĂ ÎNGUSTĂ ȘI TESTAREA ADAPTĂRII ACESTUIA

Ioana Maria PLEȘCA¹, Marius BUDEANU¹

În România, în anul 1986 a fost lansat un program de ameliorare a molidului pentru obținerea de ideotipuri cu coroană îngustă în scopul creșterii productivității, dar mai ales pentru sporirea rezistenței la rupturi produse de zăpadă în arboretele de molid. În cadrul acestui program s-a început cu selecția ideotipurilor cu coroană îngustă (Pârnuță 1991) și au fost realizate încrucișări dialele complete între arbori cu coroană îngustă și arbori cu coroană normală (Pârnuță 1993), pentru cunoașterea mecanismelor de moștenire a caracterelor. Cercetările s-au concretizat prin selecția a 455 arbori de molid cu coroană îngustă (forma *pendula* și varietatea *columnaris*) în 25 de populații localizate în toate diviziunile Carpaților României, cele mai multe fiind situate în munții Apuseni (Pârnuță 2008).

În scopul identificării de arborete ce vor fi propuse pentru includerea în categoria resurselor genetice forestiere (RGF) și în care se vor conserva *in situ* arborii de molid cu coroană îngustă, materialul de plecare a fost reprezentat de cele 25 populații în care s-au ales arbori de molid cu coroană îngustă în urmă cu circa 30 ani (Tabelul 1). Analiza preliminară a celor 25 de populații s-a derulat în trei pași:

1. Eliminarea populațiilor în care au fost identificați anterior mai puțin de 5 arbori și care sunt situate în regiuni de proveniență unde există suficiente variante (pozițiile 9, 12, 16, 17, în tabelul 1);
2. Alegerea unei singure RGF / ocol silvic, varianta agreată de ocoalele silvice, situație în care s-a renunțat, după verificarea în teren, la populațiile descrise la pozițiile 2-4 și 6, în tabelul 1;
3. Renunțarea la unele populații pentru care nu s-a primit acordul administratorului sau al proprietarului (pozițiile 8, 10, 11, în tabelul 1), sau pădurea a fost supusă unor tratamente urmate de regenerarea naturală sau artificială (pozițiile 21, 24-25, în tabelul 1), sau nu au fost identificați arbori de molid cu coroană îngustă (pozițiile 13, 19-20, 23, în tabelul 1).

* Parțial prezentat în Budeanu et al. 2021d.

¹ INCDS „Marin Drăcea”.

În final, un număr total de 7 populații au fost identificate și descrise (localizarea în Figura 3), iar în teren arborii de molid cu coroană îngustă au fost materializați cu vopsea galbenă. Pentru fiecare arbore s-au măsurat principalele caractere fenotipice (diametrul la 1,30 m, înălțimea arborilor, înălțimea până la prima ramură verde, diametrul coroanei) și s-au determinat coordonatele geografice. Trebuie menționat faptul că, la momentul parcurgerii terenului, la circa 30 ani după Pârnuță, nu s-au mai putut identifica numerele scrise de acesta pe arbori, iar în unele cazuri nici măcar punctul galben de vopsea.

5.1. Selecția populațiilor

Populațiile de molid cu coroană îngustă din Carpații Orientali

În zona Carpaților Orientali au fost verificate cele 5 populații descrise anterior (Pârnuță 2008) și s-a ales arboretul de la Coșna. În populațiile din zona Borșa (Maramureș) și în populația Șandra (O.S. Fâncel, Mureș) s-au aplicat tăieri urmate de plantații, iar în pădurea Slătioara (O.S. Stulpicani) nu au fost identificați arbori de molid cu coroană îngustă.



Figura 3. Localizarea populațiilor în care se va conserva *in situ* ideotipul de molid cu coroană îngustă.

Resursa genetică de molid cu coroană îngustă Coșna se află în administrarea ocolului silvic Dorna Candrenilor fiind încadrată în UP III Coșna, u.a. 388A,B, unde ocupă o suprafață de 20,5 ha (Tabelul 4). În cadrul arboretului au fost identificați 40 arbori de molid cu coroană îngustă, 20 dintre aceștia fiind materializați în teren (în toate populațiile, la materializarea în teren s-a ținut cont de condiția asigurării unei distanțe de cel puțin 50 m între arbori, evitând consangvinizarea, precum și de o repartizare uniformă a arborilor pe toată suprafața, pentru asigurarea unei diversități genetice cât mai ridicate). La vârsta de 150 ani, arborii de molid cu coroană îngustă selecționați în populația Coșna prezintă o valoare medie pentru diametrul la 1,30 m de 55 cm și o înălțime medie de 34 m (Figura 4). Diametrul coroanei este de 2,4 m, 48% din valoarea înregistrată de arborii ce aparțin molidului piramidal.

În teren au fost identificați în special arbori ce se raportează la forma *pendula*, dar și 4 arbori ce prezintă coroană columnară (Foto 4).

Tabelul 4. Descrierea RGF Coșna (molid cu coroană îngustă), cod: RG-MO/BR,FA-A220

	NUCLEUL RESURSEI GENETICE		
	Latitudine N Longitudine E Altitudine (m) Substrat litologic Relief Expoziție Înclinare	Temperatura: - medie anuală - media lunii celei mai reci - media lunii celei mai calde - minimă absolută - maximă absolută Precipitații: - anuale - în sezonul de vegetație	Arboretul: Mod regenerare Compoziție Consistență Vârsta (ani) Clasa de producție Structura
Județul Ocolul Silvic Unitatea de Producție Unități amenajistice Suprafața totală Suprafața efectivă			
A CARPAȚII ORIENTALI		A2 CARPAȚII ORIENTALI ESTICI	
Regiunea de proveniență: A220 Păduri de amestec de fag cu rășinoase			
Cod: RG-MO/BR,FA-A220		Conservare <i>in situ</i>	Denumirea RG: Coșna
Forma de proprietate: publică a statului		Originea: autohtonă	
Suceava	47°23'	4.5°C	Trupul Pr. Panasuri
Dorna Candrenior	25°04'	- 6.3°C	Însămânțare naturală
III Coșna	925-995 m	15.0°C	8MO1BR1FA
388A, 388B	Șisturi cristaline	-36.5°C	0.7
20.5 ha	versant	36.4°C	150
16.4 ha	sudică	960 mm	II
	13°	560 mm	Relativ echien
Resurse genetice: MOLID (forma <i>pendula</i> și varietatea <i>columnaris</i>)			
Asociate: fag, brad.			
Arbuști: -			
ZONA TAMPON: u.a. 387A			Suprafața: 25.3 ha
Specii: molid, fag, brad.			
Regenerare: Însămânțare naturală; vârsta: 155 - 200 ani; consistența: 0.7.			

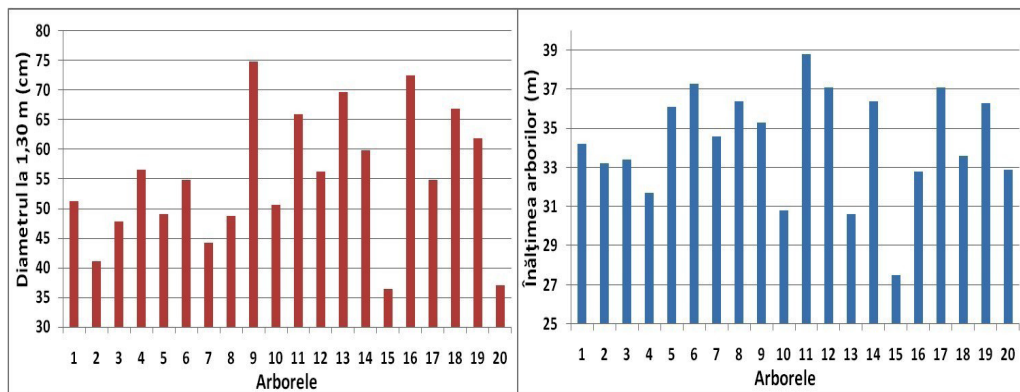


Figura 4. Diametrul și înălțimea arborilor de molid cu coroană îngustă din RGF Coșna.



Foto 4. Molid cu coroană îngustă în RGF Coșna (*pendula*- stânga, *columnaris*- dreapta).

Populațiile de molid cu coroană îngustă din Carpații de Curbură

În zona Carpaților de Curbură au fost verificate cele trei populații descrise anterior (Pârnuță 2008) și s-a ales arboretul de la Predeal. În populațiile de la Moroieni (Dâmbovița) nu au fost identificați arbori de molid cu coroană îngustă.

Populația de molid de lângă Predeal se află în administrarea ocolului silvic Brașov, fiind încadrată în UP X Predeal, în unitățile amenajistice (u.a.) 61A, 69A%, unde ocupă o suprafață de 17,0 ha (Tabelul 5). În cadrul arboretului au fost identificați 14 arbori de molid cu coroană îngustă, toți fiind materializați în teren. Din cauza numărului redus de arbori identificați s-a apelat inclusiv la soluția alegerii unor arbori alăturați (7 și 8, respectiv 12-14). La vârsta de 145 ani, arborii de molid cu coroană îngustă din populația Predeal prezintă valori medii pentru diametrul la 1,30 m și înălțimea arborilor de 68 cm, respectiv 35 m (Figura 5). Diametrul mediu al coroanelor celor 14 arbori este de 4,0 m, 55% din valoarea înregistrată de arborii ce aparțin molidului piramidal.

Tabelul 5. Descrierea RGF Predeal (molid coroană îngustă), cod: RG-MO/BR,FA-B120

	NUCLEUL RESURSEI GENETICE		
	Latitudine N Longitudine E Altitudine (m) Substrat litologic Relief Expoziție Înclinare	Temperatura: - medie anuală - media lunii celei mai reci - media lunii celei mai calde - minimă absolută - maximă absolută Precipitații: - anuale - în sezonul de vegetație	Arboretul: Mod regenerare Compoziție Consistență Vârsta (ani) Clasa de producție Structura
Județul Ocolul Silvic Unitatea de Producție Unități amenajistice Suprafața totală Suprafața efectivă			
B CARPAȚII DE CURBURĂ B1 DEPRESIUNEA BRAȘOVULUI			
Regiunea de proveniență: B120 Păduri de amestec de fag cu rășinoase			
Cod: RG-MO/BR,FA-B120	Conservare <i>in situ</i>		Denumirea RG: Predeal
Forma de proprietate: privată, Maiestatea Sa Regele Mihai I			Originea: autohtonă
Brașov	45°30'	4.4°C	Trupul Predeal
Brașov	25°35'	- 7.0°C	Însămânțare naturală
X Predeal	1070-1170 m	15.0°C	5MO3BR2FA
61A, 69A%	marne	-33.8°C	0.6
17.0 ha	versant	31.5°C	145
8.5 ha	nord-vestică	1080 mm	II
	17°	675 mm	Relativ plurienn
Resurse genetice: MOLID (forma <i>pendula</i> și varietatea <i>columnaris</i>)			
Asociate: brad, fag.			
Arbuști:-			
ZONA TAMPON: u.a. 63A			Suprafața: 7.3 ha
Specii: molid, brad.			
Regenerare: însămânțare naturală; vârsta: 130 ani; consistența: 0.8.			

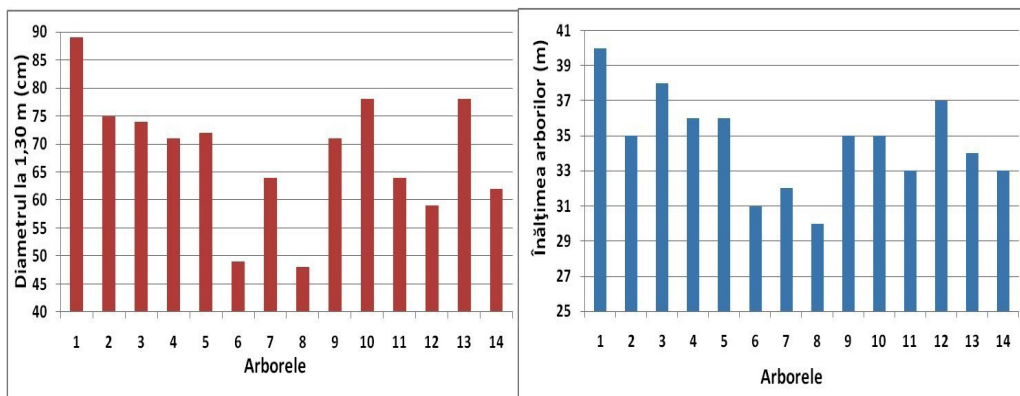


Figura 5. Diametrul și înălțimea arborilor de molid cu coroană îngustă din RGF Predeal.

Dintre cei 14 arbori selecționați, 4 aparțin varietății *columnaris*, iar restul se raportează la forma *pendula* (Foto 5). Au fost identificați trei dintre arborii selecționați în cadrul cercetărilor anterioare (Pârnuță 1991).



Foto 5. Molid cu coroană îngustă în RGF Predeal (*pendula* - stânga, lângă *pyramidalis*; *columnaris*- dreapta).

Populațiile din Carpații Meridionali și munții Banatului

În Carpații Meridionali au fost analizate cele 6 populații descrise anterior (Pârnuță 2008) și s-au ales arboretele de la Păltiniș (Sibiu) și Stânișoara (Alba). În populația Bozovici (Caraș- Severin, munții Banatului) nu au fost identificați arbori de molid cu coroană îngustă, în timp ce populațiile Stâna de Râu, Clăbucet și Dealul Sasului nu au fost verificate din cauza numărului foarte redus de arbori identificați anterior de Pârnuță (2008).

Populația de molid de la Păltiniș (Oncești în Tabelul 1) este administrată de ocolului silvic Rășinari R.A., fiind încadrată în UP V Oncești, u.a. 89B, unde ocupă o suprafață de 5,9 ha. Este situată spre limita superioară altitudinală a pădurilor din România, ajungând până la 1690 m (Tabelul 6). Acest fapt face ca arboretul identificat să se raporteze atât la *grupa resurselor genetice cu caractere morfologice și/sau anatomice deosebite* (coroană îngustă), *de interes economic sau științific*, cât și la *grupa resurselor genetice marginale* (Șofletea 2005).

În cadrul arboretului au fost identificați 42 arbori de molid cu coroană îngustă, 20 dintre aceștia fiind materializați în teren. La vârsta de 125 ani, arborii de molid cu coroană îngustă din populația Păltiniș prezintă valori medii pentru diametrul la 1,30 m și înălțimea arborilor de 36 cm, respectiv 25 m (Figura 6), iar diametrul coroanei este de 2,3 m, 46% din valoarea înregistrată de arborii ce aparțin formei clasice de coroană de molid (piramidală).

În populația Păltiniș au fost identificați și materializați în teren (folosind vopsea de culoare galbenă) atât arbori ce aparțin formei *pendula* (13) cât și 7 exemplare ce se raportează la varietatea *columnaris* (Foto 6).

Tablelul 6. Descrierea RGF Păltiniș (molid cu coroană îngustă), cod: RG-MO-C110

Județul Ocolul Silvic Unitatea de Producție Unități amenajistice Suprafața totală Suprafața efectivă	NUCLEUL RESURSEI GENETICE		
	Latitudine N Longitudine E Altitudine (m) Substrat litologic Relief Expoziție Înclinare	Temperatura: - medie anuală - media lunii celei mai reci - media lunii celei mai calde - minimă absolută - maximă absolută Precipitații: - anuale - în sezonul de vegetație	Arboretul: Mod regenerare Compoziție Consistență Vârsta (ani) Clasa de producție Structura
C CARPAȚII MERIDIONALI		C1 CARPAȚII MERIDIONALI NORDICI	
Regiunea de proveniență: C110 Molidișuri			
Cod: RG-MO-C110	Conservare <i>in situ</i>		Denumirea RG: Păltiniș
Forma de proprietate: publică a primăriei Rășinari			Originea: autohtonă
Sibiu Rășinari V Oncești 89B 5.9 ha 5.9 ha	45°38' 23°55' 1580-1690 m marne versant sudică 18°	4.2°C - 6.5°C 13.5°C -32.0°C 30.0°C 1200 mm 780 mm	Trupul Oncești Însămânțare naturală 10MO 0.7 125 IV Relativ plurien
Resurse genetice: MOLID (forma <i>pendula</i> și varietatea <i>columnaris</i>) Asociate: - Arbuști: <i>Vaccinium myrtillus</i>			
ZONA TAMPON: u.a. 88B Specii: molid Regenerare: însămânțare naturală; vârsta: 125 ani; consistența: 0.6.			Suprafața: 5.3 ha

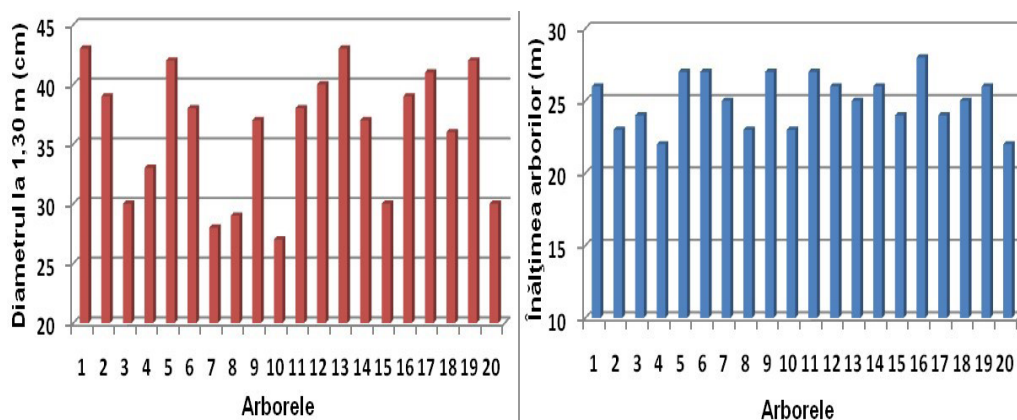
**Figura 6.** Diametrul și înălțimea arborilor de molid cu coroană îngustă din RGF Păltiniș.



Foto 6. Molid cu coroană îngustă în RGF Păltiniș (*pendula* - stânga, *columnaris* - dreapta, lângă *pyramidalis*)

Tot în regiunea de proveniență C1 (Pârnuță et al. 2010) a fost identificată și resursa genetică Stânișoara, în județul Alba. Arboretul este administrat de către ocolul silvic Blaj (anterior O.S. Sebeș) și este situat în UP III Gotu, unitatea amenajistică 57A, ocupând o suprafață de 14,2 ha (Tabelul 7). La momentul actual, arboretul este încadrat în categoria materialelor de bază pentru producerea materialelor forestiere de reproducere, categoria selecționat, având codul unic MO-C110-3 (Pârnuță et al. 2012). La următoarea revizuire a Cataloagelor Naționale (Materiale de bază și Resurse genetice forestiere) se vor efectua demersurile necesare pentru trecerea arboretului în Catalogul RGF. La fel ca și RGF Păltiniș, deoarece arboretul este situat la mare altitudine (până la 1585 m), acesta se raportează la două grupe: RGF marginale și RGF cu caractere morfologice deosebite.

Tablelul 7. Descrierea RGF Stânișoara (molid cu coroană îngustă), cod: RG-MO-C110

NUCLEUL RESURSEI GENETICE			
Județul Ocolul Silvic Unitatea de Producție Unități amenajistice Suprafața totală Suprafața efectivă	Latitudine N Longitudine E Altitudine (m) Substrat litologic Relief Expoziție Înclinare	Temperatura: - medie anuală - media lunii celei mai reci - media lunii celei mai calde - minimă absolută - maximă absolută Precipitații: - anuale - în sezonul de vegetație	Arboretul: Mod regenerare Compoziție Consistență Vârsta (ani) Clasa de producție Structura
C CARPAȚII MERIDIONALII		C1 CARPAȚII MERIDIONALII NORDICI	
Regiunea de proveniență: C110 Moldișuri			
Cod: RG-MO-C110		Conservare <i>in situ</i>	
Forma de proprietate: publică a statului		Denumirea RG: Stânișoara	
		Originea: autohtonă	
Alba Blaj III Gotu 57A 14.2 ha 14.2 ha	45°38' 23°34' 1500-1585 m micașisturi versant sud-vestică 23°	4.2°C - 8.0°C 10.0°C -32.0°C 30.0°C 1120 mm 800 mm	Trupul Jgheabul Corbului Însămânțare naturală 10MO 0.7 115 III Relativ echien
Resurse genetice: MOLID (forma <i>pendula</i> și varietatea <i>columnaris</i>)			
Asociate: - Arbuști: lipsă.			
ZONA TAMPON: u.a. 56		Suprafața: 32.8 ha	
Specii: molid			
Regenerare: însămânțare naturală; vârsta: 115 ani; consistența: 0.7.			

În cadrul arboretului au fost identificați 38 de arbori de molid cu coroană îngustă, 20 dintre aceștia fiind materializați în teren. La vârsta de 115 ani, arborii de molid cu coroană îngustă din populația Stânișoara prezentau o valoare medie a diametrului la 1,30 m de 40 cm și o înălțime medie de 30 m (Figura 7). Diametrul mediu al coroanelor este identic cu cel consemnat în RGF Păltiniș (2,3 m) valoare ce reprezintă 42% din media înregistrată de arborii ce aparțin formei clasice de coroană de molid (piramidală). Valorile înregistrate pentru principalele caractere de creștere sunt superioare celor înregistrate la Păltiniș, un factor favorizant fiind situarea arboretului cu cca. 100 m mai jos pe altitudine.

Datele din literatura de specialitate indicau drept zone de favorabilitate pentru molidul cu coroană îngustă, munții Apuseni și Obcinele Bucovinei (Șofletea & Curtu 2007). Totuși, cele două populații din Meridionali descrise anterior se remarcă prin capacitatea de bioacumulare a arborilor dar și prin diametrele coroanelor acestora, cele mai reduse dintre toate cele 7 populații selecționate.

Pentru ansamblul tuturor celor 144 arbori de molid cu coroană îngustă selecționați în cele 7 populații, valoarea medie pentru diametrul coroanei reprezintă cel mult 55% din valoarea atinsă de arborii cu coroană normală.

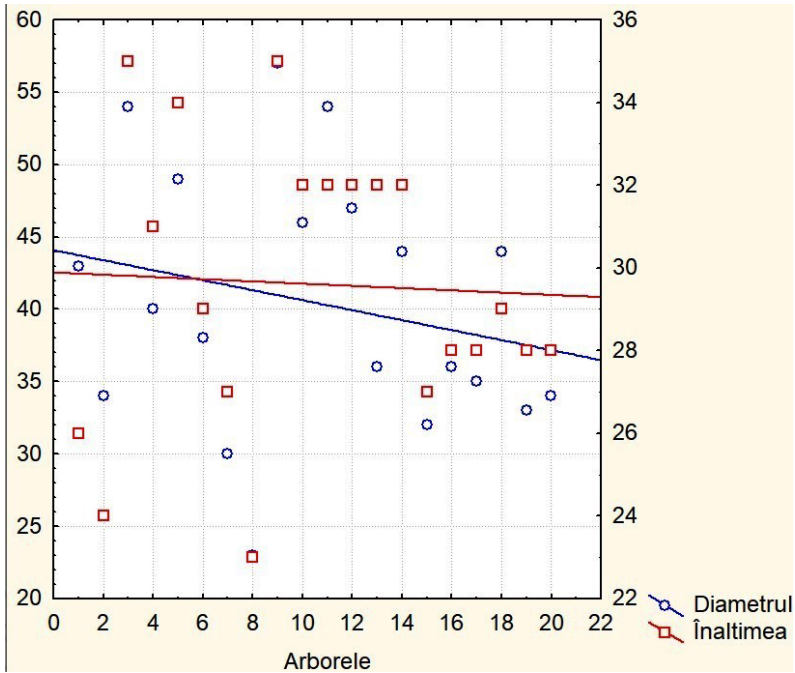


Figura 7. Diametrul (y stânga) și înălțimea arborilor (y dreapta) din RGF Stânișoara.

Populațiile de molid cu coroană îngustă din Carpații Occidentali

Munții Apuseni, diviziune a Carpaților Occidentali, reprezintă zona cu cea mai mare răspândire a molidului cu coroană îngustă, 44% dintre populațiile selecționate de Pârnuță (2001, 2008) și 65% dintre arborii *pendula* și *columnaris* identificați fiind situați în această diviziune a Carpaților Occidentali. Mai mult decât atât, 7 dintre cele 11 populații și 68% dintre arborii aleși în Apuseni se regăseau în zona de limită dintre județele Bihor și Cluj, între Stâna de Vale, Cetățile Ponorului și Izbuc. Dintre aceste populații au fost alese cele mai reprezentative trei arborete pentru includerea în categoria RGF.

Din lucrările publicate de Pârnuță (2001, 2008) se remarcă, de departe, populația de la Stâna de Vale, acolo unde au fost efectuate polenizări controlate în sistem dialel complet din care au rezultat puieții pentru înființarea a 5 culturi comparative full sib. La nivelul anului 2019, după doborâturile de vânt din ultimii ani și neclaritățile legate de forma de proprietate, cea mai indicată parcelă pentru includerea în categoria RGF a fost 21B, administrată de O.S.P. Sfânta Maria și situată în UP II Stâna de Vale, pe

o suprafață de 6,5 ha (Tabelul 8).

În populația Stâna de Vale au fost identificați un număr total de 20 arbori, 15 dintre aceștia fiind materializați în teren. Arborii de molid *pendula* au, la vârsta de 130 ani, o înălțime medie de 33 m și un diametru la 1,30 m de 56 cm (Figura 8). Diametrul mediu al coroanelor arborilor este de 3,1 m (amplitudine 2,6 m la 3,8 m). Și în această parcelă s-au produs doborâturi de vânt (Foto 7) ce au dus la reducerea consistenței arboretului până la valoarea de 0,6. De remarcat este faptul că, arborele ce prezintă cea mai redusă valoare pentru diametrul coroanei (nr. 4, cu 2,6 m) a fost unul dintre cei 3 arbori de molid *pendula* pe care s-au efectuat polenizări controlate (nr. 6P, Pârnuță 2008). Înălțimea până la prima ramură verde este de doar 6 m, ceea ce asigură un elagaj de doar 18%. Trebuie menționat faptul că, per ansamblul tuturor populațiilor, elagajul este de doar 28%, valoare ce se situează cu mult sub alte date raportate la molid (Florescu et al. 2002, Mihai 2009, Budeanu & Șofletea 2013, Budeanu et al. 2014), studii în care proporția elagajului se situează în jurul valorii de 50%. Coroana mai îngustă permite un acces mai bun al luminii până spre baza coroanei, cu efecte negative asupra producerii elagajului natural.

Tabelul 8. Descrierea RGF Stâna de Vale (molid coroană îngustă), cod: RG-MO/FA-E220.

	NUCLEUL RESURSEI GENETICE		
	Latitudine N Longitudine E Altitudine (m) Substrat litologic Relief Expoziție Înclinare	Temperatura: - medie anuală - media lunii celei mai reci - media lunii celei mai calde - minimă absolută - maximă absolută Precipitații: - anuale - în sezonul de vegetație	Arboretul: Mod regenerare Compoziție Consistență Vârsta (ani) Clasa de producție Structura
Județul Ocolul Silvic Unitatea de Producție Unități amenajistice Suprafața totală Suprafața efectivă			
E MUNȚII APUSENI E2 MUNȚII APUSENI VESTICI			
Regiunea de proveniență: E220 Păduri de amestec de fag cu rășinoase			
Cod: RG-MO/FA-E220	Conservare <i>in situ</i>		Denumirea RG: Stâna de Vale
Forma de proprietate: privată	Originea: autohtonă		
Bihor	46°41'	8.5°C	Trupul Stâna de Vale
Sfânta Maria	22°38'	- 4.0°C	Însămânțare naturală
II Stâna de Vale	1200 m	14.0°C	9MO1FA
21B	riolite	-29.0°C	0.6
6.5 ha	versant	38.5°C	130
5.9 ha	nord-estică	1050 mm	II
	21°	720 mm	Relativ echien
Resurse genetice: MOLID (forma <i>pendula</i>)			
Asociate: Fag			
Arbuști: lipsă			
ZONA TAMPON: u.a. 20A, 22H.			Suprafața: 12.3 ha
Specii: molid, fag			
Regenerare: Însămânțare naturală; vârsta: 150 - 160 ani; consistența: 0.5 - 0.8.			

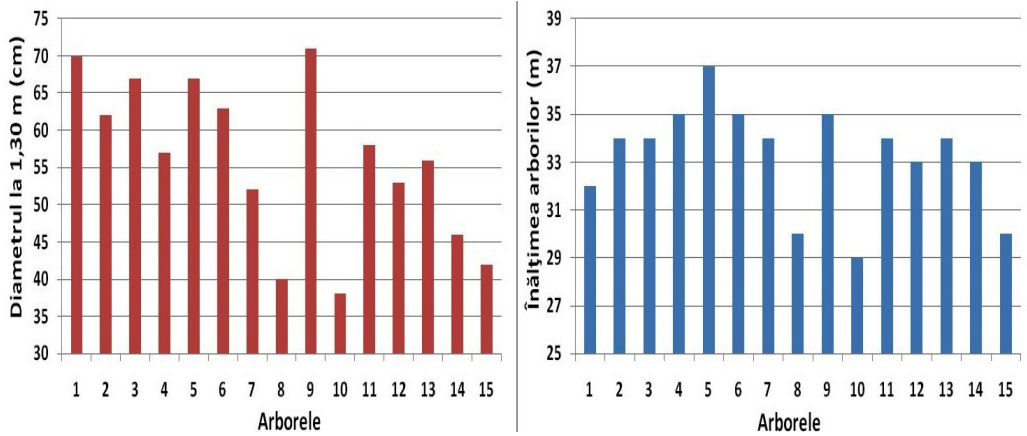


Figura 8. Diametrul la 1,30 m și înălțimea arborilor de molid cu coroană îngustă din RGF Stâna de Vale.



Foto 7. Molid *pendula* (6P) în RGF Stâna de Vale (stânga) și aspecte privind doborâturile de vânt (dreapta).

Tot în regiunea de proveniență E2 a fost identificată și resursa genetică Cetățile Ponorului, situată tot în județul Bihor. Arboretul este administrat de către ocolul silvic Sudrigiu și este situat în UP II Aleu, unitatea amenajistică

151B, ocupând o suprafață de 13,4 ha (Tabelul 9). La momentul actual, arboretul este încadrat în categoria materialelor de bază pentru producerea materialelor forestiere de reproducere, categoria testat (Budeanu 2013), reprezentând 35% din sursa de semințe având codul unic MO-E220-1 (Pârnuță et al. 2012). La următoarea revizuire a Catalogelor Naționale se vor efectua demersurile necesare pentru trecerea arboretului în Catalogul RGF.

Tabelul 9. Descrierea RGF Cetățile Ponorului, cod: RG-MO-E220

	NUCLEUL RESURSEI GENETICE		
	Latitudine N Longitudine E Altitudine (m) Substrat litologic Relief Expoziție Înclinare	Temperatura: - medie anuală - media lunii celei mai reci - media lunii celei mai calde - minimă absolută - maximă absolută Precipitații: - anuale - în sezonul de vegetație	Arboretul: Mod regenerare Compoziție Consistență Vârsta (ani) Clasa de producție Structura
Județul Ocolul Silvic Unitatea de Producție Unități amenajistice Suprafața totală Suprafața efectivă			
E MUNȚII APUSENI E2 MUNȚII APUSENI VESTICI			
Regiunea de proveniență: E220 Păduri de amestec de fag cu rășinoase			
Cod: RG-MO-E220	Conservare <i>in situ</i>	Denumirea RG: Cetățile Ponorului	
Forma de proprietate: publică a statului		Originea: autohtonă	
Bihor Sudrigiu II Aleu 151B 13.4 ha 13.4 ha	46°34' 22°42' 950 - 1090 m gresii, conglomerate versant vestică 21°	8.5°C - 3.1°C 14.0°C -29.0°C 38.5°C 980 mm 620 mm	Trupul Valea Seacă Însămânțare naturală 10MO 0.8 130 III Relativ plurien
Resurse genetice: MOLID (forma <i>pendula</i> și varietatea <i>columnaris</i>) Asociate: - Arbuști: lipsă			
ZONA TAMPON: u.a. 134A, 151A,C. Specii: molid. Regenerare: Însămânțare naturală; vârsta: 70 - 165 ani; consistența: 0.7 - 0.8.			Suprafața: 40.7 ha

În această populație au fost identificați cei mai mulți arbori de molid cu coroană îngustă dintre toate arboretele verificate (cca. 52) și au fost materializați în teren 25 dintre aceștia. Dintre cei 25 arbori selecționați, 2 aparțin formei *columnaris*, restul se raportează la forma *pendula* (Foto 8). La vârsta de 130 ani, aceștia prezintă o înălțime medie de 34 m (amplitudine 21-42 m) și un diametru mediu de 48 cm (25-64 cm, figura 9). Arborii sunt elagați pe 41% din înălțimea trunchiului, ceea ce reprezintă cea mai ridicată valoare, consemnată în arboretul cu consistența cea mai mare (0,8). Diametrul mediu al coroanelor celor 25 arbori este de 2,8 m (2,2-3,5 m).



Foto 8. Molid cu coroană îngustă în RGF Cetățile Ponorului (*pendula* - stânga, *columnaris* - dreapta).

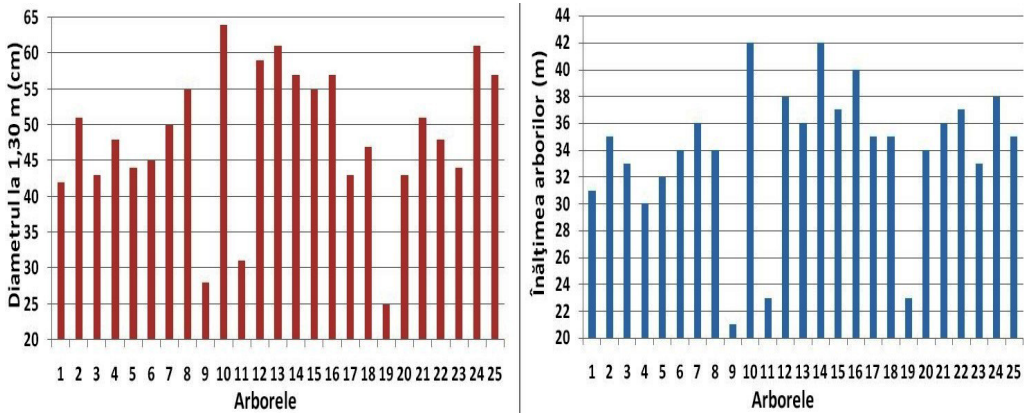


Figura 9. Diametrul la 1,30 m și înălțimea arborilor de molid cu coroană îngustă din RGF Cetățile Ponorului.

Tot în munții Apuseni dar pe clina estică, în regiunea de proveniență E3, a fost identificată resursa genetică Izbuc, situată în județul Cluj. Arboretul este administrat de către ocolul silvic Beliș și este situat în UP II Izbuc, unitatea amenajistică 30A, pe o suprafață de 5,2 ha (Tabelul 10). Arboretul este situat pe un teren plan, într-o luncă înaltă, în apropierea rezervației naturale botanice „Molhașul Mare de la Izbuc” (la 2 km).

Tabelul 10. Descrierea RGF Izbuc (molid cu coroană îngustă), cod: RG-MO-E320

Județul Ocolul Silvic Unitatea de Producție Unități amenajistice Suprafața totală Suprafața efectivă	NUCLEUL RESURSEI GENETICE		
	Latitudine N Longitudine E Altitudine (m) Substrat litologic Relief Expoziție Înclinare	Temperatura: - medie anuală - media lunii celei mai reci - media lunii celei mai calde - minimă absolută - maximă absolută Precipitații: - anuale - în sezonul de vegetație	Arboretul: Mod regenerare Compoziție Consistență Vârsta (ani) Clasa de producție Structura
E MUNȚII APUSENI E3 MUNȚII APUSENI ESTICI			
Regiunea de proveniență: E320 Păduri de amestec de fag cu rășinoase			
Cod: RG-MO-E320	Conservare <i>in situ</i>		Denumirea RG: Izbuc
Forma de proprietate: publică a statului			Originea: autohtonă
Cluj Beliș II Izbuc 30A 5.2 ha 5.2 ha	46°36' 22°46' 1200 m Gresii cuarțoase luncă înaltă - 4°	8.5°C - 3.1°C 14.0°C -29.0°C 38.5°C 980 mm 620 mm	Trupul Izbuc Însămânțare naturală 10MO 0.6 140 III Relativ plurien
Resurse genetice: MOLID (forma <i>pendula</i> și varietatea <i>columnaris</i>) Asociate: - Arbuști: lipsă			
ZONA TAMPON: u.a. 30G. Specii: molid. Regenerare: Însămânțare naturală; vârsta: 75 - 150 ani; consistența: 0.1 - 0.6.			Suprafața: 15.9 ha

În acest arboret au fost selecționați cei mai mulți arbori de molid cu coroană îngustă (30) dintr-un total de cca. 43 arbori identificați în u.a. 30A și în zona limitrofă din u.a. 30G. La vârsta de 140 ani, arborii selecționați prezintă o înălțime medie de 29 m (17-40 m amplitudine) și un diametru mediu de 42 cm (18-63 cm) (Figura 10). Arborii sunt elagați pe 34% din înălțimea trunchiului, la o consistență a arboretului de 0,6. Diametrul mediu al coroanelor celor 30 arbori este de 2,6 m (2-3 m amplitudine). Majoritatea arborilor identificați se raportează la forma *pendula*, dar există și trei arbori cu coroană columnară (Foto 9).

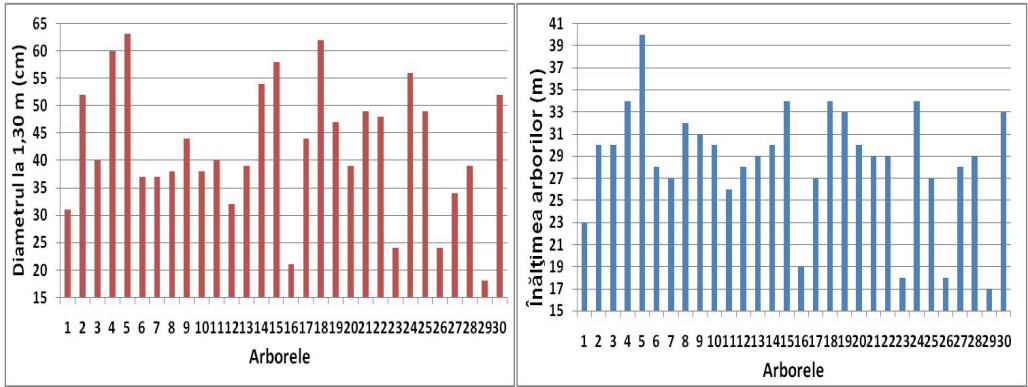


Figura 10. Diametrul și înălțimea arborilor de molid cu coroană îngustă din RGF Izbuç.



Foto 9. Molid cu coroană îngustă în RGF Izbuç (*pendula* - stânga, *columnaris* - dreapta).

În toate populațiile selecționate s-au obținut corelații pozitive și semnificative între caracterele cantitative (înălțime, diametru, volum, diametrul coroanei), precum și o influență favorabilă a principalelor caractere de creștere asupra producerii elagajului natural (corelație pozitivă) și asupra stabilității culturilor (corelații negative cu indicele de zveltețe al arborilor) (Budeanu et al. 2021d).

Corelații obținute sunt în consonanță cu numeroase alte cercetări derulate la molid (Kowalczyk et al. 2007, Pârnuță 2008, Tahvanainen & Forss 2008, Levkoev et al. 2017, Apostol & Budeanu 2019, Budeanu et al. 2019b). Strategia de ameliorare se poate concentra pe selecția celor mai valoroși arbori *pendula* în funcție de indicii de zveltețe al arborilor și diametrul la 1,30 m, deoarece, într-un studiu recent, pentru înălțimea arborilor s-au identificat corelații pozitive cu numărul de arbori afectați de doborâturi de vânt (Skrøppa & Steffenrem 2019).

Cele 7 populații naturale în care se va conserva *in situ* ideotipul de molid cu coroană îngustă (forma *pendula* și varietatea *columnaris*) se adaugă celor 8 culturi în care se conservă *ex situ* arbori de molid cu coroană îngustă precum și hibrizi obținuți prin încrucișări în sistemul dialel complet și factorial între molid *pendula* și molid piramidal, forma normală (Pârnuță 2008).

5.2. Influența mediului în formarea caracterului de coroană îngustă la molid

Molidul cu coroană îngustă a fost identificat în condiții diverse de mediu, astfel că, acest caracter nu pare a fi rezultatul influenței mediului ci, mai degrabă este influențat genetic. Totuși, analiza biotopului din cele 7 populații naturale selecționate spre a fi incluse în categoria Resurselor Genetice Forestiere, indică existența unor particularități mediogene în care acest ideotip de arbore se manifestă mai bine, astfel:

- Apare în special în munții Apuseni, dar a fost identificat sporadic în toate diviziunile Carpatice;
- Pe roci de tipul: micașisturi, conglomerate calcaroase, riolite;
- Altitudine 1000 – 1200 m (urcă până la 1700 m, unde acest caracter ar putea fi influențat mai degrabă de mediu decât genetic, reprezentând o formă atipică);
- Poziție inferioară pe versant sau luncă înaltă;
- Expoziție diversă, cu o predispoziție pentru expoziția parțial-însorită;
- Terenuri cu înclinare redusă, sub 20 G;
- Temperatura medie anuală este cuprinsă între 4,5°C și 8,5°C (cele mai ridicate valori s-au înregistrat în munții Apuseni), iar media sezonului de vegetație este de aproximativ 14°C;
- Cantitatea medie anuală de precipitații este de 1000 - 1200 mm, iar aproximativ 60% din precipitații cad în sezonul de vegetație;
- Tipul de stațiune dominant este 3.3.2.2. (fost 3.3.3.3.): Montan de amestecuri, Bs, districambosoluri, eutricambosoluri, preluvosoluri, luvosoluri, andosoluri, edafic mari, cu *Asperula-Dentaria* ± acidofile (Dănescu et al. 2010),

dar apare și pe stațiuni de bonitate inferioară;

- Tipurile de sol dominante sunt eutricambosolurile și districambosolurile.

O sinteză a condițiilor de mediu din cele 7 resurse genetice forestiere se prezintă în tabelul 11, în care:

T.S. 3.3.2.2. (fost 3.3.3.3.): Montan de amestecuri, Ps, districambosoluri, eutricambosoluri, preluvosoluri, luvosoluri, andosoluri, edafic mari, cu *Asperula-Dentaria* ± acidofile.

T.S. 2.3.1.0. (fost 2.3.1.1.): Montan de molidișuri, Pi, spodisoluri cu humus brut ± litice, edafic submijlocii și mici, cu *Vaccinium*.

T.S. 2.3.1.1. (fost 2.3.2.2.): Montan de molidișuri, Pm, spodisoluri exclusiv litice, edafic submijlocii, cu *Vaccinium*, *Hylocomium* sau *Luzula sylvatica*.

T.S. 2.5.1.0. (fost 2.5.1.0.): Montan de molidișuri, Pi, turbogleic și turbărie, histosoluri districe și soluri mezogleice histice, cu *Sphagnum Polytrichum*.

Tabelul 11. Condițiile de mediu din cele 7 populații naturale de molid cu coroană îngustă

Ramura Carpatică	Județul	Populația	Roca mamă	Relief Expoziție Înclinare Altitudine	Climă (TMA, Tsv PMA, Psv)	Tip stațiune	Tip de Sol
Orientali	Suceava	Coșna	Șisturi cristaline	Versant Sudică 13G 960 m	4.5°C 15.0°C 960 mm 560 mm	3.3.2.2.	Districambosol
Curbură	Brașov	Predeal	marne	Versant inf. Sudică 17G 1080 m	4.4°C 15.0°C 1080 mm 675 mm	3.3.2.2.	Eutricambosol aluvic
Meridionali	Sibiu	Păltiniș	micașisturi	Versant Sudică 18G 1635 m	4.2°C 13.5°C 1200 mm 780 mm	2.3.1.0.	prepodzol umbric
Meridionali	Alba	Stânișoara	micașisturi	Versant sud-vestică 23G 1540 m	4.2°C 10.0°C 1120 mm 800 mm	2.3.1.1.	Districambosol
Occidentali	Bihor	Stâna de Vale	riolite	Versant nord-estică 21G 1200 m	8.5°C 14.0°C 1050 mm 720 mm	3.3.2.2.	eutricambosol pelic
Occidentali	Bihor	Cetățile Ponorului	Conglomerat calcaros	Versant vestică 21G 1020 m	8.5°C 14.0°C 980 mm 620 mm	2.3.1.1.	Districambosol
Occidentali	Cluj	Izbuca	Conglomerat calcaros	Luncă înaltă - 4G 1200 m	8.5°C 14.0°C 980 mm 620 mm	2.5.1.0.	gleiosol cernic

5.3. Concluzii capitol

Dintr-un total de 25 populații verificate s-a reușit identificarea unui număr de 7 resurse genetice forestiere, distribuite în toate ramurile Carpaților României, în care se vor conserva *in situ* arborii de molid cu coroană îngustă, 144 dintre aceștia fiind materializați în teren. Cei 144 de arbori *pendula* și *columnaris* prezintă, la vârsta de 135 ani, o înălțime medie de 32 m (clasa de producție a II-a) și un diametru mediu de 49 cm, în condițiile în care două arborete se situează la limita altitudinală superioară a pădurilor, ajungând până la 1690 m.

Arborii de molid cu coroană îngustă selecționați prezintă o valoare medie pentru diametrul coroanei de 2,6 m, ceea ce reprezintă jumătate din valoarea atinsă de arborii cu forma de coroană piramidală (forma normală), din aceleași arborete. Coroanele înguste asigură stabilitatea arboretelor, în special datorită cantității mult mai mici de zăpadă reținută în coronament (Mäkinen & Hein 2006). Prin utilizarea în lucrările de împădurire a materialelor forestiere de reproducere provenite din arbori de molid cu coroană îngustă s-ar putea ameliora rezistența molidișurilor la acțiunea factorilor abiotici perturbanți, vânt și zăpadă, asigurându-se totodată și profituri economice pentru administratorii de pădure (Popa 2005, Marcu et al. 2020).

Corelațiile între caractere fenotipice analizate indică oportunitatea adoptării unei strategii de ameliorare concentrate pe selecția celor mai valoroși arbori *pendula* în funcție de indicele de zveltețe al arborilor (H/D , cât mai mic, ideal la valoarea 80) și diametrul la 1,30 m (cât mai mare).

6*. VARIABILITATEA GENETICĂ A MOLIDULUI CU COROANĂ ÎNGUSTĂ, A MOLIDULUI PIRAMIDAL ȘI A HIBRIZILOR DINTRE CELE DOUĂ FORME, ÎN CULTURI COMPARATIVE FULL-SIB

Marius BUDEANU¹, Flaviu POPESCU¹

Obiectivul cercetărilor cuprinse în acest capitol a constat în analiza comparativă a performanțelor de creștere și adaptare ale molidului cu coroană îngustă, ale molidului piramidal și ale combinațiilor dintre cele două forme, în 5 culturi comparative de descendențe biparentale (Comandău, Ilva Mică, Lepșa 1, Lepșa 2 și Voineasa) instalate în anul 1996 (Figura 1 și Tabelul 2). Anterior, trei arbori de molid cu coroană îngustă (P) și trei arbori de molid cu coroană normală (N) au fost aleși în populația Stâna de Vale (în anul 1990) și s-au efectuat polenizări controlate, în sistem dialel complet (P x P și N x N) și factorial (P x N și N x P) (Pârnuță 2008).

6.1. Analiza la nivelul fiecărei culturi comparative

1. Cultura comparativă Comandău

Cultura comparativă de la Comandău a fost instalată în perioada 9 - 11 mai 1996 sub coordonarea domnului dr. Flaviu Popescu. Este administrată de O.S. Comandău și localizată în UP VI Ghiurca, în unitatea amenajistică 21D (Amenajamentul UP VI Ghiurca 2009).

Procentul de supraviețuire

Investigațiile derulate în primăvara anului 2019 au stabilit un procent mediu de supraviețuire al arborilor din testul Comandău de 92.4%, cel mai bun rezultat (96%) fiind obținut de către familiile obținute prin polenizare liberă de molid *pendula* (P), la polul opus situându-se familiile de molid cu coroană normală (N) precum și hibrizii N x N (90.5%, respectiv 89.8%). Cea mai redusă rată de supraviețuire s-a înregistrat pentru consangvinii 40x40 (25%), urmați de consangvinii 6x6 (45%). Descendenții având arbore *pendula* drept mamă (P, P x P, P x N), au supraviețuit mai bine decât cei cu mamă *pyramidalis* (3.3%).

* Parțial prezentat în Budeanu et al. 2019b.

¹ INCDS „Marin Drăcea”.

Diametrul la 1,30 m

Valoarea medie pentru diametrul la 1,30 m înregistrată de cei 766 arbori și hibrizi (inclusiv 25 consangvini) este de 14,1 cm, cel mai bun rezultat fiind înregistrat de către hibridii NxP (Tabelul 12), în timp ce media familiilor *pendula* (P) a fost cu 19% mai mică decât combinația amintită. Consangvinii prezintă o valoare medie pentru diametrul la 1,30 m inferioară cu 32% mediei experimentului. Cea mai valoroasă familie liber polenizată a fost P6 (15,2 cm), în timp ce combinația 41x6 a înregistrat cea mai mare valoare, 17,9 cm.

Tabelul 12. Valorile medii (\pm abaterea standard) pentru principalele caractere fenotipice analizate, la nivel de familii liber polenizate și de combinații dialele, în testul Comandău.

Familii și combinații	Diametrul la 1,30 m (cm)	Înălțimea arborilor (m)	Volumul arborilor (m ³)	Creștere înălțime (cm)	Diametrul coroanei (m)	Zveltețea arborilor (indice)	Număr ramuri / verticil	Grosime ramuri (mm)	Finete ramuri (%)
Normal (N)	14.0 \pm 3.4 ^a	11.9 \pm 2.1 ^a	0.107 \pm 0.05	52 \pm 16 ^a	3.1 \pm 0.5	88 \pm 14	6.6 \pm 0.9	19.5 \pm 5	15.0 \pm 4 ^a
<i>Pendula</i> (P)	12.8 \pm 3.3	11.1 \pm 1.4	0.090 \pm 0.05	47 \pm 12	2.8 \pm 0.6 ^a	90 \pm 15	5.9 \pm 0.9 ^a	18.5 \pm 4	16.2 \pm 2
P x P	14.3 \pm 4.0	11.2 \pm 1.9	0.111 \pm 0.1	47 \pm 14	2.8 \pm 0.5	83 \pm 15	6.2 \pm 1.0	19.9 \pm 5	15.5 \pm 3
P x N	13.1 \pm 3.5	11.2 \pm 1.9	0.093 \pm 0.05	52 \pm 15	2.8 \pm 0.4	88 \pm 14	6.0 \pm 0.9 ^b	18.4 \pm 4 ^b	15.3 \pm 3
N x P	15.8 \pm 3.7 ^b	12.2 \pm 1.6 ^b	0.140 \pm 0.07 ^b	53 \pm 14	3.1 \pm 0.5 ^b	81 \pm 14 ^b	6.7 \pm 1.0	20.9 \pm 4	14.9 \pm 3 ^b
N x N	14.1 \pm 3.5	12.0 \pm 1.5	0.113 \pm 0.06	55 \pm 16 ^b	3.1 \pm 0.4	89 \pm 15	6.6 \pm 0.9	19.7 \pm 4	15.4 \pm 3

a - diferențe semnificative între formele de coroană (N, P) la familiile obținute prin polenizare liberă;
b - diferențe semnificative între combinații (P x P, P x N, N x P, N x N); P x P și N x N fără consangvini.

Înălțimea arborilor

Și pentru acest caracter se remarcă tot arborii ce se raportează la forma normală de coroană, atât hibridii a căror mamă aparține formei normale, cât și arborii de molid cu coroană normală obținuți prin polenizare liberă (Tabelul 12). Dintre familiile s-a remarcat N40, cu o înălțime medie de 12,3 m, urmat îndeaproape de familia *pendula* P6 (12,0 m). Dintre combinațiile dialele se remarcă 1x39 (13,3 m, mamă *pendula*), 41x40 și 39x6 (ambele cu o înălțime medie de 12,9 m). Consangvinii *pendula* prezintă o valoare medie pentru înălțimea arborilor de 7,6 m (reprezențați doar de combinația 6x6) în timp ce consangvinii *pyramidalis* (reprezențați doar de combinația 41x41) au înregistrat o înălțime medie de 8,8 m, cu mult sub media testului Comandău (11,6 m).

Volumul arborilor

Valoarea medie pentru volumul celor 766 de arbori din cultura Comandău, determinată în funcție de diametru, înălțime și specie folosind procedeul ecuației de regresie a volumului (Giurgiu et al. 2004), a fost de 0,112 m³. Primii doi

arbori, hibrizi ce aparțin combinațiilor 41x7 și 40x6, au înregistrat valori de 3,4 ori mai mari decât media experimentului, manifestând un pronunțat heterozis somatic pozitiv. La nivelul mediilor per familii liber polenizate și combinații dialele complete și factoriale se remarcă familia P6 (0,132 m³, cu 18% peste media experimentului) și combinația 41x6 (0,182 m³, cu 63% peste media experimentului). Consangvinii au înregistrat rezultate modeste în privința acumulării de masă lemnoasă, rezultatele hibrizilor 6x6 și 41x41 situându-se cu 70% și respectiv 54% sub media experimentului.

Creșterea în înălțime din ultimul an

În testul Comandău, creșterile în înălțime din ultimul an au fost de 50 cm, valorile medii la nivel de familie și combinație fiind apropiate, cu un plus pentru familiile ce se raportează la forma de coroană normală, N x N, N x P și N (Tabelul 12). În ultimul an, cele mai active creșteri au înregistrat descendenții arborelui N41 (53 cm) și mai ales hibrizii 1x39 (73 cm), în timp ce consangvinii au avut creșteri reduse, 30 și 34 cm, la consangvinii 6x6, respectiv 41x41.

Diametrul coroanei

Molidul cu coroană îngustă (*pendula*) prezintă, în testul Comandău, valori semnificativ (d.p.d.v. statistic) mai mici decât molidul cu coroană normală (*pyramidalis*) atât între familiile liber polenizate cât și între combinațiile cu mamă diferită (Tabelul 12). Dintre familii se remarcă P1 și P7, ambele prezentând valori medii pentru diametrele coroanelor arborilor (2,7 m) inferioare cu 10% mediei experimentului. Familia P6 se situează la nivelul mediei experimentului (3,0 m) astfel că, dacă selecția s-ar baza pe această familie, ar trebui selecționați cei 10 arbori ce prezintă diametre ale coroanelor de 2,2 - 2,8 m, majoritatea lor prezentând și o zveltețe apropiată de pragul de 80 (Popa 2005). Dintre hibrizi se remarcă 1x40 (2,4 m), 1x7 (2,6 m), 7x40 (2,7 m) și 1x6 (2,8 m).

Zvelteța arborilor

Acest caracter, exprimat prin raportul dintre înălțimea arborilor și diametrul la 1,30 m, prezintă o importanță deosebită pentru aprecierea stabilității pădurilor de molid considerându-se că, o valoare a indicelui de zveltețe mai mare de 100, în arboretele tinere, poate periclita integritatea acestora la acțiunea vătămătoare a vântului și zăpezii, valoarea optimă recomandată pentru stabilitatea pădurilor de molid fiind 80 (Barbu 2004, Popa 2005).

În testul Comandău, și pentru acest important caracter, valorile cele mai apropiate de pragul optim de stabilitate au fost înregistrate de hibrizi, în primul rând cei ce aparțin combinației N x P, secondați de hibrizii cu ambii părinți

pendula, P x P (Figura 11). Analiza comparativă a familiilor liber polenizate indică posibilitatea practicării selecției la nivelul familiei P6, remarcată și pentru capacitatea de bioacumulare, aceasta prezentând o valoare medie a indicelui de zveltețe de 82. La nivelul hibridizilor se remarcă combinația 6x7 (ambii părinți *pendula*), cu o valoare a indicelui de zveltețe de 73, urmată de trei combinații N x P, respectiv 39x6, 41x6 și 41x7, toate cu valori ale indicelui de zveltețe sub 80.

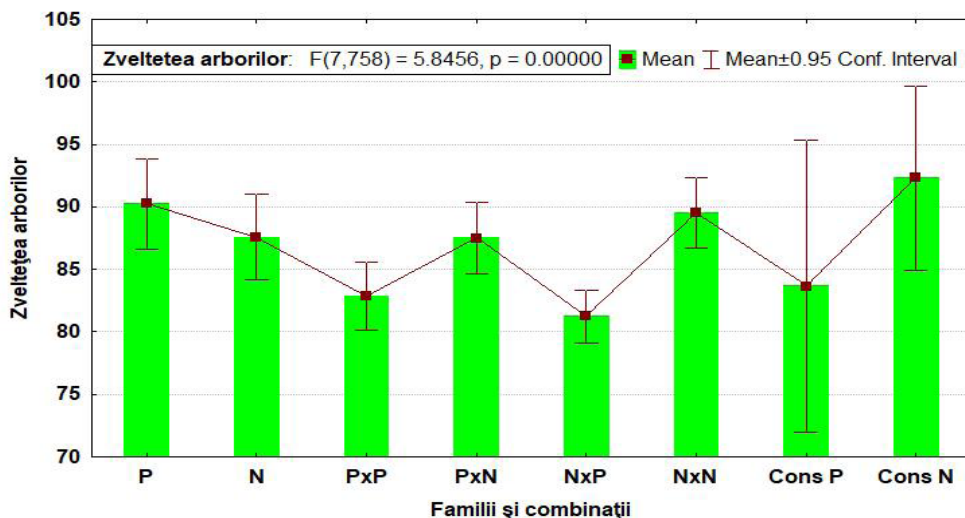


Figura 11. Valorile medii pentru zveltețea arborilor pe familii și combinații, inclusiv consangvinității (Cons P, Cons N). P = *pendula*, N = normal.

Peste pragul de 100 a trecut (cu o unitate) doar combinația 1x40, dar vulnerabilitatea familiei *pendula* P1 a fost întărită și de rezultatul arborilor obținuți prin polenizare liberă, media familiei P1 fiind 100. Rezultatele consangvinilor pentru acest caracter nu sunt concludente, aceștia fiind dominați și intrând într-o stare lăncedă de vegetație, fapt ce a condus la reducerea semnificativă a creșterilor în înălțime. Consangvinității prezintă cele mai mari abateri ale rezultatelor individuale față de media lor (Figura 11).

Caracteristicile ramurilor

Numărul de ramuri din verticil împreună cu grosimea ramurilor influențează calitatea lemnului prin numărul de noduri din lemn și mărimea acestora, iar rezistența arborelui prin cantitatea de zăpadă din coronament, direct proporțională cu cele două caractere (Mäkinen & Hein 2006, Moberg 2006, Kantola et al. 2007, Hein et al. 2008, Barszcz et al. 2010).

Atât familiile obținute prin polenizare liberă de molid cu coroană îngustă (P) cât și combinațiile având drept mamă arbori *pendula* (P x N, P x P) prezintă

valori inferioare (favorabile) pentru numărul de ramuri în verticil (Tabelul 12), comparativ cu exemplarele ce se raportează la forma de coroană piramidală și largă (N, N x N, N x P). Dintre familiile liber polenizate de molid *pendula* se remarcă P7 (5,7 ramuri) iar dintre combinațiile dialele, 7x39 (5 ramuri) și 6x40 (5,5 ramuri), valori inferioare cu 11 - 22% mediei experimentului (6,4 ramuri).

Grosimea ramurilor urmează trendul prezentat anterior pentru numărul de ramuri în verticil, diametrul coroanei și zveltețea arborilor, indicând favorabilitatea arborilor liber polenizați ce se raportează la forma *pendula*, precum și a combinațiilor dialel factoriale P x N (Tabelul 12), în timp ce hibridii P x P prezintă ramuri mai groase (nefavorabile). Cele mai subțiri ramuri prezintă descendenții familiei liber polenizate P1 (17 mm), iar dintre hibridi s-a remarcat combinația 1x40 (14,3 mm). Toate factorialele având drept mamă arbore P1 prezintă ramuri subțiri, media lor (16,6 mm) situându-se cu 15% sub media testului Comandău (19,6 mm).

Finețea ramurilor indică proporția grosimii ramurilor din diametrul arborelui măsurat imediat sub verticilul analizat. În toate cele 5 culturi s-a analizat verticilul situat la înălțimea de 2,3 m (cel mai apropiat). Ideal ar fi ca ramurile subțiri să prezinte o pondere redusă din diametrul arborilor dar, din cauza corelației directe și foarte semnificative dintre grosimea ramurilor și diametrul la 2,30 m, acest lucru nu se întâmplă. La Comandău, cele mai reduse valori pentru acest caracter prezintă familiile N39 și P6 (15.1%, respectiv 15.3%), exact aceia la care s-au măsurat cele mai groase ramuri. Dintre hibridi se remarcă 39x6 (13.2%) dar și două dintre combinațiile având drept mamă arbore P1 (1x39 și 1x40), remarcate și pentru ramuri subțiri.

Estimarea vigorii hibride (heterozis) pentru combinațiile P x P

În testul Comandău, hibridii cu ambii părinți *pendula* prezintă heterozis favorabil pentru diametrul coroanei, numărul de ramuri în verticil și zveltețea arborilor, deoarece ne dorim ca arborii selecționați să prezinte valori reduse pentru aceste caractere (la fel și pentru grosimea ramurilor, în acest caz heterozis nefavorabil). Combinațiile P x P prezintă heterozis negativ, de data aceasta nefavorabil, pentru principalele caractere cantitative, valorile medii pentru înălțimea arborilor și diametrul la 1,30 m fiind inferioare mediei părinților (Tabelul 13).

Tabelul 13. Estimarea vigorii hibride pentru combinațiile P x P (ambii părinți *pendula*).

Factori	Diametrul la 1,30 m	Înălțimea arborilor	Diametrul coroanei	Zveltețea arborilor	Nr. ramuri în verticil	Grosimea ramurilor
P x P	14,3	11,2	2,8	83	6.2	19,9
Mame <i>pendula</i>	13,6	11,2	2,8	87	6.1	19,0
Tați <i>pendula</i>	15,2	11,8	3,0	82	6.5	20,5
Media Mame-Tați	14,4	11,5	2,9	84	6.3	19,8
He	-0,7	-2,6	-3,4	-1,2	-1.6	0,5

Analiza comportării în timp a combinațiilor testate

Analiza comportării în timp a combinațiilor testate, atât a rezultatelor obținute de combinații cât și a corelațiilor age-to-age s-a realizat pentru principalele caractere de creștere, diametrul la 1,30 m și înălțimea arborilor. S-au comparat datele actuale (vârsta de 23 ani) cu rezultatele consemnate la vârsta de 10 ani.

În privința diametrului la 1,30 m, valoarea medie a crescut de la 5,6 cm la 14,1 cm, iar dintre primii 10 cei mai valoroși hibrizi din 2007, șase se regăsesc și în clasamentul actual. Se mențin în top, atât hibrizii 41x6 și 40x6, cât și familia P6. Totodată, s-a obținut o corelație directă și foarte semnificativă ($r = 0,71^{***}$) între diametrul actual și cel măsurat la vârsta de 10 ani. Tot o corelație directă și foarte semnificativă ($r = 0,67^{***}$) a rezultat și între diametrul actual și înălțimea consemnată la vârsta de 10 ani.

În privința înălțimii arborilor, valoarea medie a crescut de la 4,5 m la 11,6 m, iar dintre primii 10 cei mai valoroși hibrizi din 2007, cinci se regăsesc și în clasamentul actual. Se mențin în top, atât hibrizii 41x40 și 39x6, cât și familia P6. Totodată, s-a obținut o corelație directă și foarte semnificativă ($r = 0,68^{***}$) între înălțimea actuală și cea măsurată la vârsta de 10 ani. Tot o corelație directă și foarte semnificativă ($r = 0,62^{***}$) a rezultat și între înălțimea actuală și diametrul măsurat la vârsta de 10 ani.

2. Cultura comparativă Ilva Mică

Cultura comparativă de pe Valea Ilvei a fost instalată în primăvara anului 1996 sub coordonarea domnului dr. Gheorghe Pârnuță. Este administrată de O.S.P. Valea Ilvei și localizată în UP I Lunca Ilvei (Foto 10), în unitatea amenajistică 131P (Amenajamentul UP I Lunca Ilvei 2018).



Foto 10. Amplasamentul culturii comparative Ilva Mică (stânga) și aspecte din interior (dreapta).

Procentul de supraviețuire

Investigațiile derulate în primăvara anului 2019 au stabilit un procent mediu de supraviețuire al arborilor din testul Ilva Mică de 75%, cel mai bun rezultat (92%) fiind obținut de către hibridii P x P, urmați îndeaproape de hibridii P x N (90%), la polul opus situându-se hibridii N x N și N x P (56%, respectiv 62%). Și în acest experiment, descendenții având arbore *pendula* drept mamă (P, P x P, P x N), au supraviețuit mai bine decât cei cu mamă *pyramidalis* (+38%). Procentul de supraviețuire al consangvinilor a fost de 8% la forma *pendula*, respectiv de 25% la *pyramidalis*.

Diametrul la 1,30 m

Cei 568 arbori ce compun cultura comparativă Ilva Mică prezintă o valoare medie pentru diametrul la 1,30 m de 17,2 cm, superioară cu 22% mediei înregistrate în testul Comandău. S-au remarcat familiile liber polenizate de molid cu coroană îngustă precum și combinațiile dialele P x P, ambele depășind cu 3,5%, respectiv 3%, media testului Ilva Mică (Tabelul 14). Cel mai slab rezultat s-a consemnat la nivelul familiilor liber polenizate de molid cu coroană normală (piramidală și largă, N). Dacă consangvinii P x P (reprezentați doar de combinația 6x6) s-au situat cu 8% sub media/ cultură, consangvinii N x N (reprezentați de combinațiile 40x40 și 41x41) au coborât cu 16% sub media testului Ilva Mică. Cel mai mare diametru mediu a înregistrat familia P6 (19,3

cm), prima și la Comandău, iar combinația dialeală cu diametrul cel mai mare a fost 41x39, urmată de 40x6 și 6x7.

Tabelul 14. Valorile medii (\pm abaterea standard) pentru principalele caractere fenotipice analizate, la nivel de familii liber polenizate și de combinații dialele, în testul Ilva Mică.

Familii și combinații	Diametrul la 1,30 m (cm)	Înălțimea arborilor (m)	Volumul arborilor (m ³)	Creștere înălțime (cm)	Diametrul coroanei (m)	Zveltețea arborilor (indice)	Număr ramuri / verticil	Grosime ramuri (mm)	Finețe ramuri (%)
Normal (N)	16.5 \pm 3.5	14.4 \pm 1.7	0.175 \pm 0.09	68 \pm 15	3.4 \pm 0.5	90 \pm 13	6.2 \pm 0.4	19.9 \pm 3	13.0 \pm 2
<i>Pendula</i> (P)	17.8 \pm 3.3	15.0 \pm 1.4	0.209 \pm 0.08	67 \pm 16	3.1 \pm 0.3 ^a	87 \pm 13	5.9 \pm 0.4 ^a	20.0 \pm 3	11.9 \pm 2 ^a
P x P	17.7 \pm 3.6 ^b	14.7 \pm 1.9	0.203 \pm 0.09	74 \pm 21	3.1 \pm 0.5	85 \pm 13 ^b	6.0 \pm 0.5	20.1 \pm 3.6	12.0 \pm 1.0 ^b
P x N	16.6 \pm 3.7	14.1 \pm 1.7	0.165 \pm 0.08	75 \pm 22	3.2 \pm 0.4	91 \pm 13	5.9 \pm 0.4 ^b	19.2 \pm 3.8	12.9 \pm 1.5
N x P	17.5 \pm 3.8	14.8 \pm 1.8	0.200 \pm 0.09	75 \pm 21	3.2 \pm 0.5	88 \pm 14	6.1 \pm 0.5	20.4 \pm 3.9	12.5 \pm 1.1
N x N	17.1 \pm 3.7	15.0 \pm 1.8	0.207 \pm 0.09	72 \pm 21	3.3 \pm 0.5	92 \pm 14	6.0 \pm 0.4	20.4 \pm 4.0	12.8 \pm 1.0

a - diferențe semnificative între formele de coroană (N, P) la familiile obținute prin polenizare liberă;

b - diferențe semnificative între combinații (P x P, P x N, N x P, N x N). P x P și N x N fără consangvini.

Înălțimea arborilor

Și pentru acest caracter se remarcă tot arborii ce se raportează la forma îngustă de coroană, în special arborii liberi polenizați de molid *pendula* (Tabelul 14). În privința hibridilor, rezultatele sunt favorabile combinațiilor a căror mamă aparține formei normale (N x N și N x P). Dintre familii s-a remarcat P6, cu o înălțime medie de 15,8 m, urmată tot de o familie *pendula*, P7 (15,0 m). Dintre combinațiile dialele se remarcă din nou 41x39 (16,7 m), iar pe locul patru apare un hibrid cu mamă *pendula*, 1x41 (15,8 m). Consangvinii *pendula* prezintă o valoare medie pentru înălțimea arborilor de 9,7 m (inferioară cu 34% mediei culturii) în timp ce consangvinii *pyramidalis* au înregistrat o înălțime medie de 12,9 m.

Volumul arborilor

Valoarea medie pentru volumul celor 568 de arbori din cultura Ilva Mică a fost de 0,195 m³. Primii doi arbori, hibridi ce aparțin combinațiilor 40x7 și 41x1, au înregistrat valori de 2,6 ori mai mari decât media experimentului, manifestând totodată un pronunțat heterozis somatic pozitiv. La nivelul mediilor per familii liber polenizate și combinații dialele se remarcă din nou familia P6 (0,249 m³, cu 28% peste media experimentului) și combinația 41x39 (0,382 m³, dublul mediei experimentului). Consangvinii au înregistrat rezultate modeste în privința acumulării de masă lemnoasă, rezultatele hibridilor *pendula* și *pyramidalis* situându-se cu 48% și respectiv 34% sub media experimentului.

Creșterea în înălțime din ultimul an

În testul Ilva Mică, creșterile în înălțime din ultimul an au fost de 72 cm, valorile medii la nivel de familie și combinație fiind apropiate, cu un plus pentru hibrizi în comparație cu familiile liber polenizate (Tabelul 14). În ultimul an, cele mai active creșteri au înregistrat descendenții arborelui P6 (71 cm) și mai ales hibrizii 1x40 (97 cm), în timp ce consangvinii au creșteri reduse, 60 cm și 68 cm la consangvinii *pendula*, respectiv *pyramidalis*.

Diametrul coroanei

Molidul cu coroană îngustă (*pendula*) prezintă, în cultura comparativă Ilva Mică, valori semnificativ (d.p.d.v. statistic) mai mici decât molidul cu coroană normală (*pyramidalis*) atât între familiile obținute prin polenizare liberă cât și între combinațiile cu mamă diferită (Tabelul 14). Dintre familii se remarcă tot P1, la fel ca la Comandău, cu o valoare medie pentru diametrul coroanei de 3,0 m, inferioare cu 6% mediei experimentului. Familia P6 se situează cu 10 cm peste media experimentului. Dintre hibrizii *pendula* se remarcă 1x6 (2,9 m).

Zveltețea arborilor

Pentru zveltețea arborilor (înălțimea arborilor / diametrul la 1,30 m), în experimentul Ilva Mică, valorile cele mai apropiate de pragul optim de stabilitate (80) au fost înregistrate de hibrizii *pendula*, P x P (85), secondăți de familiile liber polenizate *pendula* (Tabelul 14). Analiza comparativă a familiilor liber polenizate indică posibilitatea practicării selecției la nivelul familiei P6, la fel ca și în testul Comandău, remarcată și pentru capacitatea de bioacumulare, aceasta prezentând o valoare medie a indicelui de zveltețe de 83. La nivelul hibrizilor se remarcă combinația 7x39 (78) urmată de hibrizii 6x7 (ambii părinți *pendula*), cu o valoare a indicelui de zveltețe de 81. Peste pragul de 100 au trecut (cu 4 unități) combinațiile 39x40 și 39x41, iar cu o unitate reciprocele 1x40 și 40x1. Combinația 1x40 a prezentat o vulnerabilitate ridicată și în testul Comandău.

Caracteristicile ramurilor

Numărul de ramuri din verticil: atât familiile obținute prin polenizare liberă de molid cu coroană îngustă (P) cât și combinațiile având drept mamă arbori *pendula* (P x N, P x P) prezintă valori inferioare (favorabile) pentru numărul de ramuri în verticil (Tabelul 14), comparativ cu exemplarele ce se raportează la forma de coroană piramidală și largă (N, N x P, N x N), rezultat similar fiind consemnat și la Comandău. Diferențele sunt semnificative din punct de vedere statistic. Dintre familiile liber polenizate de molid *pendula* se remarcă P1 (5,7 ramuri) iar dintre combinațiile dialele, 1x6, 1x39 și 6x39 (toate cu 5,7 ramuri),

valori inferioare cu 5% mediei experimentului (6,0 ramuri).

Grosimea ramurilor: s-au consemnat valori medii aproape egale între familiile liber polenizate *pendula* și *pyramidalis*, precum și un rezultat foarte bun pentru hibridii P x N (Tabelul 14). Cele mai subțiri ramuri prezintă descendenții familiilor N40 și P1 (18 mm, respectiv 19 mm), iar dintre hibridi s-a remarcat combinația 39x40 (17,1 mm). Toate factorialele având drept mamă arbore P6 (6x39, 6x40, 6x41) prezintă ramuri subțiri, media lor (17,6 mm) situându-se cu 12% sub media testului Ilva Mică (20 mm).

Finețea ramurilor indică proporția grosimii ramurilor din diametrul arborelui măsurat imediat sub verticilul analizat. Acest caracter urmează trendul prezentat anterior pentru numărul de ramuri în verticil, diametrul coroanei și zveltețea arborilor, indicând favorabilitatea arborilor liber polenizați ce se raportează la forma *pendula*, precum și a combinațiilor dialele P x P (Tabelul 14), comparativ cu familiile liber polenizate *pyramidalis* și combinațiile dialele N x N. Diferențele, statistic semnificative, sunt de 8%, atât între mediile familiilor, cât și între hibridi.

Estimarea vigorii hibride (heterozis) pentru combinațiile P x P

În testul Ilva Mică, combinațiile P x P prezintă heterozis pozitiv pentru principalele caractere cantitative, valorile medii pentru înălțimea arborilor și diametrul la 1,30 m fiind superioare mediei părinților (Tabelul 15). Hibridii P x P prezintă heterozis favorabil și pentru diametrul coroanei și zveltețea arborilor și nefavorabil pentru grosimea ramurilor.

Tabelul 15. Estimarea vigorii hibride pentru combinațiile P x P (ambii părinți *pendula*).

Factori	Diametrul la 1,30 m	Înălțimea arborilor	Diametrul coroanei	Zveltețea arborilor	Nr. ramuri în verticil	Grosimea ramurilor
P x P	17,7	14,7	3,1	85	6,0	20,1
Mame <i>pendula</i>	16,7	14,4	3,2	89	5,9	19,5
Tați <i>pendula</i>	17,5	14,8	3,2	87	6,0	20,3
Media Mame-Tați	17,1	14,6	3,2	88	6,0	19,9
He	3,5	0,7	-3,1	-3,4	0,0	1,0

3. Cultura comparativă Lepșa 1

Cultura comparativă Lepșa 1 (Schit) a fost instalată în perioada 15 - 16 mai 1996, sub coordonarea domnului dr. Gheorghe Pârnuță. Este administrată de O.S.P. Tulnici și localizată în UP II Lepșa, în unitatea amenajistică 117, terenul fiind în proprietatea Schitului Lepșa.

Procentul de supraviețuire

Investigațiile derulate în primăvara anului 2019 au stabilit un procent mediu de supraviețuire al arborilor din cultura comparativă Lepșa 1 de 73%, cel mai bun rezultat (80%) fiind obținut de către familiile liber polenizate N, urmate îndeaproape de hibridii P x N (76%), la polul opus situându-se familiile liber polenizate *pendula* (68%). În acest experiment s-au identificat recoltări de arbori, astfel că rezultatele pentru acest caracter nu pot fi luate în considerare în procesul de selecție.

Diametrul la 1,30 m

Cei 542 arbori ce compun cultura comparativă Lepșa 1 prezintă o valoare medie pentru diametrul la 1,30 m de 16,7 cm, valoare apropiată de media testului Ilva Mică (-3%) și net superioară (+18%) mediei experimentului Comandău. Dacă media familiilor obținute prin polenizare liberă *pendula* este mai mică cu 3% decât media celor cu coroană normală, la nivelul combinațiilor dialele se remarcă încrucișările ce au drept mamă arbori *pendula* (P x N și P x P). Aceste combinații au înregistrat diametre medii net superioare combinațiilor cu mame *pyramidalis*, diferența dintre P x P și N x N fiind de 14% (Tabelul 16).

Tabelul 16. Valorile medii (\pm abaterea standard) pentru principalele caractere fenotipice analizate, la nivel de familii liber polenizate și de combinații dialele, în testul Lepșa 1.

Familii și combinații	Diametrul la 1,30 m (cm)	Înălțimea arborilor (m)	Volumul arborilor (m ³)	Creștere înălțime (cm)	Diametrul coroanei (m)	Zvelteța arborilor (indice)	Număr ramuri / verticil	Grosime ramuri (mm)	Finețe ramuri (%)
Normal (N)	16.8 \pm 3.2	13.4 \pm 1.5 ^a	0.168 \pm 0.07	76 \pm 14	3.4 \pm 0.6	82 \pm 8	6.3 \pm 0.4	19.0 \pm 3	11.8 \pm 1
<i>Pendula</i> (P)	16.3 \pm 3.5	12.8 \pm 1.5	0.154 \pm 0.8	72 \pm 15	3.4 \pm 0.6	80 \pm 12	5.9 \pm 0.5 ^a	17.5 \pm 4 ^a	11.1 \pm 1 ^a
P x P	17.6 \pm 3.6	13.1 \pm 1.6	0.181 \pm 0.08	73 \pm 16	3.5 \pm 0.7	77 \pm 10 ^b	6.0 \pm 0.5 ^b	21.0 \pm 4.3	12.4 \pm 1.1 ^b
P x N	17.8 \pm 4.9 ^b	13.4 \pm 1.8	0.187 \pm 0.11 ^b	76 \pm 17	3.6 \pm 0.9	81 \pm 17	6.1 \pm 0.7	20.8 \pm 5.2	12.7 \pm 0.9
N x P	16.8 \pm 4.2	13.3 \pm 1.8	0.172 \pm 0.10	73 \pm 16	3.5 \pm 0.8	83 \pm 14	6.1 \pm 0.5	19.9 \pm 4.4	12.5 \pm 1.0
N x N	15.4 \pm 4.1	13.5 \pm 1.8	0.148 \pm 0.09	76 \pm 19	3.5 \pm 0.8	92 \pm 17	6.1 \pm 0.5	19.3 \pm 4.4 ^b	13.3 \pm 1.3

a - diferențe semnificative între formele de coroană (N, P) la familiile obținute prin polenizare liberă;

b - diferențe semnificative între combinații (P x P, P x N, N x P, N x N). P x P și N x N fără consangvini.

Pentru diametrul la 1,30 m, în cultura comparativă Lepșa 1 s-a evidențiat familia P6 (17,2 cm), pentru a treia oară (după Comandău și Ilva Mică), iar dintre combinații, hibridii 6x1 (20,2 cm), combinație P x P cu mamă P6. Consangvini N x N (singurii rămași și reprezentați doar de combinația 41x41) au coborât cu 17% sub media culturii Lepșa 1.

Înălțimea arborilor

Pentru acest caracter se remarcă arborii ce se raportează la forma normală de coroană, în special hibridii N x N (13,5 m), urmați îndeaproape de arborii liberi polenizați de molid cu coroană normală (Tabelul 16). Dintre familiile obținute prin polenizare liberă s-a remarcat N40, cu o înălțime medie de 13,6 m, urmată tot de o familie *pyramidalis*, N41 (13,5 m). Dintre combinațiile dialele s-au remarcat 7x40 și 41x40 (14,6 m, respectiv 14,4 m), iar pe locul trei apare un hibrid *pendula*, 6x1 (14,2 m). Consangvinii *pyramidalis* au înregistrat o înălțime medie mai mică cu 11% decât media experimentului (13,3 m).

Volumul arborilor

Valoarea medie pentru volumul celor 542 de arbori din cultura comparativă Lepșa 1 a fost de 0,17 m³. Primii patru arbori, hibridi ce aparțin combinațiilor 6x41, 39x6, 6x1 și din nou 6x41, având în comun arborele 6 (mamă de trei ori), au înregistrat valori de 2,8 - 3,5 ori mai mari decât media experimentului, manifestând totodată un pronunțat heterozis somatic pozitiv. La nivelul mediilor per familii obținute prin polenizare liberă și combinații dialele se remarcă din nou familia P6 (0,166 m³), devansată doar de N40 (0,178 m³), precum și combinația *pendula* 6x1 (0,247 m³, cu 45% peste media experimentului). Consangvinii au înregistrat rezultate modeste în privința acumulării de masă lemnoasă, situându-se cu 38% sub media experimentului.

Creșterea în înălțime din ultimul an

În testul Lepșa 1, creșterile în înălțime din ultimul an au fost de 74 cm, valorile medii la nivel de familie și combinație fiind apropiate, cu un plus pentru familiile ce se raportează integral la forma de coroană normală, N și N x N (Tabelul 16). În ultimul an, cele mai active creșteri au înregistrat descendenții arborelui N40 (78 cm) și mai ales hibridii 1x40 (88 cm), în timp ce consangvinii au înregistrat creșteri mai reduse (65 cm), dar apreciabil superioare celor din testele Comandău și Ilva Mică.

Diametrul coroanei

Molidul cu coroană îngustă (*pendula*) prezintă, în cultura comparativă Lepșa 1, valori identice celor înregistrate de molidul cu coroană normală (*pyramidalis*) atât pentru familiile liber polenizate cât și pentru combinațiile cu mamă diferită (Tabelul 16). Dintre familiile liber polenizate se remarcă P7, cu o valoare medie pentru diametrul coroanei de 3,2 m, inferioare cu 9% mediei experimentului. Familia P6, se situează pe locul al doilea, cu o valoare pentru diametrul coroanei de 3,3 m. Dintre hibridi, s-au remarcat 6x40 și 7x1 (ambii 3,2 m). Așadar, chiar

dacă valorile pentru diametrul coroanei sunt practic egale între cele două forme de coroane, există arbori și hibrizi *pendula* ce pot fi selecționați.

Zveltețea arborilor

Pentru zveltețea arborilor (înălțimea arborilor / diametrul la 1,30 m), în testul Lepșa 1, familiile liber polenizate *pendula* au atins pragul optim de stabilitate (80), urmate îndeaproape și de către hibridii P x N (81), în timp ce hibridii *pendula* P x P au coborât puțin sub prag (77) (Tabelul 16). Analiza comparativă a familiilor liber polenizate indică posibilitatea practicării selecției la nivelul familiei P6 (indice zveltețe = 78), la fel ca și în celelalte culturi descrise mai sus. La nivelul hibridilor se remarcă combinațiile 1x6, 7x40 și 40x7 (79). În acest experiment nicio combinație nu a depășit pragul de maximă vulnerabilitate, respectiv valoarea de 100 pentru indicele de zveltețe.

Caracteristicile ramurilor

Numărul de ramuri din verticil: atât familiile liber polenizate de molid cu coroană îngustă (P) cât și combinațiile având drept părinți arbori *pendula* (P x P) prezintă valori inferioare (favorabile) pentru numărul de ramuri în verticil (Tabelul 16), comparativ cu exemplarele ce se raportează la forma de coroană piramidală și largă (N, N x P, N x N), rezultat similar fiind consemnat și în testele Comandău și Ilva Mică. Diferențele dintre familiile P și N, precum și cele dintre hibrizi sunt semnificative din punct de vedere statistic ($p < 0.05$). Dintre familiile liber polenizate de molid se remarcă P7 (5,7 ramuri), urmat de P6 (6,0 ramuri) iar dintre combinațiile dialele, 1x40, 6x40 și 41x6 (toate cu 5,8 ramuri), prezintă valori inferioare cu 5% mediei experimentului (6,1 ramuri). Combinația având ambii părinți *pendula*, 7x6, s-a situat pe locul 4 (5,9 ramuri).

Grosimea ramurilor: dacă între familiile liber polenizate s-a înregistrat o diferență statistic semnificativă în favoarea molidului cu coroană îngustă, între hibrizi s-a constatat superioritatea (ramuri mai subțiri) combinațiilor ce se raportează integral (N x N) sau doar maternal (N x P) la molidul cu coroană normală, comparativ cu hibridii ce aparțin integral sau doar maternal formei *pendula* (Tabelul 16). Cele mai subțiri ramuri prezintă descendenții familiilor liber polenizate P1 și P7 (17 mm), urmați îndeaproape și de ultima familie *pendula*, P6 (18 mm) iar dintre hibrizi s-a remarcat combinația cu ambii părinți *pendula*, 7x1 (17,4 mm).

Finețea ramurilor indică proporția grosimii ramurilor din diametrul arborelui măsurat imediat sub verticilul analizat. Acest caracter urmează trendul prezentat anterior pentru numărul de ramuri în verticil și zveltețea arborilor, indicând favorabilitatea arborilor liber polenizați ce se raportează la forma *pendula*,

precum și a combinațiilor dialele P x P comparativ cu familiile liber polenizate *pyramidalis* și combinațiile dialele N x N (Tabelul 16). Diferențele, statistic semnificative, sunt de 6% între mediile familiilor obținute prin polenizare liberă și de 7% între hibrizi. Aceleași constatări s-au prezentat anterior și pentru experimentul amplasat în Carpații Orientali (Ilva Mică).

Estimarea vigorii hibride (heterozis) pentru combinațiile P x P

În testul Lepșa 1, combinațiile P x P prezintă heterozis pozitiv pentru diametrul la 1,30 m dar negativ pentru înălțimea arborilor (Tabelul 17). Hibrizii P x P prezintă și de această dată heterozis favorabil pentru zveltețea arborilor și numărul de ramuri din verticil și nefavorabil pentru grosimea ramurilor.

Tabelul 17. Estimarea vigorii hibride pentru combinațiile P x P (ambii părinți *pendula*).

Factori	Diametrul la 1,30 m	Înălțimea arborilor	Diametrul coroanei	Zveltețea arborilor	Nr. ramuri în verticil	Grosimea ramurilor
P x P	17,6	13,1	3,5	77	6,0	21,0
Mame <i>pendula</i>	17,5	13,2	3,6	79	6,1	20,9
Tați <i>pendula</i>	17,1	13,2	3,5	80	6,0	20,3
Media Mame-Tați	17,3	13,2	3,5	80	6,1	20,6
He	1,7	-0,8	0,0	-3,8	-1,6	1,9

După ce în testele Comandău și Ilva Mică hibrizii P x P au prezentat heterozis favorabil pentru diametrul coroanei, manifestând superioritate față de părinți, la Lepșa 1 și în experimentele ce se vor prezenta în continuare (Lepșa 2 și Voineasa) hibrizii au înregistrat aceeași medie ca și media părinților, în privința acestui caracter.

4. Cultura comparativă Lepșa 2

Cultura comparativă Lepșa 2 (Valea Mărului) a fost instalată în perioada 10 - 11 mai 1996, sub coordonarea domnului dr. Gheorghe Pârnuță. Este administrată de O.S.P. Obștea de Moșneni Tulnici și localizată în UP V Valea Mărului, în unitatea amenajistică 70Z (Foto 11), terenul fiind în proprietate privată.



Foto 11. Amplasamentul culturii comparative Lepșa 2 - Valea Mărului.

Procentul de supraviețuire

Investigațiile derulate în primăvara anului 2019 au stabilit un procent mediu de supraviețuire al arborilor din cultura comparativă Lepșa 2 de 95%, cel mai bun rezultat fiind înregistrat de hibridii N x P (99%), urmați de N x N (98%) și P x N (96%). Familiile *pendula* au supraviețuit mai bine (93%) decât cele raportate la forma normală de coroană, acestea din urmă înregistrând chiar cea mai mică rată de supraviețuire (91,5%), dar o valoare foarte bună pentru acest caracter. Procentul de supraviețuire al consangvinilor a fost de 70% la forma *pendula*, respectiv de 93% la *pyramidalis*, valori mult mai ridicate decât în celelalte experimente.

Diametrul la 1,30 m

Cei 843 arbori ce compun cultura comparativă Lepșa 2 prezintă o valoare medie pentru diametrul la 1,30 m de 18,0 cm, valoarea cea mai ridicată dintre toate mediile culturilor. Atât la nivelul familiilor cât și al combinațiilor dialele s-a remarcat forma *pendula*, diferențe statistic semnificative (Tabelul 18). Media familiilor P a fost mai mare cu 6% decât a descendenților N, în timp ce P x P a depășit N x N cu 10%.

Tabelul 18. Valorile medii (\pm abaterea standard) pentru principalele caractere fenotipice analizate, la nivel de familii liber polenizate și de combinații dialele, în testul Lepșa 2.

Familii și combinații	Diametrul la 1,30 m (cm)	Înălțimea arborilor (m)	Volumul arborilor (m ³)	Creștere înălțime (cm)	Diametrul coroanei (m)	Zveltețea arborilor (indice)	Număr ramuri / verticil	Grosime ramuri (mm)	Finețe ramuri (%)
Normal (N)	17.7 \pm 3.1	13.5 \pm 1.3	0.182 \pm 0.07	63 \pm 14	3.1 \pm 0.4	78 \pm 9	8.1 \pm 1.0	20.5 \pm 3	12.4 \pm 2
<i>Pendula</i> (P)	18.7 \pm 2.8 ^a	13.3 \pm 1.3	0.200 \pm 0.06	59 \pm 17	3.1 \pm 0.4	72 \pm 9 ^a	7.1 \pm 1.1 ^a	21.2 \pm 3	12.3 \pm 2
P x P	19.2 \pm 3.4 ^b	13.1 \pm 1.2	0.206 \pm 0.08 ^b	59 \pm 17	3.1 \pm 0.4	70 \pm 9 ^b	7.1 \pm 1.0 ^b	22.5 \pm 4.0	12.7 \pm 1.5
P x N	18.6 \pm 2.7	13.6 \pm 1.2	0.197 \pm 0.07	68 \pm 16 ^b	3.2 \pm 0.4	75 \pm 9	7.8 \pm 1.0	20.9 \pm 3.4	12.3 \pm 1.6
N x P	18.7 \pm 3.2	13.7 \pm 1.1	0.204 \pm 0.07	63 \pm 18	3.1 \pm 0.4	75 \pm 11	7.9 \pm 1.1	21.4 \pm 3.4	12.4 \pm 1.7
N x N	17.5 \pm 3.1	14.1 \pm 1.0 ^b	0.185 \pm 0.07	65 \pm 19	3.1 \pm 0.4	82 \pm 12	7.8 \pm 1.2	20.3 \pm 3.1 ^b	12.4 \pm 1.5

a - diferențe semnificative între formele de coroană (N, P) la familiile obținute prin polenizare liberă;

b - diferențe semnificative între combinații (P x P, P x N, N x P, N x N). P x P și N x N fără consangvini.

Între familiile liber polenizate se remarcă din nou P6 (a patra oară), cu un diametru mediu de 19,0 cm, urmată de celelalte familii *pendula*. Dintre hibrizi s-au evidențiat trei combinații cu mamă P6, 6x40 (20,5 cm), 6x7 (20,3 cm) și 6x1 (20,0 cm), ce manifestă un pronunțat heterozis somatic. Dacă consangvini P x P (reprezențați de toate combinațiile: 1x1, 6x6, 7x7) s-au situat cu 39% sub media culturii, consangvini N x N (reprezențați de combinațiile 40x40 și 41x41) au coborât cu 38% sub media testului Lepșa 2. Consangvini s-au separat clar de restul grupurilor de combinații conform analizei Cluster (Budeanu et al. 2019b) pentru diametrul la 1,30 m și înălțimea arborilor. De asemenea, grupurile P x P s-au separat clar de N x N, în timp ce combinațiile factoriale (P x N, N x P) nu se separă între ele.

Înălțimea arborilor

Pentru acest caracter se remarcă arborii ce se raportează la forma normală de coroană, în special hibridii N x N (14,1 m), urmați de N x P. Arborii liber polenizați de moldid cu coroană normală prezintă înălțimi ușor superioare (diferențe statistic ne semnificative) celor ce aparțin formei *pendula* (Tabelul 18). Cu toate acestea, la nivel de familie s-au evidențiat descendenții arborelui P1, cu o înălțime medie de 13,8 m, urmați de două familii *pyramidalis*, N39 și N40 (ambele 13,7 m). Dintre combinațiile dialele s-au remarcat 41x40 (14,7 m, a doua la Lepșa 1), 1x40 (14,5 m) iar pe locurile 3-4 s-au clasat factorialele reciproce 6x40 și 40x6 (14,4 m, respectiv 14,3 m). Consangvini *pendula* și *pyramidalis* au înregistrat înălțimi medii inferioare cu 35%, respectiv 32%, mediei experimentului (13,4 m).

Volumul arborilor

Valoarea medie pentru volumul celor 843 de arbori din cultura comparativă Lepșa 2 a fost de 0,194 m³. Primii doi arbori, hibrizi ce aparțin combinațiilor 1x41 și 7x6, au înregistrat valori de 3,0 - 3,2 ori mai mari decât media experimentului, manifestând totodată un pronunțat heterozis somatic pozitiv. Această superioritate a formelor hibride, întâlnită în toate culturile, este întărită și de faptul că, în testul Lepșa 2, dintre primii 20 de arbori doar unul singur nu este hibrid. La nivelul mediilor per familii și combinații dialele se remarcă din nou familia P6 (0,202 m³), precum și combinația 6x40 (0,248 m³). Consangvinii *pendula* și *pyramidalis* au înregistrat rezultate modeste în privința acumulării de masă lemnoasă, situându-se cu 65%, respectiv 70%, sub media testului Lepșa 2.

Creșterea în înălțime din ultimul an

În testul Lepșa 2, creșterea medie în înălțime din ultimul an a fost de 61 cm, valorile medii la nivel de familie fiind apropiate, în timp ce hibrizii P x N au înregistrat o creștere medie semnificativ mai mare în comparație cu ceilalți hibrizi (Tabelul 18). În ultimul an, cele mai active creșteri în înălțime au înregistrat descendenții arborelui N39 (65 cm) și mai ales hibrizii 1x40 (95 cm, primii și la Lepșa 1), în timp ce consangvinii au înregistrat creșteri inferioare cu 32% (P) și 54% (N) mediei culturii.

Diametrul coroanei

Molidul cu coroană îngustă (*pendula*) prezintă, în cultura comparativă Lepșa 2 (la fel ca și în testul Lepșa 1), valori identice celor înregistrate de molidul cu coroană normală (*pyramidalis*) atât pentru familiile liber polenizate cât și pentru combinațiile cu mamă diferită (Tabelul 18). Dintre familiile liber polenizate se remarcă P1, cu o valoare medie pentru diametrul coroanei de 3,0 m, inferioare cu doar 3% mediei experimentului. Familia P6, se situează pe locul al patrulea, cu o valoare pentru diametrul coroanei de 3,1 m, identică mediei experimentului. Șapte dintre combinații prezintă cele mai reduse medii pentru acest caracter (3,0 m): o combinație P x P (1x7), una N x N (41x39) și 5 factoriale. Chiar dacă valorile pentru diametrul coroanei sunt practic egale între cele două forme de coroane, există arbori și hibrizi *pendula* ce pot fi selecționați, dintre primii 25 arbori (cu cele mai reduse coroane, 1,8 - 2,2 m), 13 au cel puțin apartenență maternă la forma *pendula*.

Zveltețea arborilor

Pentru zveltețea arborilor (înălțimea arborilor / diametrul la 1,30 m), în testul Lepșa 2, atât familiile liber polenizate *pendula*, cât și hibrizii *pendula*

(P x P), se situează sub prag optim de stabilitate (80) indicat de Popa (2005), diferențele față de familiile liber polenizate și respectiv hibridii *pyramidalis* fiind semnificative din punct de vedere statistic (Tabelul 18). Analiza comparativă a familiilor liber polenizate indică posibilitatea practicării selecției la nivelul familiei P6 (indice zveltețe = 68), la fel ca și în celelalte culturi descrise mai sus. La nivelul hibridilor se remarcă în bloc combinațiile P x P, cu valori ale indicelui de zveltețe de 65 - 74. Și în acest experiment (la fel ca la Lepșa 1) nici o combinație nu a depășit pragul de maximă vulnerabilitate, respectiv valoarea de 100 pentru indicele de zveltețe.

Caracteristicile ramurilor

Numărul de ramuri din verticil: atât familiile de molid cu coroană îngustă (P) cât și combinațiile având drept părinți arbori *pendula* (P x P) prezintă valori inferioare (favorabile) pentru numărul de ramuri în verticil (Tabelul 18), comparativ cu exemplarele ce se raportează la forma de coroană piramidală și largă (N, N x P, N x N), rezultat similar fiind consemnat și în celelalte culturi prezentate anterior. Atât diferențele dintre familiile liber polenizate P și N, cât și acelea dintre hibridii ce se raportează maternal la cele două forme, sunt semnificative din punct de vedere statistic ($p < 0.05$). Dintre familiile liber polenizate de molid se remarcă din nou P7 (6,6 ramuri), urmat de P1 și P6 (7,2 și 7,5 ramuri) iar dintre combinațiile dialele, 7x6 (6,7 ramuri), prezintă valori inferioare cu 16% mediei experimentului. Aceeași combinație s-a remarcat și în testul Lepșa 1, ceea ce evidențiază componenta genetică a acestui rezultat.

Grosimea ramurilor: dacă între familiile liber polenizate diferențele au fost ne semnificative din punct de vedere statistic, dar cu un plus de favorabilitate pentru molidul cu coroană normală (ramuri mai subțiri), între hibridii s-a constatat superioritatea (ramuri mai subțiri) combinațiilor ce se raportează integral la molidul cu coroană normală (N x N), comparativ cu hibridii ce aparțin integral formei *pendula* (P x P), diferențele fiind statistic semnificative (Tabelul 18). Cele mai subțiri ramuri prezintă familiile P1 și N41 (20 mm), urmați îndeaproape de P6, N39 și N40 (21 mm) iar dintre hibridii s-a remarcat combinația 1x40 (18 mm).

Finețea ramurilor indică proporția grosimii ramurilor din diametrul arborelui măsurat imediat sub verticilul analizat. Acest caracter urmează trendul prezentat anterior pentru numărul de ramuri în verticil și zveltețea arborilor, indicând favorabilitatea arborilor ce se raportează la forma *pendula* comparativ cu cei ce aparțin formei *pyramidalis* (Tabelul 18). Atât diferențele dintre familiile liber polenizate cât și acelea dintre hibridii sunt ne semnificative din punct de vedere statistic. Aceleași constatări s-au prezentat anterior și pentru experimentele Ilva Mică și Lepșa 1.

Estimarea vigorii hibride (heterozis) pentru combinațiile P x P

În testul Lepșa 2, combinațiile P x P prezintă heterozis pozitiv pentru diametrul la 1,30 m dar negativ pentru înălțimea arborilor (Tabelul 19). Hibridii P x P prezintă și de această dată heterozis favorabil pentru zveltețea arborilor și numărul de ramuri din verticil și nefavorabil pentru grosimea ramurilor.

Tabelul 19. Estimarea vigorii hibride pentru combinațiile P x P (ambii părinți *pendula*).

Factori	Diametrul la 1,30 m	Înălțimea arborilor	Diametrul coroanei	Zveltețea arborilor	Nr. ramuri în verticil	Grosimea ramurilor
P x P	19,2	13,1	3,1	70	7,1	22,5
Mame <i>pendula</i>	18,8	13,4	3,2	73	7,5	21,6
Tați <i>pendula</i>	18,9	13,5	3,1	73	7,6	21,9
Media Mame-Tați	18,8	13,4	3,1	73	7,5	21,7
He	2,1	-2,2	0,0	-4,1	-5,3	3,7

Pentru zveltețea arborilor și numărul de ramuri din verticil, în cultura comparativă Lepșa 2 s-au obținut cele mai ridicate valori pentru heterozis dintre toate culturile, ceea ce indică existența unor condiții ce au favorizat o dezvoltare mai bună a formelor hibride față de părinți (Tabelul 19).

5. Cultura comparativă Voineasa

Cultura comparativă Voineasa (Puru) a fost instalată la data de 18 mai 1996, sub coordonarea ing. V. Vintilă. Este administrată de O.S. Voineasa și localizată în UP IV Puru, în unitatea amenajistică 44A.

Procentul de supraviețuire

Procentul mediu de supraviețuire al arborilor din cultura comparativă Voineasa este de 85%, cel mai bun rezultat fiind înregistrat de hibridii P x P (91%), urmați de N x P (90%) și P x N (87%). Familiile liber polenizate *pendula* au supraviețuit mai bine (82%) decât cele raportate la forma normală de coroană, acestea din urmă înregistrând (din nou) și cea mai mică rată de supraviețuire (79%), totuși o valoare acceptabilă pentru acest caracter. Procentul de supraviețuire al consangvinilor a fost de 42% la forma *pendula*, respectiv de 64% la *pyramidalis*.

Diametrul la 1,30 m

Cei 895 arbori ce compun cultura comparativă Voineasa prezintă o valoare medie pentru diametrul la 1,30 m de 14,1 cm, valoare identică cu cea mai mică medie, consemnată în testul Comandău. Dacă la nivelul familiilor liber polenizate

s-a remarcat forma *pendula*, media familiilor P fiind mai mare cu 4% decât a descendenților N (diferențe statistic nesemnificative), între combinațiile dialele, P x P a fost depășită cu 10% de N x P și cu 1% de P x N, depășind la rândul său combinația N x N cu 2% (Tabelul 20).

Dintre familii, cea mai ridicată valoare pentru diametrul la 1,30 a obținut P7 (16,1 cm) secondată de P6 (14,9 cm). Dintre hibrizi s-a remarcat 7x41 (15,9 cm), urmat de 39x6 și 41x40 (ambele cu 15,3 cm) și de 7x6 (15,0 cm). Dacă consangvinii P x P (reprezentați doar de combinația 6x6) s-au situat cu 55% sub media culturii, consangvinii N x N (reprezentați de combinațiile 40x40 și 41x41) au coborât cu 20% sub media culturii Voineasa.

Tabelul 20. Valorile medii (\pm abaterea standard) pentru principalele caractere fenotipice analizate, la nivel de familii liber polenizate și de combinații dialele, în testul Voineasa

Familii și combinații	Diametrul la 1,30 m (cm)	Înălțimea arborilor (m)	Volumul arborilor (m ³)	Creștere înălțime (cm)	Diametrul coroanei (m)	Zveltețea arborilor (indice)	Număr ramuri / verticil	Grosime ramuri (mm)	Finețe ramuri (%)
Normal (N)	14.3 \pm 2.1	10.6 \pm 1.1	0.097 \pm 0.03	80 \pm 13	3.1 \pm 0.6	76 \pm 7	6.0 \pm 0.9	17.9 \pm 3	13.8 \pm 2
<i>Pendula</i> (P)	14.8 \pm 2.7	10.4 \pm 1.3	0.099 \pm 0.04	75 \pm 18	3.1 \pm 0.5	72 \pm 10 ^a	6.0 \pm 0.9	18.5 \pm 3	13.6 \pm 3
P x P	14.1 \pm 2.7	10.1 \pm 1.2	0.090 \pm 0.04	79 \pm 15	3.1 \pm 0.5	73 \pm 9 ^b	6.0 \pm 0.8	17.7 \pm 4	13.8 \pm 3
P x N	14.3 \pm 2.5	10.0 \pm 1.2	0.085 \pm 0.03	80 \pm 17	3.2 \pm 0.5	75 \pm 9	6.2 \pm 1.0	17.7 \pm 3	14.4 \pm 3
N x P	14.6 \pm 2.6 ^b	10.6 \pm 1.1 ^b	0.099 \pm 0.04 ^b	80 \pm 16	3.1 \pm 0.6	75 \pm 10	6.0 \pm 0.9	18.1 \pm 3	13.6 \pm 3 ^b
N x N	13.8 \pm 2.6	10.5 \pm 1.2	0.090 \pm 0.04	80 \pm 17	3.0 \pm 0.5 ^b	78 \pm 10	5.9 \pm 0.9 ^b	17.2 \pm 3 ^b	13.7 \pm 3

a - diferențe semnificative între formele de coroană (N, P) la familiile obținute prin polenizare liberă;

b - diferențe semnificative între combinații (P x P, P x N, N x P, N x N). P x P și N x N fără consangvini.

Rezultatele mai slabe consemnate în testul Voineasa (Figura 12) pot fi explicate prin altitudinea ridicată (1400 m) la care este amplasată cultura. În schimb, la Comandău, în primii ani de după instalarea culturii arborii au fost puternic afectați de înghețurile târzii care au vătămat un sfert dintre arbori. Aceștia au crescut având câte 2-3 tulpini.

În ultimul an au început lucrările de extragere a tulpinilor suplimentare (Budeanu et al. 2018) și ne așteptăm la o reacție favorabilă a arborilor în anii următori.

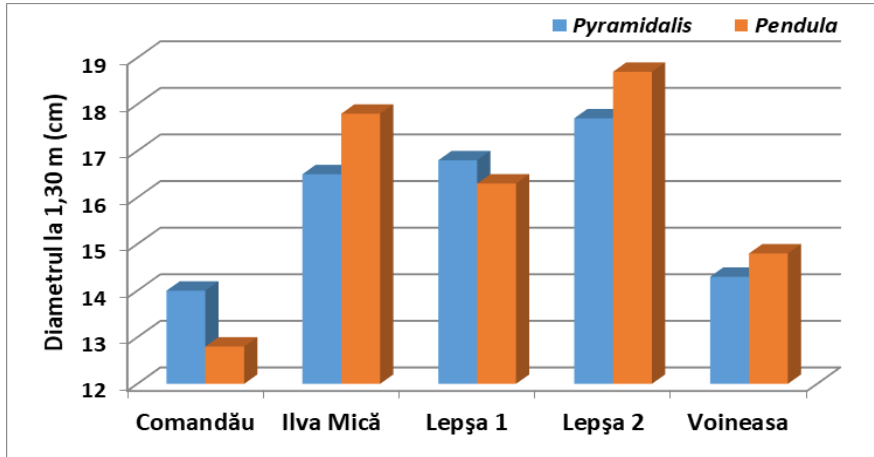


Figura 12. Influența locului de testare asupra diametrelor medii ale familiilor obținute prin polenizare liberă

Înălțimea arborilor

Pentru acest caracter se remarcă arborii ce se raportează la forma normală de coroană (N), în special arborii obținuți prin polenizare liberă (10,6 m) dar și hibridii N x P (10,6 m), urmați de N x N (10,5 m). Arborii liber polenizați de molid cu coroană normală prezintă înălțimi ușor superioare (diferențe statistic ne semnificative) celor ce aparțin formei *pendula* (Tabelul 20). Dintre familiile *pendula* s-au evidențiat descendenții arborelui P7, cu o înălțime medie de 11,1 m, depășii doar de familia *pyramidalis* N40 (11,2 m). Dintre combinațiile dialele s-a remarcat din nou 41x40 (11,2 m, prima în testul Lepșa 2 și a doua la Lepșa 1), urmată de factorialele reciproce 7x41 și 41x7 (11,0 m). Consangvinii *pendula* și *pyramidalis* au înregistrat înălțimi medii inferioare cu 50%, respectiv 14%, mediei experimentului (10,3 m).

Volumul arborilor

Valoarea medie pentru volumul celor 895 de arbori din cultura comparativă Voineasa a fost de 0,092 m³, cea mai redusă dintre toate cele 5 culturi. Primii trei arbori, hibridi ce aparțin combinațiilor 41x40 (primul și al treilea) și 39x7, au înregistrat valori de 2,3 ori mai mari decât media experimentului, manifestând și un pronunțat heterozis somatic pozitiv. Această superioritate a formelor hibride, întâlnită în toate culturile, este întărită și de faptul că, în testul Voineasa, dintre primii 24 arbori doar unul singur nu este hibrid. Se remarcă combinația 41x40, cu 4 reprezentanți între primii 17 arbori, prima între hibridi (0,116 m³). La nivelul mediilor per familii liber polenizate se remarcă familia P7 (0,122 m³),

urmată de N40 (0,105 m³) și de remarcata P6 (0,097 m³). Consangvinii *pendula* și *pyramidalis* au înregistrat rezultate modeste în privința acumulării de masă lemnoasă, situându-se cu 80%, respectiv 38%, sub media testului Voineasa.

Creșterea în înălțime din ultimul an

În testul Voineasa, creșterea medie în înălțime din ultimul an a fost de 79 cm, valorile medii la nivel de familie și combinații fiind apropiate, ne semnificative din punct de vedere statistic (Tabelul 20). În ultimul an, cele mai active creșteri în înălțime au înregistrat descendenții arborilor N39 și N40 (81 cm), urmați de P1 (80 cm) și, mai ales hibridii 40x41 și 6x39 (86 cm), în timp ce consangvinii au înregistrat creșteri inferioare cu 34% (P) și 20% (N) mediei culturii.

Diametrul coroanei

Molidul cu coroană îngustă (*pendula*) prezintă, în cultura comparativă Voineasa (la fel ca și în testele Lepșa 1 și 2), valori identice celor înregistrate de molidul cu coroană normală (*pyramidalis*) atât pentru familiile liber polenizate cât și pentru combinațiile dialele (Tabelul 20). Dintre familiile liber polenizate se remarcă din nou P1, cu o valoare medie pentru diametrul coroanei de 2,8 m, inferioare cu 10% mediei experimentului. Familia P6, se situează pe locul al patrulea, cu o valoare pentru diametrul coroanei de 3,2 m (10 cm peste media experimentului). Șase dintre combinații prezintă cele mai reduse medii pentru acest caracter (2,8 - 2,9 m): o combinație P x P (1x7), două N x N (40x39 și 40x41) și 3 factoriale P x N (1x39, 1x41 și 6x40).

Zveltețea arborilor

Pentru zveltețea arborilor (înălțimea arborilor / diametrul la 1,30 m) și în testul Voineasa, toate familiile liber polenizate și hibridii se situează sub prag optim de stabilitate (80) indicat de Popa (2005), atât diferențele dintre familiile obținute prin polenizare liberă cât și cele dintre hibridi, favorabile formei *pendula*, fiind semnificative din punct de vedere statistic (Tabelul 20). Analiza comparativă a familiilor indică posibilitatea practicării selecției la nivelul familiei P6 (indice zveltețe = 69), la fel ca și în celelalte culturi descrise mai sus. La nivelul hibridilor se remarcă în bloc combinațiile P x P, cu valori ale indicelui de zveltețe de 69 - 81. Și în acest experiment (la fel ca și în testele Lepșa 1 și 2) nicio combinație nu a depășit pragul de maximă vulnerabilitate, respectiv valoarea de 100 pentru indicele de zveltețe.

Caracteristicile ramurilor

Numărul de ramuri din verticil: în testul Voineasa, situat la cea mai mare altitudine, nu s-au semnalat diferențe între familiile obținute prin polenizare

liberă în privința numărului de ramuri din verticil, în timp ce diferențele dintre hibrizi sunt semnificative din punct de vedere statistic (Tabelul 20). Dintre familiile liber polenizate de molid se remarcă din nou P1 (5,8 ramuri), iar dintre combinațiile dialele, 40x6 (5,5 ramuri) prezintă valori inferioare cu 8% mediei experimentului (6,0 ramuri). În testul Voineasa s-a înregistrat cea mai redusă valoare medie pentru acest caracter (5,98 ramuri), aproape egală cu valoarea consemnată în cultura Ilva Mică (6,02 ramuri) și cu 25% mai mică decât valoarea consemnată în testul Lepșa 2.

Grosimea ramurilor: dacă între familiile liber polenizate diferențele au fost ne semnificative din punct de vedere statistic, dar cu un plus de favorabilitate pentru molidul cu coroană normală (ramuri mai subțiri), între hibrizi s-a constatat superioritatea (ramuri mai subțiri) combinațiilor ce se raportează integral la molidul cu coroană normală (N x N), comparativ cu hibridii ce aparțin integral formei *pendula* (P x P), diferențele fiind statistic semnificative (Tabelul 20) și în același trend cu cele consemnate în testul Lepșa 2. Cele mai subțiri ramuri prezintă familiile liber polenizate N41 (17 mm), urmați îndeaproape de P6 și P1 (18 mm) iar dintre hibrizi s-a remarcat combinația 1x39 (15 mm).

Finețea ramurilor indică proporția grosimii ramurilor din diametrul arborelui măsurat imediat sub verticilul analizat. Acest caracter urmează trendul prezentat anterior pentru numărul de ramuri în verticil și zveltețea arborilor, indicând favorabilitatea arborilor liber polenizați ce se raportează la forma *pendula* comparativ cu familiile liber polenizate *pyramidalis* (Tabelul 20). Diferențele dintre familiile liber polenizate au fost ne semnificative din punct de vedere statistic. Aceleași constatări s-au prezentat anterior și pentru experimentele Ilva Mică, Lepșa 1 și Lepșa 2.

Estimarea vigorii hibride (heterozis) pentru combinațiile P x P

În testul Voineasa, combinațiile P x P prezintă heterozis zero pentru diametrul la 1,30 m și din nou negativ pentru înălțimea arborilor (Tabelul 21). Hibridii P x P prezintă și de această dată heterozis favorabil pentru zveltețea arborilor și numărul de ramuri din verticil și, în premieră, tot favorabil și pentru grosimea ramurilor.

Tabelul 21. Estimarea vigorii hibride pentru combinațiile P x P (ambii părinți *pendula*).

Factori	Diametrul la 1,30 m	Înălțimea arborilor	Diametrul coroanei	Zveltețea arborilor	Nr. ramuri în verticil	Grosimea ramurilor
P x P	14,1	10,1	3,1	73	6,0	17,7
Mame <i>pendula</i>	13,8	10,0	3,1	74	6,1	17,7
Tați <i>pendula</i>	14,3	10,4	3,1	74	6,0	17,9
Media Mame-Tați	14,1	10,2	3,1	74	6,1	17,8
He	0,0	-1,0	0,0	-1,4	-1,6	-0,6

6.2. Influența locului de testare

Folosind Griffing Multienvironment RCBD (metoda 3, modelul 1, Griffing 1956), s-a analizat interacțiunea combinației x localității, influența locului de testare, a micromediului din fiecare test, a combinațiilor, a capacității generale și specifice de combinare (CGC, CSC), efectele reciproce, materne și nematernale (Tabelul 22).

Tabelul 22. Influența locului de testare, a repetițiilor și a componentelor genetice asupra caracterelor studiate.

Surse de variație	G.L.	Varianța și nivelul de semnificație pentru:									
		D	Îa	Va	Cr	Dc	Za	Nrv	Gr	Fr	
Cultura	4	2269***	1839***	1.493***	81687***	18.5***	21891***	303***	1259***	883***	
Repetiția (în cultură)	3	97***	42***	0.055***	4393***	3.7***	949***	8.1***	101***	48***	
Combinația	29	78***	15**	0.024**	664	0.78	2186***	4.2***	110***	15	
CGC	5	51***	5	0.013*	524	0.22	1967***	4.4***	78***	7.4	
CSC	9	8	4	0.005	238	0.25	60	0.17	9	1.8	
Efectele reciproce	15	14	4*	0.006	313	0.29	82	1.14	13	3.2	
Efectele materne	5	25	7**	0.010	258	0.19	136	2.2**	16	5.1	
Efecte nematernale	10	9	3	0.004	340	0.33	55	0.61	11	2.3	
Cultura x combinația	116	25***	8***	0.012***	547***	0.73***	288***	1.5***	32***	10***	
Cultura x CGC	20	8	3	0.003	107	0.36	247*	0.45	15	4.2	
Cultura x CSC	36	5	1	0.002	268	0.15	51	0.50	6	2.0	
Cultura x Ef. Rec.	60	10	2	0.005	197	0.41*	98	0.32	10	2.9	
Cultura x Ef. Mat.	20	12	2	0.006	243	0.71***	172	0.44	14	2.3	
Cultura x Ef. Nemat.	40	9	3	0.005	175	0.26	61	0.27	8	3.3	
Eroare	2732	12	2	0.005	287	0.29	155	0.71	15	5.2	

CGC = Capacitatea Generală de Combinare, CSC = Capacitatea Specifică de Combinare. Ef. Rec. = Efectele reciproce, Ef. Mat. = Efectele materne, Ef. Nemat. = efectele ce nu se datorează mamei. GL = gradele de libertate. D, Îa, ..., Fr = caracterele fenotipice descrise în tabelul anterior. *p < 0,05. **p < 0,01. ***p < 0,001.

A rezultat o influență foarte semnificativă a locului de testare ($p < 0,001$) dar și a interacțiunii combinații x localități, astfel că combinațiile reacționează diferit la schimbarea locului de testare, cu implicații majore în mișcarea materialelor forestiere de reproducere. Alte cercetări derulate anterior la molid (Budeanu et al. 2012a, 2014, Popescu et al. 2015, Șofletea & Budeanu 2015) s-au încheiat cu aceeași recomandare privind adoptarea cu maximă precauție a deciziilor privind transferul materialelor forestiere de reproducere în afara regiunilor de proveniență de unde au fost recoltate.

În interiorul culturilor, pentru toate caracterele analizate a rezultat o influență foarte semnificativă a repetiției, fapt ce întărește necesitatea amplasării culturilor comparative cu repetiții. Pentru 5 dintre cele 8 caractere a rezultat o influență semnificativă - foarte semnificativă a combinației și a capacității generale de combinare în timp ce capacitatea specifică de combinare nu a influențat semnificativ caracterele analizate (Tabelul 22).

6.3. Eritabilitatea caracterelor și câștigul genetic estimat

În toate culturile comparative, cea mai ridicată rată de transmitere genetică în descendență s-a obținut pentru zveltețea arborilor (0,44), unul dintre cele mai importante caractere în privința stabilității arboretelor. A doua medie pentru eritabilitate (0,22) s-a obținut pentru grosimea ramurilor, caracter deosebit de important pentru calitatea lemnului și rezistența la rupturile provocate de zăpadă, cu o rată mare de transmitere genetică în culturile comparative Comandău (0,40) și Lepșa 2 (0,39). Pentru principalele caractere cantitative eritabilitatea a fost foarte redusă (Budeanu et al 2019b).

Ținând cont de rata de transmitere genetică a caracterelor în descendență, selecția, în toate culturile ar trebui direcționată spre alegerea arborilor *pendula* ce prezintă cele mai mici valori pentru zveltețea arborilor, al doilea criteriu fiind grosimea ramurilor.

Câștigul genetic: selecția individuală în favoarea celor mai valoroase 100 dintre familiile hibride având cel puțin mama cu apartenență la molidul cu coroană îngustă (cross *pendula* selection) a condus la estimarea unor câștiguri genetice importante (Tabelul 23). Astfel, cele mai mari valori pentru câștigul genetic s-au obținut pentru zveltețea arborilor, caracterul cu cea mai mare rată de transmitere genetică. Câștigul genetic pentru acest caracter deosebit de important pentru stabilitatea arboretelor la vânt și zăpadă a fost cuprins între 37%, în testul situat la cea mai mare altitudine, până la 93%, în testul Lepșa 2, experimentul în care s-au înregistrat cele mai valoroase rezultate pentru majoritatea caracterelor analizate. Valori importante pentru câștigul genetic s-au mai obținut pentru grosimea ramurilor dar și pentru diametrul la 1,30 m (Tabelul 23).

Tabelul 23. Câștigul genetic așteptat (%) pentru caracterele analizate prin selecția celor mai valoroase 100 de familii hibride cu mamă *pendula*.

Testul	Câștigul genetic (%) pentru caracterele:					
	Diametrul la 1.30 m	Înălțimea arborilor	Diametrul coroanei	Zveltețea arborilor	Nr. ramuri verticil	Grosimea ramurilor
Comandău	12	0	2	81	1	31
Ilva Mică	4	1	1	62	0	3
Lepșa 1	8	0,3	0	63	0	2
Lepșa 2	10	3	0	93	6	13
Voineasa	9	2	1	37	1	10
Media	9	1	1	67	2	12

Din cele prezentate în acest capitol rezultă foarte clar necesitatea selecției în favoarea molidului *pendula*, în primul rând în funcție de zveltețea arborilor, caracter ce permite un eșantion mai mare de arbori, numărul arborilor *pendula* cu indice de zveltețe mai mic de 90 fiind: 243 la Comandău, 199 la Ilva Mică, 242 în testul Lepșa 1, 395 la Lepșa 2 și 432 la Voineasa. Toți acești arbori vor fi incluși în procesul de selecție iar dintre ei vor fi selecționați cei ce prezintă cele mai subțiri ramuri (cât mai puține în verticil) și valori cât mai ridicate pentru diametrul la 1,30 m.

6.4. Concluzii capitol

Atât familiile *pendula* obținute prin polenizare liberă cât și combinațiile dialele ce se raportează cel puțin matern la forma *pendula* au înregistrat rezultate superioare molidului cu coroană normală pentru cele mai importante caractere implicate în selecție (cele care asigură stabilitatea molidișurilor la acțiunea vătămătoare a factorilor abiotici perturbanți, vânt și zăpadă): zveltețea arborilor, procentul de supraviețuire, numărul de ramuri în verticil, grosimea ramurilor și diametrul coroanei.

Pentru zveltețea arborilor (înălțime/ diametru la 1,30 m) s-a obținut și cea mai mare rată de transmitere în descendență (exprimată prin eritabilitate și câștig genetic), urmată de grosimea ramurilor, acestea fiind și caracterele indicate pentru etapa viitoare de selecție.

Per ansamblul celor 5 culturi, rezultatele au fost foarte puternic influențate de locul de testare, de combinație, capacitatea generală de combinare și de interacțiunea dintre combinație și locul de testare.

Consangvinii au înregistrat o rată redusă de supraviețuire (42%) iar marea lor majoritate sunt dominați și vor dispărea în anii următori.

7. VARIABILITATEA GENETICĂ A MOLIDULUI CU COROANĂ ÎNGUSTĂ ȘI A MOLIDULUI PIRAMIDAL ÎN CULTURI COMPARATIVE HALF-SIB

Marius BUDEANU¹, Emanuel BEȘLIU¹, Raul Gheorghe RADU¹

Obiectivul cercetărilor prezentate în acest capitol a constat în analiza comparativă a performanțelor de creștere și adaptare ale molidului cu coroană îngustă și ale molidului piramidal (forma normală de coroană), în culturile comparative de descendențe materne Măneciu și Soveja, instalate în primăvara anului 1994. Adaptabilitatea unui număr de 24 familii *pendula* și 24 *pyramidalis*, originare din 8 proveniențe (Tabelul 3), s-a testat la vârsta de 25 ani.

7.1. Analiza la nivelul fiecărei culturi comparative

I. Cultura comparativă Măneciu (Prahova)

Cultura comparativă Măneciu a fost instalată în perioada 1-5 aprilie 1994, în cadrul ocolului silvic Măneciu, în UP IV Suzana, u.a. 69V, pe o suprafață de 1,1 ha. Condițiile de biotop sunt favorabile molidului.

Măsurătorile efectuate în toamna anului 2018 au vizat principalele caractere de creștere, calitate și rezistență: înălțimea arborilor, diametrul la 1,30 m, diametrul coroanei, numărul de ramuri și grosimea ramurii dominante din verticilul cel mai apropiat de înălțimea de 2,2 m. În funcție de înălțimea arborilor și diametrul la 1,30 m, la birou s-au calculat alte două caractere: volumul (Giurgiu et al. 2004) și zveltețea arborilor.

Înălțimea arborilor

Valoarea medie pentru înălțimea celor 1920 arbori de molid ce compun cultura comparativă half-sib Măneciu, 16,2 m (Tabelul 24), se situează deasupra valorii maxime corespunzătoare clasei I de producție pentru molidul de 25 ani, fapt ce confirmă valoarea deosebită a acestor proveniențe și implicit necesitatea utilizării cu prioritate în lucrările de împădurire a materialelor forestiere de reproducere provenite din sursele de semințe genetic ameliorate, incluse în

¹ INCDS „Marin Drăcea”.

Cataloagele Naționale (Pârnuță et al. 2011, 2012).

Valorile medii la nivel de cultură arată o egalitate între cele două forme de coroană de molid, dar apar diferențe între proveniențe (foarte semnificative d.p.d.v. statistic, Tabelul 25) și chiar între forme în interiorul provenienței (Tabelul 24). Se remarcă arborii ce aparțin formei *pendula* (P) din proveniența 1 (Stâna de Vale I), urmați de P5 și N5 (proveniența Cetățile Ponorului, apropiată de Stâna de Vale și situată tot în munții Apuseni). Dacă analizăm comparativ cele două forme de coroană de molid la nivelul fiecărei proveniențe constatăm o ușoară superioritate a molidului *pendula* în interiorul proveniențelor 1, 2, 7 și 8 (Tabelul 24).

Analiza varianței indică, pe lângă influența foarte semnificativă a provenienței ($p < 0.1\%$) și o influență tot foarte semnificativă a microreliefului, exprimată prin factorul repetiția, ceea ce întărește necesitatea instalării culturilor comparative cu repetiții pentru a se reduce cât mai mult influența neuniformității terenului asupra rezultatelor obținute de fiecare proveniență. Această constatare este valabilă pentru toate caracterele analizate (Tabelul 25).

Diametrul la 1,30 m

Și pentru acest important caracter de creștere, valorile medii la nivel de cultură arată o egalitate între cele două forme de coroană de molid, dar apar diferențe între proveniențe (semnificative d.p.d.v. statistic, Tabelul 25) și chiar între forme, în interiorul provenienței (Tabelul 24). Și de această dată se remarcă arborii ce aparțin formei *pendula* din proveniența 1 (Stâna de Vale I), depășiți doar de descendenții N5 (Cetățile Ponorului).

Tabelul 24. Valorile medii la nivel de proveniență și formă de coroană, înregistrate în cultura Măneciu.

Proveniența / forma coroană	Înălțimea arborilor (m)	Diametrul la 1,30 m (cm)	Volumul arborilor (m ³)	Indicele de zveltețe (h/d)	Diametrul coroanei (m)	Numărul de ramuri din verticil	Grosimea ramurilor (mm)
P1	16.6	17.6	0.229	94	2.5	6.2	21.9
N1	16.3	16.6	0.197	98	2.5	6.1	21.5
P2	16.3	17.2	0.216	95	2.4	6.0	21.2
N2	16.2	16.9	0.211	96	2.6	6.3	22.0
P3	15.8	16.5	0.195	96	2.4	6.3	20.5
N3	16.1	17.0	0.211	95	2.6	6.3	21.9
P4	16.3	17.2	0.214	95	2.5	6.1	21.8
N4	16.5	17.4	0.221	95	2.7	6.2	22.8
P5	16.5	17.4	0.222	95	2.4	6.2	22.1
N5	16.3	17.8	0.228	92	2.7	6.1	23.1
P6	16.0	16.6	0.197	96	2.5	6.0	21.1
N6	16.4	17.3	0.219	95	2.7	6.1	22.4
P7	15.6	16.5	0.196	95	2.5	6.2	20.6
N7	15.4	16.4	0.191	94	2.6	6.1	20.8
P8	16.4	17.3	0.216	95	2.4	6.1	21.9
N8	16.2	16.9	0.204	96	2.6	6.0	22.1
Media pendula	16.2±2.1	17.0±3.7	0.211±0.1	95±12	2.4±0.5	6.1±0.7	21.4±4.6
Media normală	16.2±2.1	17.0±3.5	0.210±0.1	95±12	2.6±0.5	6.1±0.7	22.1±4.8
Media Măneciu	16.2±2.1	17.0±3.6	0.210±0.1	95±12	2.5±0.5	6.1±0.7	21.7±4.7

± abaterea standard.

Dacă analizăm comparativ cele două forme de coroană de molid la nivelul fiecărei proveniențe constatăm o ușoară superioritate a molidului *pendula* în interiorul proveniențelor 1, 2, 7 și 8, același rezultat fiind consemnat și pentru înălțimea arborilor, în timp ce molidul piramidal a înregistrat o capacitate superioară de bioacumulare comparativ cu molidul cu coroană îngustă în interiorul proveniențelor 3-6 (Tabelul 24).

Cei 1920 arbori ce compun cultura comparativă Măneciu prezintă o variabilitate mult mai mare pentru diametru, comparativ cu înălțimea arborilor (abaterea standard este aproape dublă), variația fiind vizibilă chiar în interiorul aceleiași familii (Foto 12).

Tabelul 25. ANOVA pentru caracterele fenotipice determinate în cultura Măneciu.

Caracterul	Factorul	SS	DF	MS	F	p
Înălțimea arborilor	Repetiția	109.2	3	36.4	8.69	0.000
	Forma	0.2	1	0.2	0.04	0.848
	Proveniența	167.0	7	23.9	5.69	0.000
	Eroarea	7992.1	1908	4.2		
Diametrul la 1,30 m	Repetiția	390.0	3	130.0	9.99	0.000
	Forma	0.2	1	0.2	0.01	0.903
	Proveniența	211.4	7	30.2	2.32	0.023
	Eroarea	24823.9	1908	13.0		
Volumul arborilor	Repetiția	0.3249	3	0.1083	10.36	0.000
	Forma	0.0001	1	0.0001	0.01	0.908
	Proveniența	0.1503	7	0.0215	2.06	0.045
	Eroarea	19.9408	1908	0.0105		
Zvelteța arborilor	Repetiția	4061	3	1354	9.86	0.000
	Forma	44	1	44	0.32	0.571
	Proveniența	1785	7	255	1.86	0.073
	Eroarea	261961	1908	137		
Diametrul coroanei	Repetiția	13.30	3	4.43	15.73	0.000
	Forma	15.52	1	15.52	55.06	0.000
	Proveniența	1.51	7	0.22	0.77	0.615
	Eroarea	537.64	1908	0.28		
Numărul de ramuri din verticil	Repetiția	9.49	3	3.16	7.55	0.000
	Forma	0.19	1	0.19	0.45	0.503
	Proveniența	8.02	7	1.15	2.73	0.008
	Eroarea	799.96	1908	0.42		
Grosimea ramurilor	Repetiția	881.2	3	293.7	13.72	0.000
	Forma	219.4	1	219.4	10.25	0.001
	Proveniența	626.0	7	89.4	4.18	0.000
	Eroarea	40839.0	1908	21.4		

SS= suma pătratelor abaterilor, DF= gradele de libertate, MS= varianța. F= Fisher test, p<5%, semnificativ.

Volumul arborilor

Volumul arborilor s-a calculat folosind metoda ecuației de regresie bifactoriale (Giurgiu et al. 2004). Și de această dată valorile medii înregistrate la nivel de formă de coroană de molid sunt practic egale (Tabelul 24) iar nivelul de variație este foarte redus.



Foto 12. Aspecte din interiorul culturii comparative Măneciu.

Întrucât volumul arborilor se calculează în funcție de diametrul la 1,30 m și înălțimea arborilor, se repetă constatările prezentate anterior, respectiv superioritatea proveniențelor din munții Apuseni, în special 5-Cetățile Ponorului ($0,225 \text{ m}^3$), descendenții acesteia înregistrând un volum mediu mai mare cu 16% față de proveniența ce a realizat cea mai redusă valoare pentru volumul arborilor, 7-Horoaba (Dâmbovița, platoul Bucegi). Molidul cu coroană îngustă a înregistrat creșteri superioare în volum, în comparație cu forma clasică de molid, la nivelul proveniențelor 1,2,7,8 (Tabelul 24).

ANOVA (Tabelul 25) indică o influență semnificativă a provenienței ($p < 5\%$) în timp ce forma de coroană nu influențează semnificativ volumul arborilor.

Zveltețea arborilor

Indicele de zveltețe al arborilor, exprimat prin raportul dintre înălțimea arborilor și diametrul la 1,30 m (h/d), este un indicator foarte important în privința stabilității pădurilor de molid, considerându-se că o valoare mai mare de 80 poate indica o rezistență scăzută a molidșurilor la acțiunea combinată a factorilor abiotici perturbanți, vânt și zăpadă (Popa 2005). Alte cercetări recomandă ca valoarea indicelui de zveltețe să fie sub 100, iar arborii de molid să prezinte diametre ale coroanelor cât mai reduse (Konopka 1979, Ichim 1993, Lekes & Dandul 2000, Barbu 2004, Mäkinen & Isomäki 2004, Slodičák et al. 2013).

În testul Măneciu, la vârsta de 25 ani, arborii de molid prezintă o valoare medie a indicelui de zveltețe de 95, valoare ce indică un nivel ridicat de vulnerabilitate a arboretului la doborâturi de vânt. Valoarea medie este egală la ambele forme de coroană de molid în timp ce, la nivel de proveniență se remarcă din nou populația 5-Cetățile Ponorului, din Apuseni (Tabelul 24). Dacă s-ar direcționa selecția în favoarea molidului cu coroană îngustă ar trebui promovate familiile P1, P2 și P8, care au înregistrat valori mai mici (favorabile) ale indicelui de zveltețe comparativ cu molidul piramidal (forma normală de coroană). Analiza varianței pentru zveltețea arborilor (Tabelul 25) indică o influență nesemnificativă atât a provenienței cât și a formei de coroană de molid.

Barbu (2004) a prezentat valorile optime pentru un arboret încadrat în clasa mijlocie de risc, la vârsta de 25 ani, astfel: $h/d = 90$, numărul de arbori la hectar = 1727 și înălțimea medie a arboretului = 11,5 m. La Măneciu valorile sunt: $h/d = 95$, numărul de arbori la hectar = 1745 și înălțimea medie a arboretului = 16,2 m. Pentru sporirea stabilității, arboretul trebuie parcurs cu 1-2 rărituri de intensitate slabă-moderată prin care să se reducă competiția pentru lumină (creșterea în înălțime) și să se intensifice astfel creșterea în diametru.

Diametrul coroanei

Cercetările de față investighează oportunitatea promovării ideotipului de molid cu coroană îngustă, fapt ce face ca acest caracter, diametrul coroanei, să fie unul de maxim interes. Împreună cu zveltețea arborilor, diametrul coroanei reprezintă un indicator al stabilității molidișurilor, coroanele cât mai înguste fiind cele mai indicate pentru creșterea rezistenței la rupturi de zăpadă și doborâturi de vânt.

Cei 960 arbori de molid cu coroană îngustă din cultura comparativă Măneciu prezintă o valoare medie pentru diametrul coroanei de 2,4 m (Tabelul 24), mai mică cu 8% decât media consemnată pentru arborii ce se raportează la forma clasică de coroană de molid, diferență foarte semnificativă ($p < 0.1\%$) din punct de vedere statistic (Tabelul 25). Toate cele 8 familii de molid cu coroană îngustă prezintă valori medii foarte apropiate pentru acest caracter, cuprinse între 2,4 și 2,5 m. În interiorul proveniențelor, molidul cu coroană îngustă prezintă de fiecare dată o valoare mai mică pentru diametrul coroanei, comparativ cu molidul piramidal (excepție proveniența 1, unde diametrele coroanelor sunt egale). Se remarcă molidul *pendula* din proveniența Cetățile Ponorului ce prezintă o valoare medie pentru acest caracter mai mică cu 11% față de molidul piramidal din aceeași proveniență, aceasta reprezentând cea mai mare diferență între familiile din aceeași proveniență. La egalitate cu familia amintită, alte 3 familii de molid cu coroană îngustă, Stâna de Vale III, Izbug I și Cucureasa, prezintă valoarea cea mai redusă pentru diametrul coroanei (2,4 m).

Numărul de ramuri din verticil

Caracteristicile ramurilor analizate în lucrarea de față sunt deosebit de importante atât pentru calitatea lemnului cât și pentru stabilitatea pădurilor de molid. Astfel, numărul de ramuri din verticil și grosimea ramurilor influențează calitatea lemnului prin numărul de noduri din lemn și mărimea acestora, iar rezistența arborelui prin cantitatea de zăpada reținută în coronament, direct proporțională cu cele două caractere (Isik & Isik 1999, Mäkinen & Hein 2006, Moberg 2006, Kantola et al. 2007, Hein et al. 2008, Barszcz et al. 2010).

Valoarea medie a numărului de ramuri din verticilul situat la înălțimea de 2,2 m pe trunchi este de 6.1 atât pentru arborii ce aparțin molidului cu coroană îngustă cât și pentru descendenții ce se raportează la forma normală de coroană de molid (Tabelul 24). Între proveniențe s-au obținut diferențe distinct semnificative ($p < 1\%$) prin aplicarea testului ANOVA (Tabelul 25), astfel că selecția ar trebui direcționată spre proveniențele ce prezintă cel mai redus număr de ramuri în verticil, 6-Bozovici și 8-Cucureasa. Pentru molidul cu coroană îngustă, cele mai reduse valori medii la nivel de familie s-au obținut la descendenții P2 (Stâna de Vale III) și P6 (Bozovici) (Tabelul 24).

Grosimea ramurilor

Pentru acest caracter, ce exprimă diametrul ramurii dominante din verticilul situat la înălțimea de 2.2 m pe trunchi, s-a obținut o diferență distinct semnificativă ($p < 1\%$) între cele două forme de molid, favorabilă (ramuri mai subțiri) molidului cu coroană îngustă, cu 3% (Tabelul 24 și Tabelul 25). De asemenea, testul ANOVA a evidențiat o influență foarte semnificativă ($p < 0.1\%$) a provenienței, astfel că se pot recomanda arborii de molid cu coroană îngustă din proveniențele 3-Izbuc I și 7-Horoaba. Grupul de familii *pendula* 3-Izbuc I prezintă cele mai subțiri ramuri, 20,5 mm, valoare cu 11% mai mică decât media obținută de familia situată la polul opus, N5= 23,1 mm (Tabelul 24). Proveniența 7-Horoaba prezintă ramuri subțiri la ambele forme de molid în timp ce proveniența 5-Cetățile Ponorului prezintă cele mai groase ramuri la ambele forme.

Clasamentul familiilor testate, în cultura Măneciu

În scopul recomandării unor grupuri de familii, luând în calcul trei caractere care au fost considerate cele mai importante pentru stabilitatea molidișurilor, respectiv diametrul coroanei, zveltețea arborilor și grosimea ramurilor, s-au acordat punctaje celor 16 grupuri de familii, de la +8 la -8 (+8 fiind rezultatul cel

mai favorabil, în cazul de față valorile cele mai reduse pentru cele 3 caractere).

Grupul de familii care au prezentat cea mai bună stabilitate au fost P3 (21 puncte), urmate de P7 și N7 (20 și 19 puncte), iar la polul opus s-a situat grupul de familii N4 (7 puncte). Majoritatea familiilor *pendula* (excepție P5) au obținut punctaje superioare mediei (14 puncte), în timp ce majoritatea familiilor *pyramidalis* (excepție N7) au obținut punctaje sub medie. La nivel de proveniență s-a remarcat 7-Horoaba (39 puncte), urmată de 3-Izbuc I (34 puncte), la polul opus plasându-se proveniențele 5-Cetățile Ponorului și 4- Izbuc II (20, respectiv 22 puncte).

II. Cultura comparativă Soveja (Vrancea)

Cultura comparativă de descendențe materne Soveja a fost instalată la data de 8 aprilie 1994 în cadrul ocolului silvic Soveja, în UP II Soveja, u.a. 37V, pe o suprafață de 0,8 ha. Cultura este situată în optimul ecologic al molidului (altitudinal), în condiții staționale suboptime (vezi capitolul 4).

Măsurătorile efectuate în anul 2018 au vizat aceleași caractere măsurate și în testul Măneciu: înălțimea arborilor, diametrul la 1,30 m, diametrul coroanei, numărul de ramuri din verticil și grosimea ramurilor. La birou s-au mai determinat două caractere, volumul (Giurgiu et al. 2004) și zveltețea arborilor.

Înălțimea arborilor

Valoarea medie pentru înălțimea celor 922 arbori de molid ce compun cultura comparativă half-sib Soveja, 11,5 m (Tabelul 26), se situează deasupra valorii minime corespunzătoare clasei a II-a de producție (productivitate superioară) pentru molidul de 25 ani, pe o stațiune de bonitate inferioară, fapt ce confirmă valoarea deosebită a acestor proveniențe și justifică recomandarea utilizării în lucrările de împădurire a materialelor forestiere de reproducere provenite din sursele de semințe genetic ameliorate (Pârnuță et al. 2011, 2012). Totuși, bonitatea inferioară a stațiunii se reflectă în valorile consemnate pentru acest caracter, mai mici cu 29% decât în cultura Măneciu.

Valorile medii la nivel de cultură sunt foarte apropiate între cele două forme de coroană de molid (+2% pentru *pendula*, diferență ne semnificativă d.p.d.v. statistic), dar apar diferențe foarte semnificative între proveniențe ($p < 0.1\%$, Tabelul 27). Se remarcă arborii ce aparțin formei *pendula* din proveniența 5 (Cetățile Ponorului), urmați de P2 (Stâna de Vale III) și P6 (Bozovici). Dacă analizăm comparativ cele două forme de coroană de molid la nivelul fiecărei proveniențe constatăm o ușoară superioritate a molidului *pendula* în interiorul proveniențelor 1, 2, 5 și 6, cea mai mare diferență înregistrându-se în proveniența 2-Stâna de Vale III, unde molidul *pendula* prezintă o înălțime medie superioară cu 6% formei *pyramidalis* (Tabelul

26). Molidul cu coroană normală se evidențiază în celelalte 4 proveniențe, dar diferențele față de molidul cu coroană îngustă sunt mult mai reduse (10 - 20 cm).

Analiza varianței (Tabelul 27) indică, pe lângă influența foarte semnificativă a provenienței și o influență tot foarte semnificativă a microreliefului, exprimată prin factorul repetiția, ceea ce întărește necesitatea instalării culturilor comparative cu repetiții. Această constatare este valabilă pentru toate caracterele analizate și a fost consemnată și în cultura Măneciu.

Tabelul 26. Valorile medii la nivel de proveniență și formă de coroană, înregistrate în cultura Soveja

Proveniența / forma coroană	Înălțimea arborilor (m)	Diametrul la 1,30 m (cm)	Volumul arborilor (m ³)	Indicele de zveltețe (h/d)	Diametrul coroanei (m)	Numărul de ramuri din verticil	Grosimea ramurilor (mm)
P1	11.4	14.1	0.103	84	3.2	7.1	20.0
N1	11.3	14.1	0.103	83	3.0	6.9	19.4
P2	12.0	14.8	0.119	83	3.0	7.3	19.7
N2	11.3	13.8	0.105	85	3.1	7.3	20.4
P3	11.5	14.1	0.106	84	3.0	7.6	19.2
N3	11.7	14.4	0.115	84	3.2	7.3	20.0
P4	10.6	13.5	0.091	80	2.8	6.9	18.9
N4	10.8	12.9	0.092	87	2.6	7.0	18.6
P5	12.1	15.7	0.135	79	3.3	7.2	20.8
N5	11.9	14.5	0.116	85	3.0	7.3	19.8
P6	11.9	15.3	0.127	80	3.4	7.0	22.0
N6	11.3	14.1	0.106	83	3.1	6.8	21.9
P7	11.2	13.7	0.099	84	2.9	7.1	19.6
N7	11.4	14.4	0.110	82	3.0	7.4	21.7
P8	11.8	14.8	0.116	82	3.1	7.3	19.5
N8	11.9	14.7	0.117	82	3.2	7.1	21.0
Media pendula	11.6±1.7	14.5±3.4	0.113±0.1	82±12	3.1±0.8	7.2±0.8	20.0±3.8
Media normală	11.5±1.9	14.1±3.7	0.108±0.1	84±13	3.0±0.8	7.2±0.9	20.2±4.1
Media Măneciu	11.5±1.8	14.3±3.5	0.111±0.1	83±13	3.1±0.8	7.2±0.8	20.1±3.9

± abaterea standard.

Diametrul la 1,30 m

Și pentru diametrul la 1,30 m, valorile medii la nivel de cultură arată o ușoară superioritate a molidului cu coroană îngustă (+3%), diferență foarte apropiată de pragul de semnificație ($p=0,051$).

Între proveniențe diferențele sunt semnificative (Tabelul 27) astfel că, proveniența ce a înregistrat cea mai mare valoare medie pentru diametrul la 1,30 m, 5-Cetățile Ponorului (15.1 cm), prezintă un spor de 14% față de proveniența

situată la polul opus, 4-Izbuc II. Și pentru acest caracter se remarcă arborii ce aparțin formei *pendula* din proveniența 5 (Cetățile Ponorului), urmați de alte 3 familii de molid cu coroană îngustă, P6, P2 și P8.

Tabelul 27. ANOVA pentru caracterele fenotipice determinate în cultura Soveja

Caracterul	Factorul	SS	DF	MS	F	p
Înălțimea arborilor	Repetiția	112.2	3	37.4	11.80	0.000
	Forma	3.0	1	3.0	0.93	0.334
	Proveniența	94.4	7	13.5	4.25	0.000
	Eroarea	2567.9	810	3.2		
Diametrul la 1,30 m	Repetiția	663.8	3	221.3	19.05	0.000
	Forma	44.3	1	44.3	3.81	0.051
	Proveniența	207.6	7	29.7	2.55	0.013
	Eroarea	9407.8	810	11.6		
Volumul arborilor	Repetiția	0.192718	3	0.064239	19.154	0.000
	Forma	0.006447	1	0.006447	1.922	0.166
	Proveniența	0.066736	7	0.009534	2.843	0.006
	Eroarea	2.716628	810	0.003354		
Zveltețea arborilor	Repetiția	5464	3	1821	11.61	0.000
	Forma	1095	1	1095	6.98	0.008
	Proveniența	1187	7	170	1.08	0.373
	Eroarea	127021	810	157		
Diametrul coroanei	Repetiția	57.387	3	19.129	30.95	0.0000
	Forma	0.407	1	0.407	0.66	0.4172
	Proveniența	18.715	7	2.674	4.33	0.0001
	Eroarea	500.626	810	0.618		
Numărul de ramuri din verticil	Repetiția	26.57	3	8.86	13.70	0.0000
	Forma	0.79	1	0.79	1.23	0.2679
	Proveniența	27.10	7	3.87	5.99	0.0000
	Eroarea	523.71	810	0.65		
Grosimea ramurilor	Repetiția	280.1	3	93.4	6.39	0.0003
	Forma	11.2	1	11.2	0.76	0.3822
	Proveniența	577.9	7	82.6	5.65	0.0000
	Eroarea	11828.5	810	14.6		

SS= suma pătratelor abaterilor, DF= gradele de libertate, MS= varianța. F= Fisher test, p<5%, semnificativ.

Dacă analizăm comparativ cele două forme de coroană de molid la nivelul fiecărei proveniențe constatăm superioritatea molidului *pendula* în 5 dintre proveniențe, plus una în care avem egalitate între forme (Tabelul 26).

Cei 922 arbori ce compun cultura comparativă Soveja prezintă o variabilitate mult mai mare pentru diametrul la 1,30 m, comparativ cu înălțimea arborilor (abaterea standard este aproape dublă), variația fiind vizibilă chiar în interiorul aceleiași familii (Foto 13), constatare consemnată și în cultura comparativă Măneciu.



Foto 13. Aspecte surprinse în cultura comparativă Soveja.

Volumul arborilor

Cel mai probabil din cauza stațiunii de bonitate inferioară volumul mediu al arborilor din cultura comparativă Soveja ($0,11 \text{ m}^3$) reprezintă doar puțin peste jumătatea valorii consemnate în testul Măneciu. Proveniența remarcată pentru înălțimea arborilor și diametrul la $1,30 \text{ m}$ (5-Cetățile Ponorului) se evidențiază și în privința volumului arborilor, valoarea înregistrată ($0,126 \text{ m}^3$) fiind superioară cu 15% mediei experimentului și cu 37% provenienței care a înregistrat cea mai redusă valoare pentru volumul arborilor (4-Izbuc II).

Din nou, familia elită este P5 ($0,135 \text{ m}^3$), urmată de P6 și P2, ceea ce confirmă superioritatea molidului *pendula* în privința capacității de bioacumulare. Molidul piramidal prezintă volume superioare forme *pendula* în 4 proveniențe, dar diferențele sunt reduse (Tabelul 26).

ANOVA (Tabelul 27) arată o influență distinct semnificativă a provenienței, în timp ce forma de coroane de molid nu influențează semnificativ rezultatele obținute pentru volumul arborilor. Dacă raportarea s-ar face la acest caracter, selecția ar trebui direcționată spre proveniența 5-Cetățile Ponorului, promovând cu prioritate arborii ce se raportează la forma *pendula*.

Zveltețea arborilor

Indicele de zveltețe al arborilor, exprimat prin raportul dintre înălțimea

arborilor și diametrul la 1,30 m (h/d), compensează creșterile mai reduse din cultura comparativă Soveja, valoarea medie, 83, fiind cu 13% mai mică (favorabilă) decât cea determinată pentru arborii de molid din testul Măneciu și apropiindu-se foarte mult de pragul de siguranță de 80, indicat de Popa (2005).

Dacă se compară valorile medii ale indicelui de zveltețe pentru cele 8 proveniențe (Tabelul 26), se identifică proveniența cea mai stabilă, 6-Bozovici (81.5), urmată de 5-Cetățile Ponorului și 8-Cucureasa și se observă totodată diferențele foarte reduse între proveniențe, populația Bozovici prezentând un rezultat mai favorabil cu 3% față de cele două proveniențe ce prezintă valorile cele mai ridicate pentru indicii de zveltețe, 2-Stâna de Vale III și 3-Izbuc I (84). ANOVA (Tabelul 27) consemnează în premieră o influență ne semnificativă a provenienței.

S-au constatat valori mai reduse (favorabile) ale acestui coeficient la arborii de molid cu coroană îngustă (82) comparativ cu cei ce aparțin formei normale (84), influența factorului formă fiind distinct semnificativă ($p < 1\%$) din punct de vedere statistic (Tabelul 27). Familia P5 se situează cu o unitate sub pragul de stabilitate indicat de Popa, în timp ce alte două familii *pendula* ating pragul de 80. Doar două familii *pendula* au înregistrat valori mai mari pentru zveltețea arborilor, comparativ cu descendenții familiilor *pyramidalis* (Tabelul 26).

Valorile optime pentru un arboret încadrat în clasa mijlocie de risc ar fi trebuit să fie, la vârsta de 25 ani, următoarele (Barbu 2004): h/d = 90, numărul de arbori la hectar = 1727 și înălțimea medie a arboretului = 11,5 m. La Soveja valorile sunt: h/d = 83, numărul de arbori la hectar = 1028 și înălțimea medie a arboretului = 11,5 m, valori ideale pentru stabilitatea culturii.

Diametrul coroanei

În cultura comparativă Soveja, valoarea medie pentru diametrul coroanei este 3,1 m, mai mare cu 24% decât media consemnată în testul Măneciu, cel mai probabil ca rezultat al procentului de supraviețuire mult mai redus, care a favorizat dezvoltarea coroanelor, concomitent cu reducerea creșterilor în înălțime, în absența competiției pentru lumină.

La nivel de proveniență se remarcă populația 4-Izbuc II (2,9 m), urmată de 7-Horoaba (2,95 m), în timp ce proveniențele remarcate pentru acumularea de biomasă prezintă coroane mai largi (Tabelul 26), cap de listă fiind proveniența artificială 6-Bozovici (3,25 m).

Dintre grupurile de familii de molid *pendula* se remarcă P4 și P7, dar cel mai bun rezultat l-a obținut o familie ce se raportează la molidul piramidal, respectiv N4 (2,6 m). Molidul cu coroană îngustă a înregistrat valori mai mici decât molidul piramidal în 4 dintre cele 8 proveniențe.

Analiza varianței (Tabelul 27) indică o influență foarte semnificativă a provenienței ($p < 0.1\%$) în timp ce influența formei de coroană este nesemnificativă, valoarea coeficientului p fiind cea mai mare dintre toate valorile înregistrate pentru caracterele analizate.

Numărul de ramuri din verticil

Valoarea medie a numărului de ramuri din verticilul situat la înălțimea de 2,2 m pe trunchi este de 7.2 la ambele forme de coroană de molid (Tabelul 26). Între proveniențe s-au obținut diferențe foarte semnificative ($p < 0.1\%$) prin aplicarea testului ANOVA (Tabelul 27), astfel că selecția ar trebui direcționată spre proveniențele ce prezintă cel mai redus număr de ramuri în verticil, 6-Bozovici (6.9) și 4-Izbuc II (6.95).

Pentru molidul cu coroană îngustă, cele mai reduse valori medii la nivel de familie s-au obținut la descendenții originari din populațiile prezentate mai sus, lider fiind P4 (Tabelul 26), astfel că, în funcție de acest caracter, selecția ar trebui direcționată către familia P4. Descendenții P4 s-au remarcat și pentru zveltețea arborilor (80) prezentând totodată și o valoare acceptabilă pentru diametrul coroanei, 2,8 m (cu 10% sub media experimentului), dar și cele mai reduse valori pentru înălțimea arborilor și diametrul la 1,30 m.

Grosimea ramurilor

Pentru acest caracter, ce exprimă diametrul ramurii dominante din verticilul situat la înălțimea de 2,2 m pe trunchi, s-a obținut o influență foarte semnificativă ($p < 0.1\%$) a provenienței (Tabelul 27). Tot din aplicarea testului ANOVA a rezultat influența nesemnificativă a formei de coroană.

Și pentru acest caracter deosebit de important pentru calitatea lemnului și stabilitatea pădurilor de molid se remarcă tot proveniența 4-Izbuc II (18.8 mm) ce prezintă ramuri mai subțiri cu 7% față de media culturii Soveja și cu 15% comparativ cu proveniența artificială 6-Bozovici ai cărei descendenți au prezentat cele mai groase ramuri (Tabelul 26).

Familia de molid piramidal Izbuc II prezintă cele mai subțiri ramuri, 18,6 mm, valoare cu 15% mai mică decât media obținută de familia situată la polul opus, P6= 22 mm. Proveniența 4-Izbuc II prezintă cele mai subțiri ramuri la ambele forme de molid în timp ce proveniența 6-Bozovici prezintă cele mai groase ramuri la ambele forme (Tabelul 26). Și acest caracter recomandă promovarea arborilor din proveniența 4-Izbuc II, iar ținând cont de recomandările de mai sus și de locul doi obținut pentru grosimea ramurilor, se poate recomanda forma *pendula* (P4). Există totuși un inconvenient legat de valorile foarte reduse pentru diametru și înălțime.

Clasamentul familiilor testate, în cultura Soveja

În situația de față, din cauza valorilor mai reduse obținute pentru caracterele de creștere, în clasamentul familiilor și al proveniențelor, pe lângă cele trei caractere care au fost considerate cele mai importante pentru stabilitatea molidișurilor (diametrul coroanei, zveltețea arborilor și grosimea ramurilor), s-a mai introdus în ecuație și un caracter cantitativ, respectiv volumul arborilor. S-au acordat punctaje celor 16 grupuri de familii, de la +8 la -8 (+8 fiind rezultatul cel mai favorabil, în cazul de față valorile cele mai reduse pentru cele 3 caractere de rezistență a molidișurilor și valoarea cea mai ridicată pentru volumul arborilor).

La nivel de proveniență s-a remarcat 4-Izbuc II (30 puncte), urmată de 5-Cetățile Ponorului și 8-Cucureasa (ambele cu 28 puncte), la polul opus plasându-se proveniența artificială 6-Bozovici (12 puncte). Descendenții provenienței 1-Stâna de Vale I au obținut clasări diametral-opuse la nivel de formă de coroană, primul loc la *pyramidalis* și ultimul loc la *pendula*.

Grupurile de familii care prezintă cea mai bună stabilitate dar și creșteri acceptabile sunt P2-Stâna de Vale III și P8-Cucureasa (ambele cu 18 puncte), urmate de P4-Izbuc II și P3-Izbuc I (ambele cu 16 puncte), iar la polul opus se situează familiile N2, N6 și P1 (toate cu 4 puncte). Majoritatea familiilor *pendula* (excepție 1, 6, 7) au obținut punctaje superioare mediei (11 puncte), în timp ce majoritatea familiilor *pyramidalis* (excepție 1, 4, 5) s-au clasat sub medie.

7.2. Influența locului de testare

Aceleași proveniențe și familii au fost testate în două culturi comparative amplasate în zona Carpaților de Curbură. Cu toate acestea, rezultatele înregistrate la 25 ani după plantare diferă foarte mult de la o cultură la alta pentru toate caracterele, atât în privința mediilor pe cultură cât și la nivel de formă de coroană, proveniență, familie. Înălțimea medie a arborilor din cultura comparativă Măneciu este mai mare cu 41% decât a celor din testul Soveja, iar diametrul la 1,30 m este mai mare cu 19%. Cea mai mare diferență s-a înregistrat în privința volumului arborilor, valoarea înregistrată la Măneciu fiind aproape dublă (+91%). Principala cauză este legată de condițiile particulare de la Soveja, în principal bonitatea stațiunii (Bi) dar și din cauza procentului de supraviețuire mult mai scăzut (53%, față de 84%), consemnat încă de la o vârstă redusă (10-15 ani), fapt ce a contribuit la reducerea competiției pentru lumină dintre arbori și implicit a creșterilor în înălțime (Apostol & Budeanu 2019).

Valoarea mult mai redusă a procentului de supraviețuire din cultura comparativă Soveja a permis dezvoltarea unor coroane mult mai largi, diametrul

mediu al coroanelor fiind mai mare cu 24% decât valoarea măsurată în testul Măneciu (Apostol & Budeanu 2019).

Rezultate favorabile pentru stabilitatea molidişurilor s-au înregistrat în cultura comparativă Soveja în privinţa indicelui de zvelteţe al arborilor (h/d) dar şi în ceea ce priveşte grosimea ramurilor. Dacă zvelteţea arborilor se apropie de valoarea optimă la Soveja, în cultura Măneciu aceasta este cu 14.5% mai mare. Ramurile sunt cu 7% mai subţiri în testul Soveja (Apostol & Budeanu 2019).

Diferenţele consemnate între valorile medii la nivel de formă de coroană de molid sunt de asemenea interesante de analizat. Astfel, dacă în cultura situată în condiţii optime pentru molid, Măneciu, diferenţele între valorile medii înregistrate de cele două forme de coroană de molid sunt practic inexistente, în opoziţie, în experimentul în care au existat sau au apărut numeroşi factori perturbanţi, la Soveja, molidul *pendula* s-a adaptat mai bine înregistrând creşteri mai active, o zvelteţe mai bună a arborilor şi ramuri mai subţiri (Apostol & Budeanu 2019).

Dacă la Măneciu s-au evidenţiat provenienţele 7-Horoaba şi 3-Izbuc I, în special datorită familiilor *pendula* P3 şi P7 (recomandate), în testul Soveja cel mai bun punctaj l-a obţinut provenienţa 4-Izbuc II, iar familiile *pendula* ce pot fi selecţionate sunt P2, P8, P4 şi P3. Este interesant de menţionat de asemenea, faptul că provenienţele 4-Izbuc II şi 5- Cetăţile Ponorului, primele la Soveja, sunt ultimele la Măneciu, în timp ce provenienţa 7-Horoaba se află într-o situaţie opusă: prima la Măneciu dar penultima la Soveja.

Influenţa locului de testare, a provenienţei, formei de coroană, precum şi a interacţiunilor dintre acestea au fost analizate folosind testul ANOVA factorial (Apostol & Budeanu 2019). Pentru toate caracterele luate în studiu s-a obţinut o influenţă foarte semnificativă ($p < 0.1\%$) a localităţii (locul de testare) şi, de cele mai multe ori (excepţie zvelteţea arborilor) o influenţă cel puţin semnificativă a provenienţei şi a interacţiunii provenienţe x localităţi. Acest fapt indică reacţia diferită a provenienţelor la schimbarea locului de testare şi reiterează necesitatea adoptării cu maximă prudenţă a deciziilor legate de mişcarea materialelor forestiere de reproducere. Forma de coroană de molid are o influenţă semnificativă asupra diametrului coroanei şi a grosimii ramurilor iar interacţiunile formă de coroană x localitate şi formă x provenienţă x localitate, semnificative în multe cazuri, indică o reacţie diferită a molizilor din ambele forme de coroană (*pendula* şi *pyramidalis*) la schimbarea locului de testare (Apostol & Budeanu 2019).

7.3. Corelații între caractere

Între caracterele analizate s-au obținut corelații foarte semnificative, fără a se observa vreo abatere semnificativă atunci când s-au analizat doar arborii de molid cu coroană îngustă, față de corelațiile consemnate pentru toți arborii (Apostol & Budeanu 2019). S-a obținut corelația clasică (pozitivă și foarte semnificativă) între caracterele de creștere (înălțimea arborilor și diametrul la 1,30 m), raportată în numeroase studii derulate anterior la molid (Ujvari & Ujvari 2006, Kowalczyk et al. 2007, Pârnuță 2008, Mihai 2009, Levkoev et al. 2017). Zveltețea arborilor reclamă creșteri mult mai intense în diametru decât în înălțime pentru obținerea unor valori cât mai reduse (favorabile rezistenței molidișurilor). Cu cât creșterile sunt mai active, crește și diametrul coroanei, cu impact negativ asupra stabilității molidișurilor. De asemenea, a rezultat o corelație directă și foarte semnificativă între caracterele de creștere și caracterele ramurilor (numărul de ramuri din verticil și grosimea ramurilor), cu efecte negative asupra calității lemnului, dar și a rezistenței molidișurilor (Apostol & Budeanu 2019). Corelația negativă dintre numărul de ramuri din verticil și zveltețea arborilor a fost obținută și în Germania (Hein et al. 2008).

7.4. Concluzii capitol

Dacă în cultura comparativă în care molidul a beneficiat de condiții optime de biotop (Măneciu) rezultatele sunt practic egale între cele două forme de molid, în testul amplasat în condiții limitative (Soveja) ideotipul de molid cu coroană îngustă (*Picea abies* forma *pendula*) prezintă însușiri superioare formei normale de molid (forma *pyramidalis*) pentru principalele caractere implicate în selecție: caractere de creștere (volumul arborilor), calitatea lemnului (grosimea ramurilor) și rezistența la factorii abiotici perturbanți, vânt și zăpadă (diametrul coroanei și zveltețea arborilor) (Apostol & Budeanu 2019).

Per ansamblul celor 2 culturi comparative, rezultatele au fost influențate foarte semnificativ de locul de testare ($p < 0.001$) și semnificativ ($p < 0.05$) de proveniență și uneori de interacțiunea dintre proveniență, localitate și formă, în timp ce forma de coroană a influențat semnificativ doar diametrul coroanei și grosimea ramurilor. Atât proveniențele cât și formele în cadrul acestora reacționează diferit la schimbarea locului de testare (Apostol & Budeanu 2019).

Corelațiile dintre caracterele fenotipice analizate converg spre adoptarea unei strategii de ameliorare în doi pași, pornind de la selecția arborilor *pendula* după caractere de rezistență (Apostol & Budeanu 2019).

8. TESTAREA REZISTENȚEI LEMNULUI DE MOLID CU COROANĂ ÎNGUSTĂ ȘI MOLID PIRAMIDAL

Mihaela POROJAN¹, Marius BUDEANU²

Obiectivul cercetărilor cuprinse în capitolul de față a constat în analiza comparativă a lemnului de molid comun [*Picea abies* (L.) Karst.] și molid cu coroană îngustă [*Picea abies* (L.) Karst. f. *pendula* (Lawson) Sylven], prin determinarea experimentală a unor caracteristici de structură macroscopică și a unor proprietăți fizice și mecanice. Testele experimentale s-au efectuat pe exemplare din populații naturale și culturi comparative, atât la arbori pe picior (epruvete sub formă de carote) cât și la arbori doborâți (bușteni și epruvete standard).

8.1.* Testele experimentale efectuate la arbori pe picior

În cadrul prezentelor cercetări s-au determinat:

1. Rezistența lemnului la înaintarea burghiului;
2. Densitatea convențională a lemnului și procentul de lemn târziu.

1. Rezistența lemnului la înaintarea burghiului

În cadrul prezentelor cercetări, rezistența la înaintarea burghiului a fost măsurată la 10 arbori de molid cu coroană îngustă și 10 de molid cu coroană normală, la înălțimea de 1,30 m, folosind Rezistograful IML RESI F500-S. Pe diagramă (Figura 13) este reprezentată amplitudinea (%) la fiecare 0,1 mm (Budeanu et al. 2019c).

Per ansamblul celor 20 arbori analizați, molidul *pendula* prezintă o rezistență superioară (statistic semnificativă) formei normale, amplitudinea medie fiind cu 5,2% mai mare. Pentru 8 dintre cele 10 analize comparative, arborii de molid cu coroană îngustă au prezentat o rezistență superioară formei normale, plus un caz

¹ Universitatea “Transilvania” din Brașov, Facultatea de Ingineria Lemnului,

² INCDS “Marin Drăcea”.

* În colaborare cu Radu VLAD și Ioana Maria PLEȘCA.

de egalitate (Budeanu et al. 2019c).

Dacă împărțim adâncimea de pătrundere a burghiului în tronsoane de 5 cm, pornind de la scoarță spre măduvă, constatăm faptul că, cu excepția primilor 5 cm unde s-a consemnat o rezistență superioară a molidului normal (diferență statistic ne semnificativă), pe toate celelalte tronsoane s-a obținut o rezistență superioară a molidului *pendula* (diferențe statistic semnificative, $p < 5\%$) (Budeanu et al. 2019c).

2. Densitatea convențională a lemnului și procentul de lemn târziu

Din patru populații naturale (Izbuc, Stâna de Vale, Păltiniș și Coșna), două culturi half-sib (Măneciu și Soveja) și două culturi full-sib (Comandău și Lepșa 2), distribuite în toate diviziunile Carpaților României, s-au prelevat carote folosind burghiul Pressler, în scopul determinării densității convenționale a lemnului. Carotele au fost extrase de la înălțimea de 1,30 m. Densitatea convențională a fost determinată folosind metodologia elaborată de Dumitriu-Tătăranu și colaboratorii, în anul 1983.

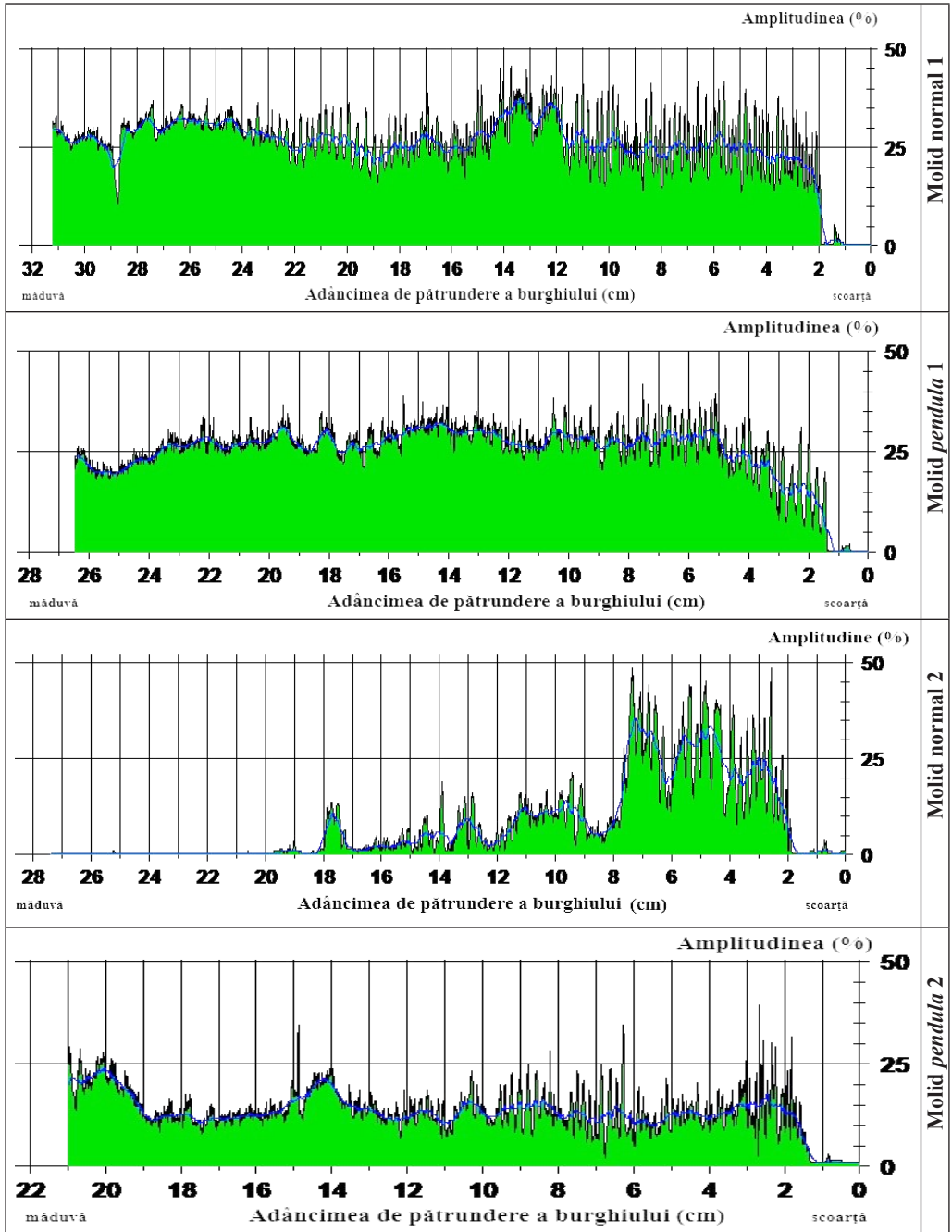


Figura 13. Rezistența la înaintarea burghiului la arbori de molid *pendula* și comun.

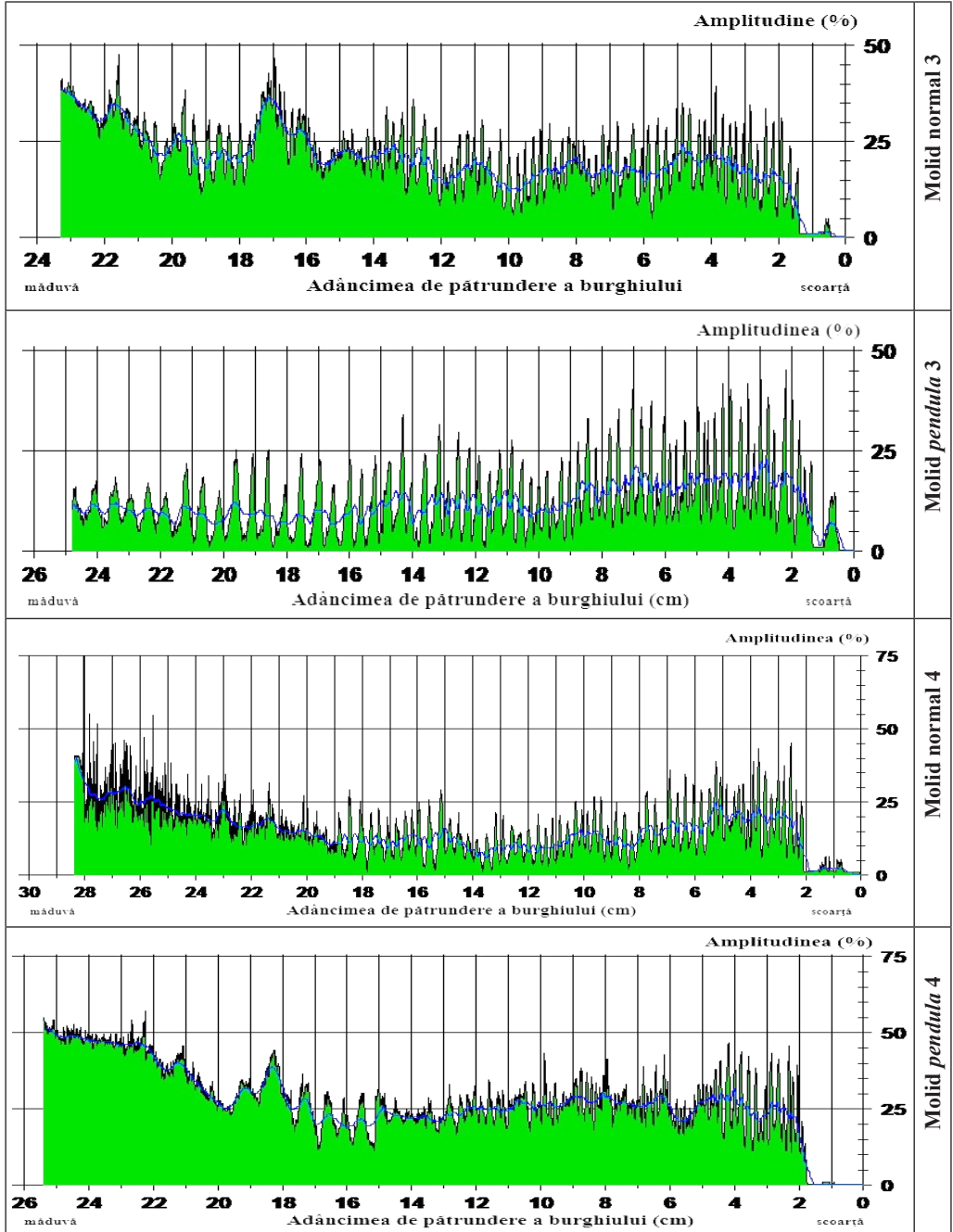


Figura 13. Rezistența la înaintarea burghiului la arbori de molid *pendula* și comun (continuare).

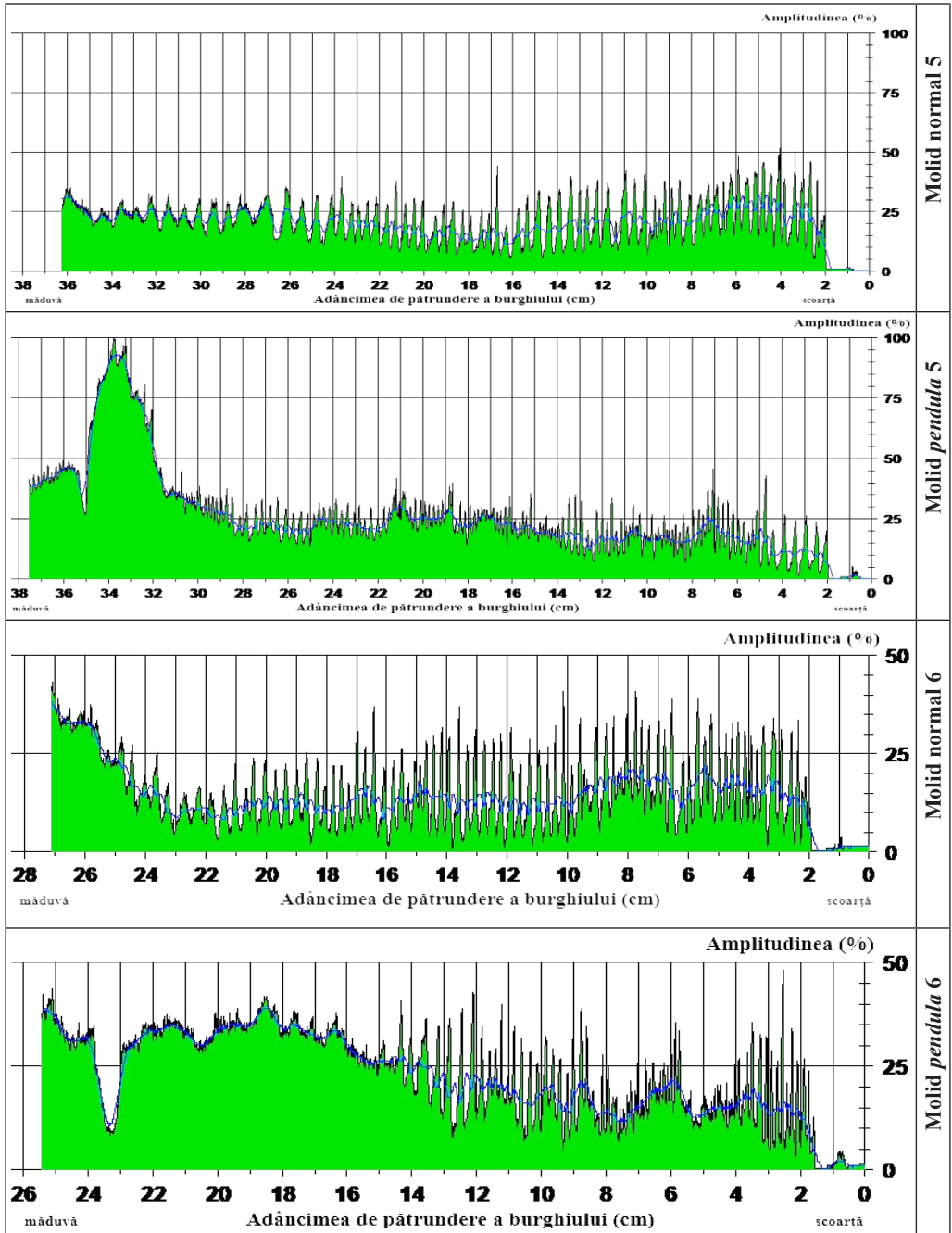


Figura 13. Rezistența la înaintarea burghiului la arbori de molid *pendula* și comun (continuare).

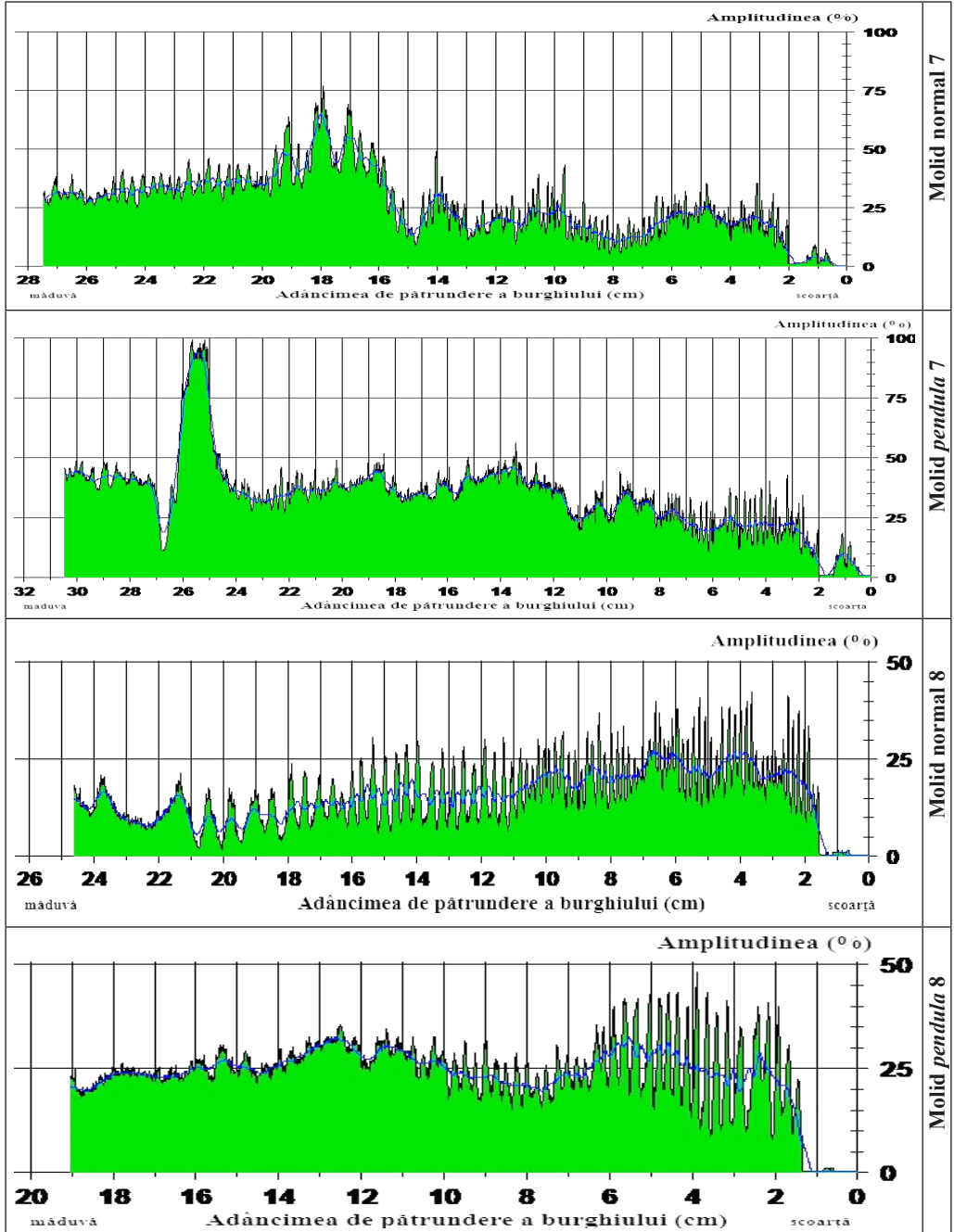


Figura 13. Rezistența la înaintarea burghiului la arbori de molid *pendula* și comun (continuare)

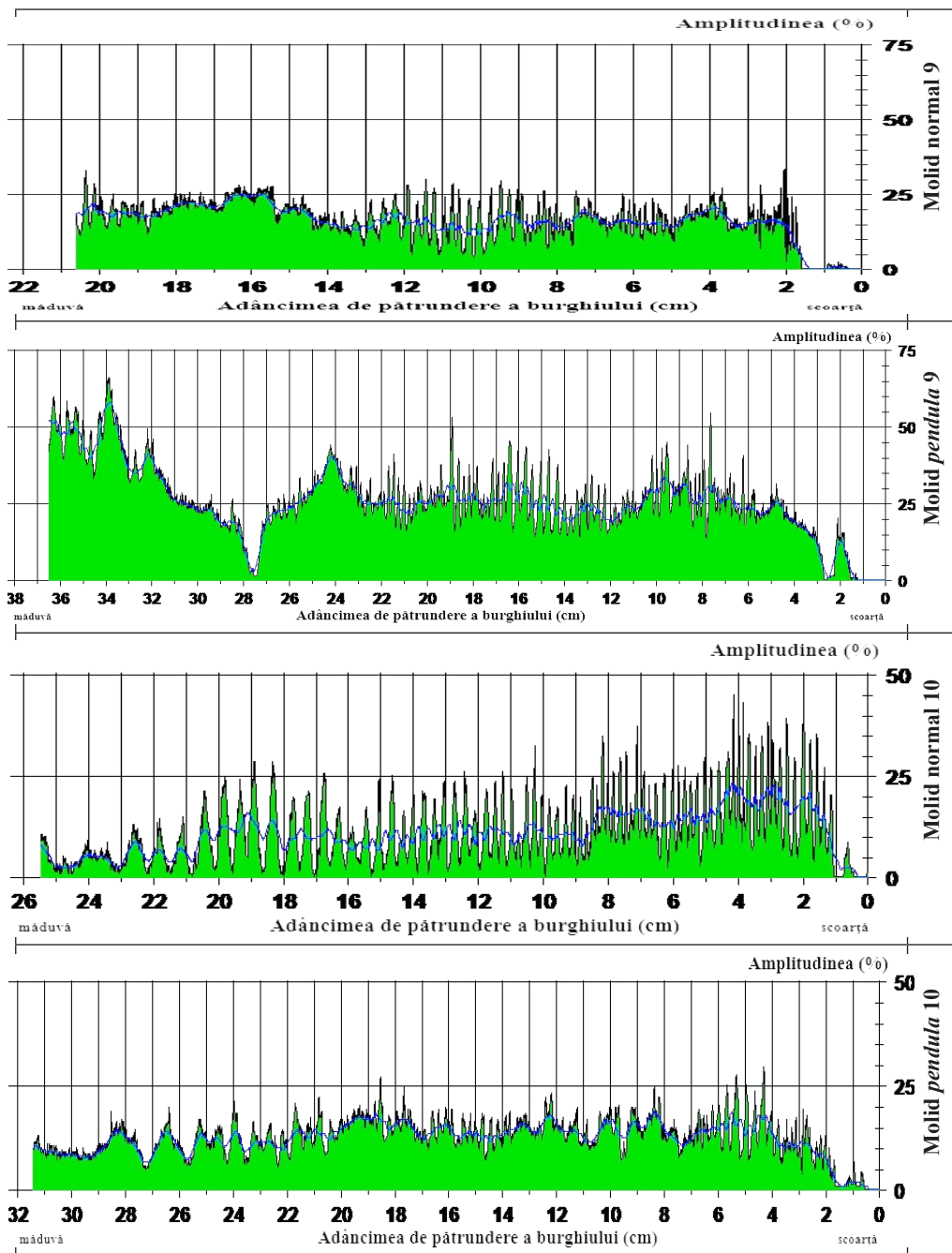


Figura 13. Rezistența la înaintarea burghiului la arbori de molid *pendula* și comun (continuare)

În privința densității convenționale a lemnului, rezultatele obținute în cele patru populații naturale pot fi rezumate astfel (Budeanu et al. 2021d):

- Molidul cu coroană îngustă a fost superior în două populații, statistic semnificativ la Păltiniș, în celelalte două populații valorile medii ale densității lemnului fiind practic egale.
- Un rezultat similar, cea mai mare diferență între forme în populația situată la cea mai mare altitudine, a consemnat anterior și Pârnuță (2008);
- Densitatea convențională a lemnului crește cu latitudinea.
- Pentru ansamblul celor patru populații, rezultatele au fost influențate foarte semnificativ de locul de testare, în timp ce influența formei de coroană a fost neesențială din punct de vedere statistic. Analizați separat, arborii de molid cu coroană îngustă nu au fost influențați semnificativ de locul de testare ($p > 0,05$), dovedind capacitate adaptativă superioară formei normale.
- Se remarcă încă o dată variabilitatea foarte redusă a acestui caracter (abaterea standard: 0,01 - 0,04), mult mai mică în comparație cu caracterele fenotipice ale arborilor, în concordanță cu alte rezultate anterioare (Hannrup et al. 2004, Levkoev et al. 2017).

Rezultatele din cele două experimente half-sib (Apostol & Budeanu 2019) au evidențiat și de această dată superioritatea molidului cu coroană îngustă, în ambele experimente, dar diferențele (1% și 2,5%) sunt neesențiale din punct de vedere statistic. Cu toate acestea, există mai multe familii *pendula* care s-au remarcat în ambele experimente, în special Stâna de Vale. Cinci grupuri de familii *pendula*, la Măneciu, și șapte la Soveja, din opt, au înregistrat valori superioare formei normale de molid (Apostol & Budeanu 2019). Valorile densității lemnului înregistrate în cele două experimente sunt similare datelor raportate în Finlanda, în condiții asemănătoare (Zubizarreta Gerendiain et al. 2009b).

Rezultatele din cele două experimente full-sib (Budeanu et al. 2019b) au reiterat rezistența superioară a molidului *pendula* de la Stâna de Vale, iar la nivel de experiment, molidul *pendula* a prezentat o valoare medie superioară formei normale doar în testul Lepșa 2, în timp ce la Comandău rezultatul a fost opus.

Valoarea medie pentru densitatea lemnului din cele 4 culturi comparative ($0,365 \text{ g/cm}^3$) este cu doar 5% mai mică decât cea raportată în Franța (Leban et al. 2020).

Procentul de lemn târziu la cele două forme de molid

În cele două experimente half-sib, Soveja și Măneciu, s-au aprofundat analizele pe carote, investigându-se și creșterile radiale anuale, lemnul timpuriu și lemnul târziu.

În cultura comparativă Soveja, pentru molidul cu coroană îngustă s-a înregistrat un procent de lemn târziu de 19,9%, în timp ce pentru molidul normal valoarea a fost de 22%. Doar cele două grupuri de familii *pendula* originare din proveniențele Stâna de Vale (P1 și P2) au înregistrat valori superioare molidului normal din aceeași proveniență, în privința creșterilor de toamnă (Figura 14).

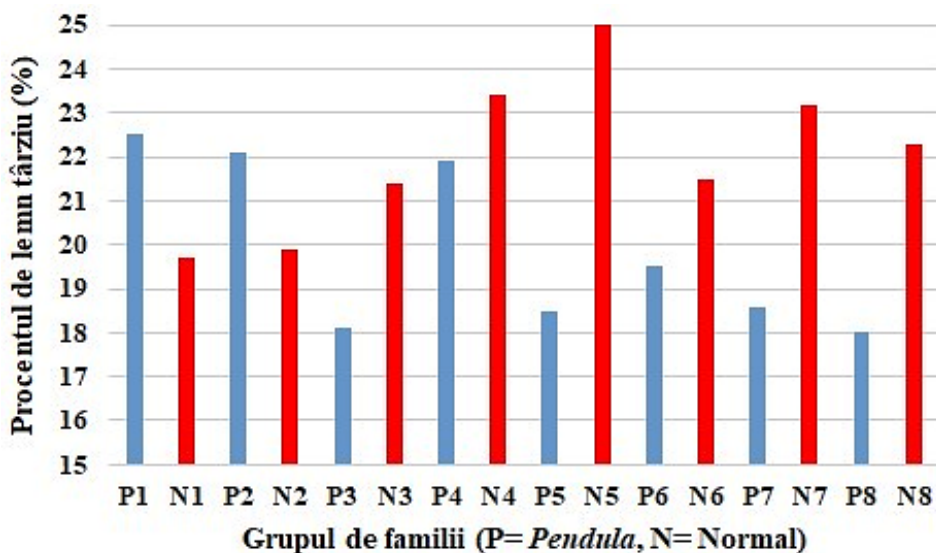


Figura 14. Valorile medii pentru procentul de lemn târziu pe forme și grupuri de familii, în testul Soveja.

În testul Măneciu, procentul de lemn târziu al molidului cu coroană îngustă a fost superior cu 4,5% molidului normal, diferență statistic ne semnificativă, cu o valoare impresionantă a grupului de familii *pendula* de la Stâna de Vale, superior cu 41% mediei experimentului (Budeanu et al. 2021a).

Valorile reduse ale procentului de lemn târziu indică o rezistență scăzută a lemnului (Hacke et al. 2001, Wolkerstorfer et al. 2010), iar selecția trebuie direcționată în favoarea indivizilor, familiilor, formelor sau proveniențelor ce prezintă valori cât mai ridicate pentru proporția lemnului de toamnă.

8.2.* Testele experimentale efectuate pe arbori doborâți

În cadrul prezentelor cercetări s-au determinat:

1. Modulul de elasticitate și rezistența la încovoiere statică,
2. Rezistența la compresiune paralelă cu fibrele lemnului,
3. Rezistența la forfecare paralelă cu fibrele lemnului.

Testele experimentale s-au determinat pe epruvete standard obținute din probe de lemn rotund de molid comun și molid cu coroană îngustă, populație matură și populație tânără.

Probele de lemn rotund de molid - populație matură - au fost prelevate din trupul de pădure Stâna de Vale, județul Bihor (altitudine 1200 m, 46°41' latitudine nordică, 22°38' longitudine estică), iar probele de molid - populație tânără au fost prelevate din cultura comparativă Comandău, județul Covasna (altitudine 1020 m, 45°42' latitudine nordică, 26°18' longitudine estică). Probele prelevate au prezentat caracteristicile din Tabelul 28 și aspectul din foto 14.

Tabelul 28. Caracteristicile probelor de lemn rotund

SURSĂ MATERIAL			
Comandău- populație tânără (23 ani)		Stâna de Vale- populație matură (140 ani)	
Molid comun	Molid <i>pendula</i>	Molid comun	Molid <i>pendula</i>
3 probe, 1/arbore	3 probe, 1/arbore	1 probă, 1/arbore	2 probe, 1/arbore
Codificare probe		Codificare probe	
N39, N40, N41	P1, P6, P7	N	P1, P2
Dimensiuni probe		Dimensiuni probe	
Lungime: L≈72 cm	Lungime: L≈72 cm	Lungime: L≈53 cm	Lungime: L≈53 cm
Diametrul: Φ≈15-17,5cm	Diametrul: Φ≈15,5-18cm	Diametrul: Φ≈36 cm	Diametrul: Φ≈45 cm
Lățimea inelelor anuale		Lățimea inelelor anuale	
2-5,5 mm	2-5,5 mm	2-5 mm	1,2-2,5 mm

* Analiza statistică a fost realizată în colaborare cu Lidia Gurău.



Molid comun: N39; N40; N41



Molid cu coroană îngustă: P1; P6; P7



Molid comun: N

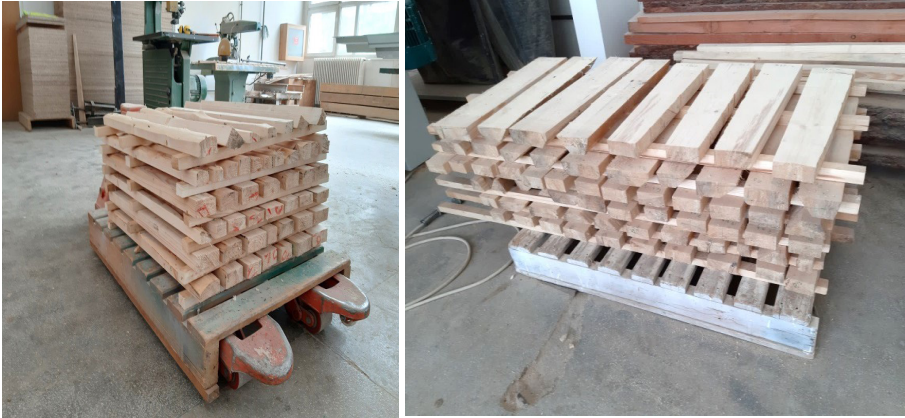


b. Molid cu coroană îngustă: P1; P2.

**Foto 14.** Aspectul probelor de lemn rotund (a. Comandău, b. Stâna de Vale).

Pentru obținerea epruvetelor standard, specifice proprietăților mecanice determinate, probele de lemn rotund au fost inițial debitate în prisme (ISO 3129-2012). Umiditatea prismelor, măsurată după debitare (cu un umidometru capacitiv - SR EN 13183-3:2003), a fost mult peste umiditatea de saturație a fibrei ($U \approx 30\%$) și a fost necesară depozitarea și uscarea naturală a acestora până la umiditatea de echilibru pentru încercări mecanice ($U \approx 12\%$).

Sortimentele au fost stivuite (Foto 15) și depozitate, în vederea uscării naturale, timp de 5 săptămâni (sortimente populație tânără), respectiv 6 săptămâni (sortimente populație matură), când au ajuns la umiditatea de echilibru cuprinsă în intervalul 13-15%.



Sortimente populație tânără

Sortimente populație matură

Foto 15. Stivuirea sortimentelor umede în vederea uscării.

Sortimentele uscate până la umiditatea de echilibru au fost debitate în epruvete standard specifice testelor experimentale determinate. După debitare epruvetele au fost sortate și codificate.

Pentru fiecare tip de încercare, epruvetele standard au prezentat următoarele caracteristici:

- încercarea la încovoiere statică: epruvete în formă de prismă, cu baza pătrat cu latura de $20 \pm 0,5$ mm și lungimea de 300 ± 1 mm.
- încercarea la compresiune paralelă cu fibrele: epruvete în formă de prismă cu dimensiunile secțiunii transversale de 20×20 mm și lungimea de 60 mm.
- determinarea efortului de rupere la forfecare longitudinală paralelă: epruvete cu formă caracteristică, cu dimensiunile de $50 \times 30 \times 20$ mm (LxTxR).

Testarea epruvetelor s-a realizat pe mașina universală cu două coloane – ZWICK/ROELL – Germania, model BT1FB050TN.D30/2007.

Variabilitatea proprietăților mecanice ale lemnului este de obicei estimată prin corelația dintre densitate și rezistența lemnului. Această abordare este perfect justificată deoarece provine din corelația dintre rezistența lemnului și structura sa anatomică. Pentru majoritatea speciilor, rezistența lemnului crește odată cu creșterea densității lemnului, indiferent de tipul de solicitare (Tsoumis1991). Literatura de referință indică pentru densitate, modulul de elasticitate și rezistența la încovoiere statică, rezistența la compresiune paralelă și rezistența la forfecare paralelă, valorile din Tabelul 29.

Tabelul 29. Valori de referință (Wagenführ, 2008).

Densitatea aparentă, ($\rho_{12,15}$), kg/m ³	Rezistența la încovoiere statică, N/mm ²	Modulul de elasticitate la încovoiere, N/mm ²	Rezistența la compresiune II, N/mm ²	Rezistența la forfecare II, N/mm ²
330-470-680	49-78-136	7300-11000-21400	33-50-79	4,0-6,7-12,0

Indiferent de tipul încercării, înainte de testare, pe fiecare epruvetă s-a măsurat umiditatea și s-a determinat densitatea. Umiditatea epruvetelor s-a determinat, la mijlocul epruvetei, cu ajutorul aparatului rezistiv tip Feutron F10. Densitatea epruvetelor, la umiditatea măsurată în momentul încercării și recalculată pentru umiditatea standard de 12%, s-a determinat pe baza formulelor generale (STAS 84-87).

În Excel, au fost realizate teste ANOVA cu un singur factor, pentru a evalua comparativ diferențele privind rezistențele mecanice ale lemnului de molid comun comparativ cu cel cu coroană îngustă, populație tânără și populație matură, luând în calcul un nivel de semnificație de 0,05% (Șandru 2011).

1. Modulul de elasticitate și rezistența la încovoiere statică

Fenomenul de încovoiere statică se întâlnește frecvent la construcții, mine și industrie unde diferitele structuri mecanice din lemn sunt solicitate la încovoiere statică, fie sub acțiunea uneia sau mai multor sarcini concentrate, fie a unei încărcări uniform repartizate. Prin creșterea sarcinii de încărcare, elementul de lemn se curbează, iar la atingerea unei anumite valori a sarcinii acesta se rupe. În lemnul supus la încovoiere iau naștere tensiuni normale pozitive în fibrele întinse și negative în cele comprimate. Ruperea fibrelor în partea întinsă este însoțită, de cele mai multe ori, de despicare și smulgere, iar în partea comprimată se formează cute transversale datorită sarcinilor concentrate și eforturilor de compresiune perpendicular pe fibre (Curtu & Ghelmeziu 1984).

Modulul de elasticitate și rezistența la încovoiere statică, (STAS 337/2-89, SR ISO 3349:2008, respectiv SR ISO 3133:2008) s-au determinat pe epruvete standard, perpendicular pe fibra lemnului, pe fața radială, în direcție tangențială.

Pentru determinarea rezistenței la încovoiere statică (SR ISO 3133:2008), epruvetele au fost supuse unei sarcini aplicată cu viteză constantă, până la rupere (Figura 15b), iar modulul de elasticitate (STAS 337/2-89, ISO 3349:2008) s-a determinat în 3 puncte, pe toată lungimea epruvetei (Figura 15a), pentru diferența dintre valoarea sarcinii și valoarea deformației, măsurate la limitele zonei de proporționalitate. Rezistența la încovoiere statică și modulul de elasticitate au fost calculate pentru umiditatea epruvetelor în momentul încercării și recalculat pentru umiditatea standard de 12%.

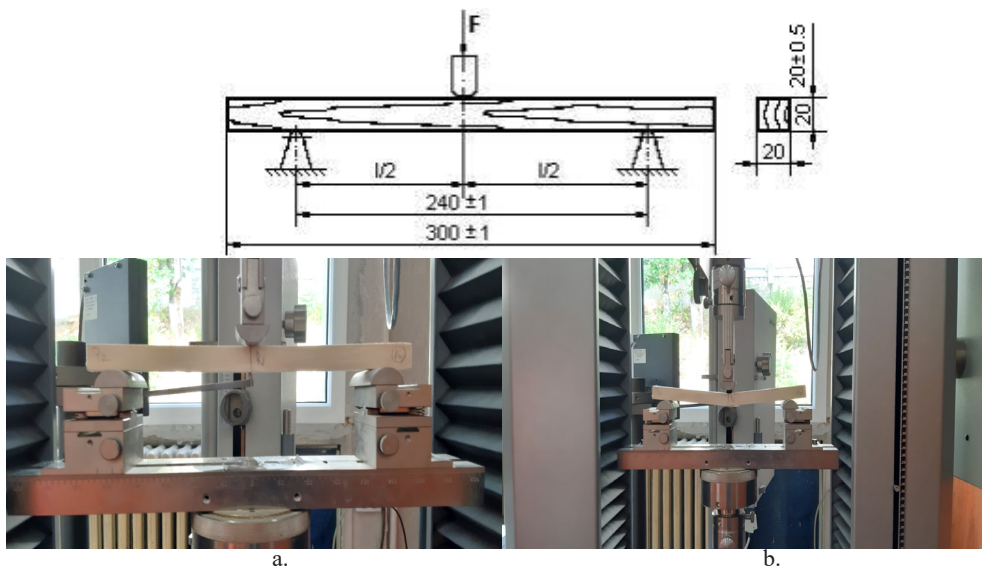


Figura 15. Testarea epruvetelor la încovoiere statică (a. în domeniul elastic, b. determinarea sarcinii maxime de rupere).

În tabelul 30 sunt prezentate valorile medii și abaterea standard obținute pentru sortimentele de molid studiate, la umiditatea de 12%.

În cadrul aceleiași specii se apreciază că, lemnul care prezintă o ruptură așchioasă, cu smulgeri de fibre, este mai rezistent la încovoiere decât cel cu o ruptură netedă (Filipovici 1965). Tipurile de ruperi ale epruvetelor de molid solificate la încovoiere statică sunt prezentate în foto 16.

Analiza statistică comparativă a rezultatelor obținute pentru populația matură (Stâna de Vale) a arătat faptul că, între cele două tipuri de molid, diferențele sunt semnificative din punct de vedere statistic ($p < 0,001$), atât pentru rezistența la încovoiere statică cât și în privința modulului de elasticitate. Rezistența și modulul de elasticitate la încovoiere statică au prezentat valori cu cca. 32%,

respectiv 34% mai mari în cazul molidului cu coroană îngustă, în corelare cu o densitate cu cca. 18% mai mare la acest sortiment. Valorile mai scăzute pentru abaterea standard (Tabelul 30) indică o omogenitate mai mare a molidului cu coroană îngustă.

Pentru populația tânără (Comandău), analiza statistică comparativă a rezultatelor obținute a arătat faptul că, între cele două tipuri de molid, diferențele sunt ne semnificative din punct de vedere statistic ($p > 0,05$), atât pentru rezistența la încovoiere statică cât și în privința modulului de elasticitate. De asemenea, valorile mai mici pentru abaterea standard (Tabelul 30) indică și pentru acest sortiment o omogenitate mai mare a lemnului de molid cu coroană îngustă comparativ cu molidul comun.

Tabelul 30. Rezistența și modulul de elasticitate la încovoiere statică.

Material	ρ_{12} [kg/m ³]	σ_{12}	E_{12} [N/mm ²]
Populație matură			
N	416±35	60±8	8424±1013
P1	495±21	77±6	11173±622
P2	488±20	81±6	11430±703
Media P	492	79	11302
Populație tânără			
N39	380±20	48±6	6715±1328
N40	402±23	53±6	7716±1108
N41	378±23	46±8	6624±1263
P1	376±21	47±6	6556±922
P6	377±13	47±4	6815±860
P7	382±17	51±5	7382±811
Media N	387	49	7018
Media P	378	48	6918

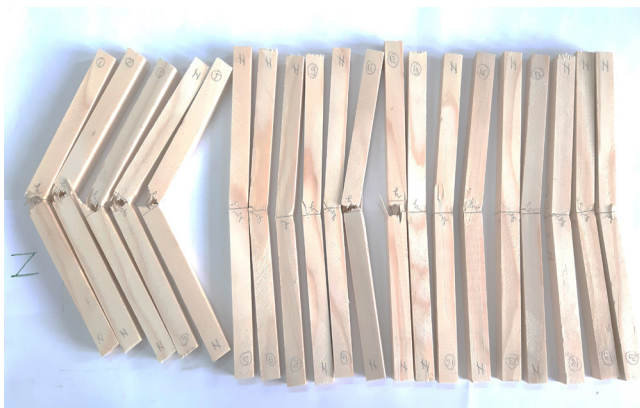


Foto 16. Rezistența la încovoiere statică - ruperi caracteristice.

2. Rezistența lemnului la compresiune paralelă

Comportarea lemnului la compresiune paralelă cu fibrele este importantă pentru utilizarea lemnului în structuri de rezistență unde elementele sunt supuse la solicitări de compresiune. La acțiunea efortului de compresiune paralel cu fibrele, materialul lemnos se opune prin stabilitatea elementelor sale anatomice și mai puțin prin rezistența lor. Fibrele lemnului au tendința de a se depărta unele de altele și de a flamba individual, iar ruperea epruvetelor este întotdeauna precedată de o dislocare a elementelor anatomice (care și-au pierdut stabilitatea la o anumită valoare a sarcinii) și alunecare după planul de minimă rezistență (Filipovici 1965). Ruperea epruvetelor (strivire cu alunecare) poate avea loc după un plan radial de minimă rezistență prin desprinderea bruscă, sau prin alunecare și forfecare după un plan oblic față de axă, sau prin combinarea acestor două fenomene (Curtu & Ghelmeziu 1984).

Rezistența la compresiune paralelă cu fibrele (SR ISO 3787:2008) s-a determinat pe epruvete standard care au fost supuse unei sarcini aplicate cu viteză constantă, până la rupere (Foto 17). Rezistența la compresiune paralelă cu fibrele a fost calculată pentru umiditatea epruvetelor în momentul încercării și recalculată pentru umiditatea standard de 12%.

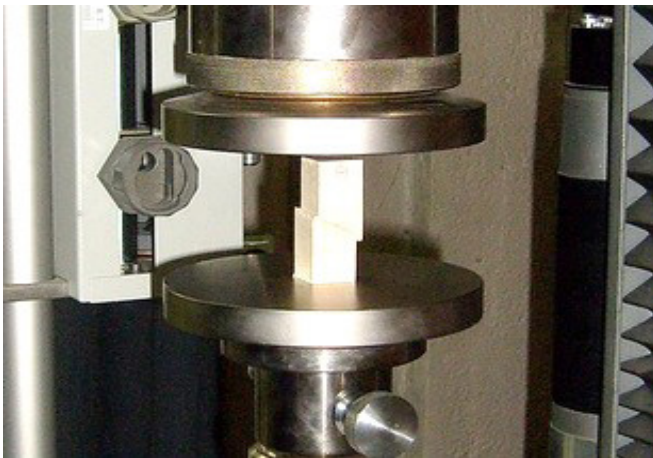


Foto 17. Determinarea rezistenței la compresiune paralelă.

În tabelul 31 sunt prezentate valorile medii și abaterea standard obținute pentru sortimentele de molid studiate, la umiditatea de 12%.

Tabelul 31. Rezistența la compresiune paralelă

Material	ρ_{12} [kg/m ³]	σ_{12} [N/mm ²]
Populație matură		
N	406±32	33±3
P1	486±17	48±2
P2	479±26	47±3
Media P	483	48
Populație tânără		
N39	376±22	28±4
N40	401±15	32±3
N41	351±15	26±2
P1	375±13	30±2
P6	360±10	29±2
P7	373±11	30±2
Media N	376	29
Media P	369	30

În general, la molidul cu coroană îngustă s-au înregistrat striviri la capete, cu alunecare a elementelor anatomice ale lemnului după un plan de minimă rezistență, tangent la inelele anuale, tip de rupere ce caracterizează un material cu structură omogenă (inele anuale cu lățime constantă), iar la molidul comun s-au înregistrat strivire cu alunecare a elementelor anatomice ale lemnului după unul sau mai multe planuri de minimă rezistență, radiale sau radial-oblice, uneori însoțite de fisuri longitudinale, tip de rupere ce caracterizează un material cu structură mai puțin omogenă (inele anuale cu lățime variabilă) (Foto 18).

**Foto 18.** Rezistența la compresiune paralelă - ruperi caracteristice.

Analiza statistică comparativă a rezultatelor obținute pentru probele prelevate din populația matură (Stâna de Vale) au arătat faptul că, între cele două forme de molid diferențele sunt semnificative din punct de vedere statistic

($p < 0,001$). Rezistența la compresiune paralelă, la molidul cu coroană îngustă a înregistrat o creștere cu cca. 45%, comparativ cu molidul comun, în strânsă corelație cu densitatea. Valorile mai scăzute pentru abaterea standard (Tabelul 31) indică o omogenitate mai mare a molidului cu coroană îngustă.

Analiza comparativă a rezultatelor obținute pentru probele prelevate din populația tânără (Comandău) au arătat faptul că, între cele două forme de molid diferențele sunt ne semnificative din punct de vedere statistic ($p > 0,05$). Și pentru acest sortiment, valorile mai scăzute pentru abaterea standard (Tabelul 31) indică o omogenitate mai mare a molidului cu coroană îngustă.

3. Rezistența lemnului la forfecare paralelă

În unele domenii de utilizare, mai ales în construcții, lemnul este solicitat la forfecare, în unul sau mai multe planuri.

Forfecarea paralelă se caracterizează prin direcția forței și direcția planului de forfecare paralele cu fibrele, planul de forfecare putând fi tangențial sau radial, față de inelele anuale.

Determinarea rezistenței lemnului la forfecare paralelă (SR ISO 3347:2008) s-a realizat pe epruvete cu formă și dimensiuni caracteristice. Epruvetele au fost supuse unei sarcini de compresiune aplicate cu viteză constantă, paralel cu fibrele lemnului, până la rupere (Foto 19). Rezistența la forfecare paralelă cu fibrele a fost calculată pentru umiditatea epruvetelor în momentul încercării și recalculată pentru umiditatea standard de 12%.

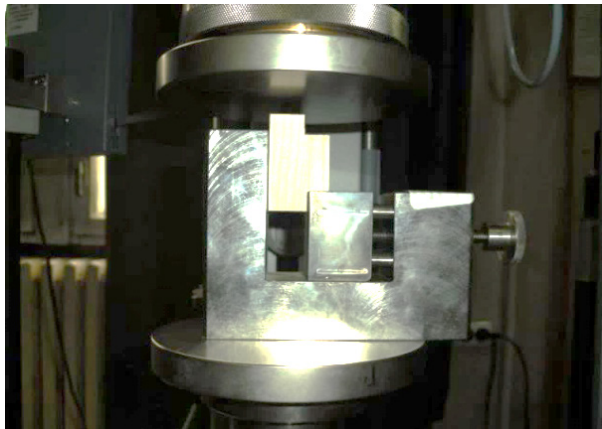


Foto 19. Determinarea rezistenței lemnului la forfecare paralelă.

În tabelul 32 sunt prezentate valorile medii și abaterea standard obținute pentru sortimentele de molid populație matură, respectiv populație tânără, pentru umiditatea de 12%.

Tabelul 32. Rezistența la forfecare paralelă

Material	ρ_{12} [kg/m ³]		τ_{12} [N/mm ²]	
	radial	tangențial	radial	tangențial
Populație matură				
N	397±34	395±22	7,1±0,7	7,1±0,7
P1	467±43	487±21	8,7±1,7	7,9±0,6
P2	472±34	485±33	7,9±0,9	6,7±0,8
Media P	470	486	8,3	7,3
Populație tânără				
N39	365±10	376±20	6,8±0,5	7,3±0,5
N40	389±12	396±22	6,9±0,5	7±0,8
N41	353±14	374±29	6,1±0,6	6,9±1,2
P1	369±26	382±20	6,8±1	7,1±0,7
P6	359±14	363±14	7±0,6	6,9±0,8
P7	365±13	375±16	6,6±0,6	6,8±0,4
Media N	369	382	6,6	7,1
Media P	364	373	6,8	6,9

În cadrul aceleiași specii, rezistența lemnului la solicitări de forfecare este influențată de densitate dar și de poziția planului de rupere. În foto 20 sunt prezentate tipurile de ruperi ale epruvetelor de molid solicitate la forfecare paralelă, pe direcție radială sau tangențială. La solicitarea longitudinală tangențială ruperile s-au produs în zona de lemn timpuriu sau la limita de trecere de la lemnul timpuriu la lemnul târziu, iar la solicitarea longitudinală radială ruperile s-au produs după raze, care sunt elemente de minimă rezistență, în structura lemnului.

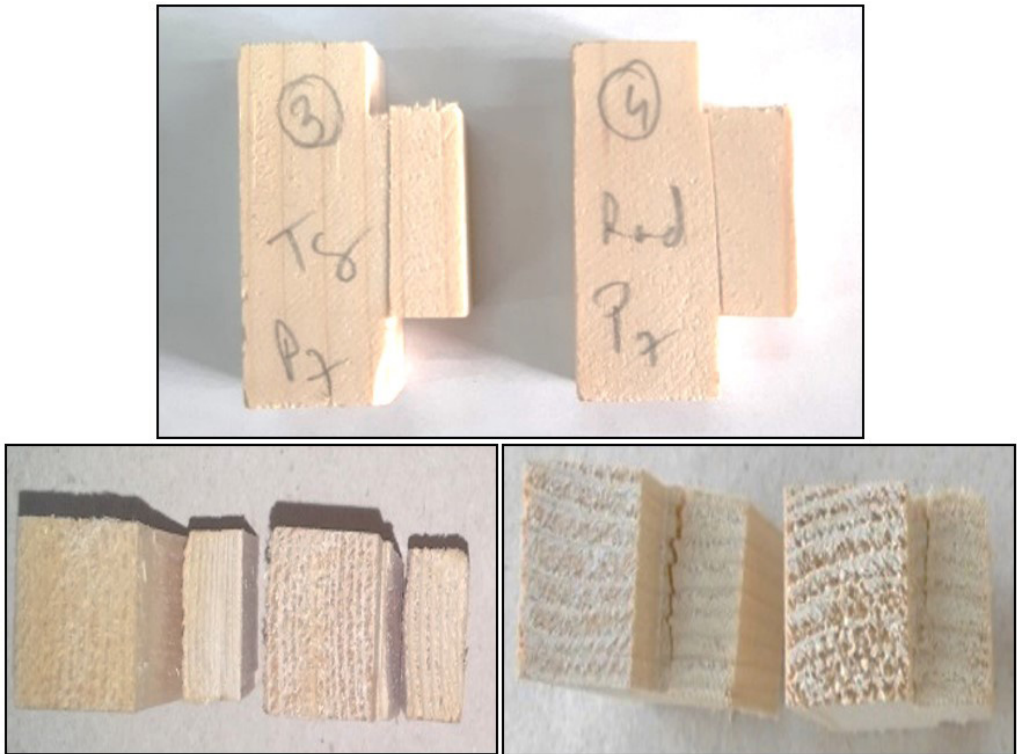


Foto 20. Rezistența lemnului la forfecare paralelă - ruperi caracteristice.

Analiza comparativă a rezistenței la forfecare paralelă pentru probele prelevate din populația matură (Stâna de Vale) a arătat faptul că, între cele două tipuri de molid diferențele sunt semnificative din punct de vedere statistic ($p < 0.05$) pentru forfecarea radială, în timp ce, pentru forfecarea tangențială diferențele sunt statistic ne semnificative ($p > 0.05$). Molidul cu coroană îngustă a prezentat o valoare medie superioară cu 17% forme normale, în privința rezistenței la forfecare radială și cu doar 3% pentru rezistența la forfecare tangențială.

Analiza comparativă a rezistenței la forfecare paralelă pentru probele prelevate din populația tânără (Comandău) au arătat faptul că, între cele două forme de molid diferențele sunt ne semnificative din punct de vedere statistic ($p > 0.05$), pentru forfecarea radială și forfecarea tangențială. Valorile mai scăzute pentru abaterea standard (Tabelul 32) indică și în acest caz, o omogenitate mai mare a lemnului de molid cu coroană îngustă.

8.3. Concluzii capitol

Analiza rezistenței lemnului pe picior indică superioritatea molidului cu coroană îngustă (statistic semnificativă), amplitudinea medie indicată de rezistograf fiind cu 5,2% mai mare comparativ cu forma normală.

Densitatea lemnului a evidențiat de asemenea superioritatea formei *pendula* și, mai important, adaptabilitatea superioară a acesteia (influența locului de testare a fost neesențială). Un rezultat remarcabil a înregistrat molidul *pendula* de la Stâna de Vale, în testul Măneciu.

În privința procentului de lemn târziu, rezultatele din cele două experimente half-sib au fost contradictorii, singura constantă fiind legată de superioritatea molidului *pendula* originar din proveniența Stâna de Vale.

Testele de laborator care au vizat rezistențele mecanice, respectiv: modulul de elasticitate și rezistența la încovoiere statică, rezistența la compresiune paralelă și forfecare paralelă, pentru lemnul de molid studiat, au evidențiat superioritatea molidului cu coroană îngustă (semnificativă statistic), pentru probele prelevate din populația matură (Stâna de Vale), în timp ce între descendenții acesteia, populație tânără (cultura Comandău), diferențele au fost neesențiale din punct de vedere statistic. În interiorul formei s-a constatat o omogenitate mult mai mare la molidul cu coroană îngustă. De asemenea, pentru sortimentele studiate s-a observat corelația dintre densitate și valorile rezistențelor studiate.

9. ANALIZA CREȘTERILOR RADIALE LUNARE LA MOLID CU COROANĂ ÎNGUSTĂ ȘI MOLID PIRAMIDAL, ÎN POPULAȚIA PREDEAL

Emanuel BEȘLIU¹, Marius BUDEANU¹, Dan PEPELEA¹, Alexandru ZAHARIA¹

Populația de molid de la Predeal (valea Poliștoaca) se află în administrarea ocolului silvic Brașov, fiind încadrată în UP X Predeal, în unitățile amenajistice 61A și 69A%, pe o suprafață de 17,0 ha. În cadrul arboretului au fost identificați și materializați în teren un număr de 14 arbori de molid cu coroană îngustă ce au o vârstă medie de 148 ani. Aici, în luna ianuarie, 2019, pe zece dintre cei 14 arbori *pendula* (Foto 2) și zece vecini *pyramidalis*, asemănători dimensional, repartizați pe categorii de diametre, în intervalul 60 - 86 cm, au fost instalate benzi de creștere permanente, la înălțimea de 1,30 m, benzi ce au fost citite la intervale de 30 de zile în repausul vegetativ, respectiv din 15 în 15 zile, în sezonul de vegetație.

În anul 2019, creșterea radială medie a molidului *pendula* a fost de 3,63 mm, iar a molidului piramidal cu 19% mai mică. În prima jumătate a sezonului de vegetație (până la 30 iunie), creșterea radială a molidului *pendula* (1,33 mm) a fost egală cu cea înregistrată de molidul piramidal, în timp ce în a doua parte a sezonului bioactiv (după 1 iulie) creșterea molidului *pendula* (2,3 mm) a fost cu 44% mai mare. La ambele forme, cele mai active creșteri s-au înregistrat în luna iulie, 0,82 mm la *pendula* și 1,05 mm, la *pyramidalis* (Figura 16).

În anul 2020, creșterea radială medie a molidului *pendula* a fost de 2,33 mm iar a molidului piramidal de 2,45 mm. În prima jumătate a sezonului de vegetație, creșterea radială a molidului *pendula* (1,1 mm) a fost cu 29% mai mică decât cea înregistrată de molidul piramidal, în timp ce în a doua parte a sezonului bioactiv creșterea molidului *pendula* (1,23 mm) a fost cu 37% mai mare.

Cele mai active creșteri din anul 2020 s-au înregistrat în luna iunie, la *pendula* (0,82 mm), respectiv în luna mai (0,55 mm), la molidul piramidal (Figura 16).

În anul 2021, creșterea molidului *pendula* a fost de 2,2 mm iar a molidului piramidal de 1,9 mm. La molidul *pendula*, creșterile radiale au fost de 0,77

¹ INCDS "Marin Drăcea"

mm în prima jumătate a sezonului de vegetație și de 1,43 mm în a doua parte a sezonului, iar cele mai active creșteri (0,58 mm) s-au înregistrat în luna iulie. La molidul piramidal, creșterile radiale au fost de 0,6 mm în prima jumătate a sezonului de vegetație și de 1,3 mm în a doua parte a sezonului, iar cele mai active creșteri (0,65 mm) s-au înregistrat tot în luna iulie (Figura 16).

Evoluția creșterilor din anul 2021, la arborele *pendula* nr. 11, se prezintă în foto 21.

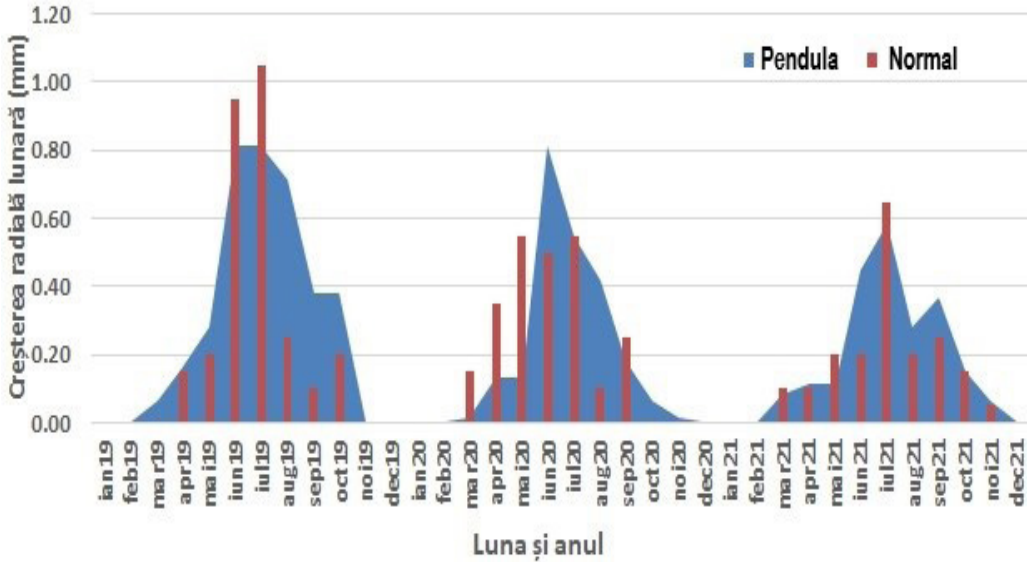


Figura 16. Variația creșterilor radiale lunare la cele 2 forme de molid din populația Predeal.

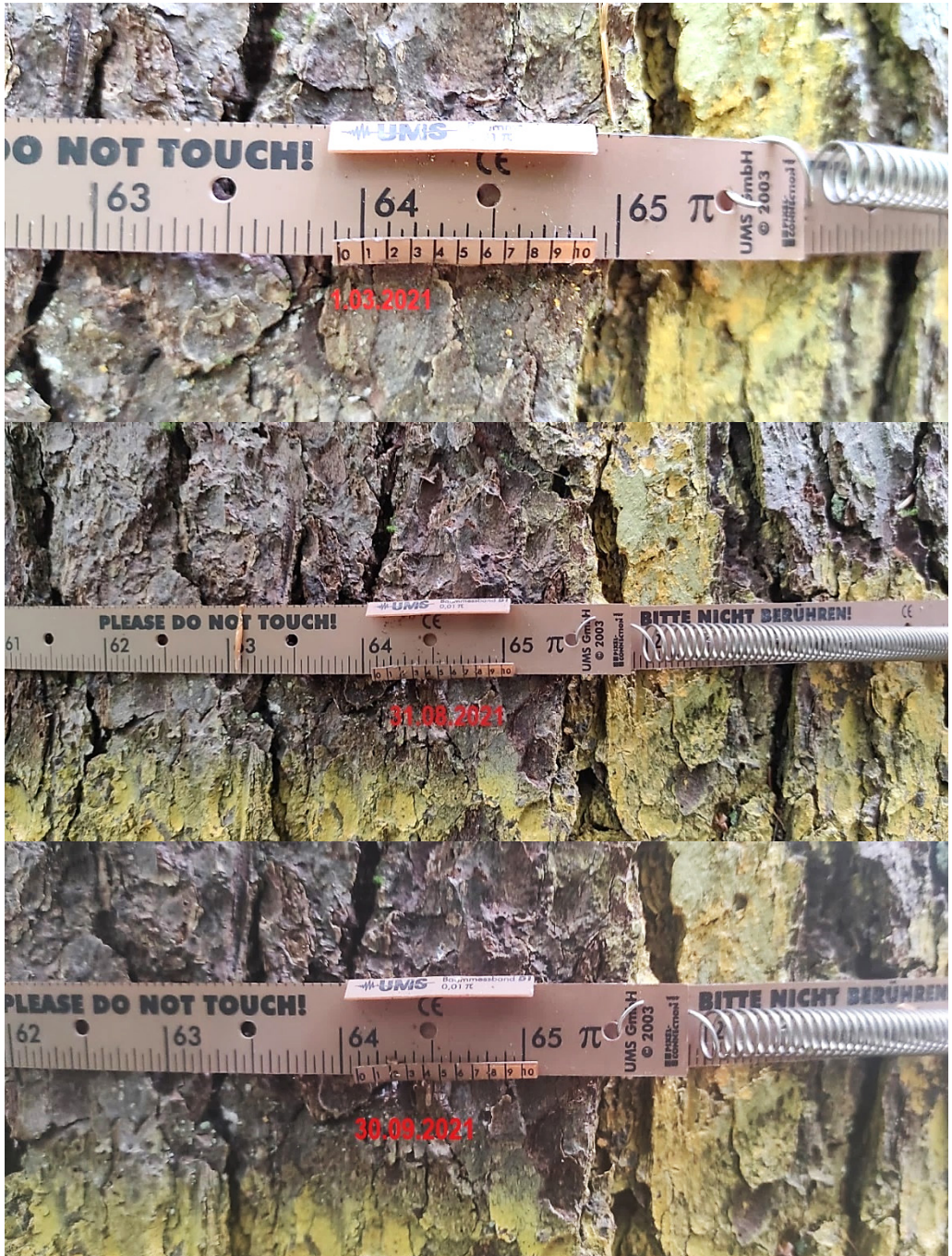


Foto 21. Evoluția creșterilor din anul 2021 la arborele 11.

Influența factorilor climatici {temperatura aerului- T , precipitațiile atmosferice- P , indicele de ariditate *De Martonne* [$Ia = P \times (T + 10)^{-1}$, optim pentru molid în intervalul 40-60, Satmari 2010], indicele Ellenberg [$Eq = Tw \times 1000 \times P^{-1}$, unde Tw reprezintă temperatura celei mai calde luni din an, optim la valori sub 20; Ellenberg & Leuschner 2010]} asupra creșterilor lunare și anuale ale molidului cu coroană îngustă și molidului comun din populația Predeal ne arată, în general un climat favorabil pentru molid. Totuși, există un factor climatic, temperatura aerului, care s-a situat la un nivel suboptim în 8 dintre ultimii 14 ani, devenind limitativ în anii 2012 și 2019 (analiză raportată la fișa ecologică a molidului, Stănescu et al. 1997). În anii 2020 și 2021, atât indicele de ariditate *de Martonne* (51/52) cât și indicele Ellenberg (20/19) arată un climat favorabil pentru molid, în timp ce climatul din anul 2019 ($Ia= 46$ și $Eq= 22$) poate fi încadrat mai degrabă la un regim suboptim, cu toate că ne situăm la mijlocul zonei altitudinale de optim pentru molid, 1120 m (Stănescu et al. 1997).

Indicele standardizat al precipitațiilor (SPI), care indică perioadele umede sau secetoase (Salehnia et al. 2017), arată existența a doi ani secetoși, 2018 (foarte uscat în luna mai) și 2019 (Figura 17), precum și o ușoară îmbunătățire a condițiilor de mediu de la Predeal, începând din septembrie 2020 și continuând și pe parcursul anului 2021.

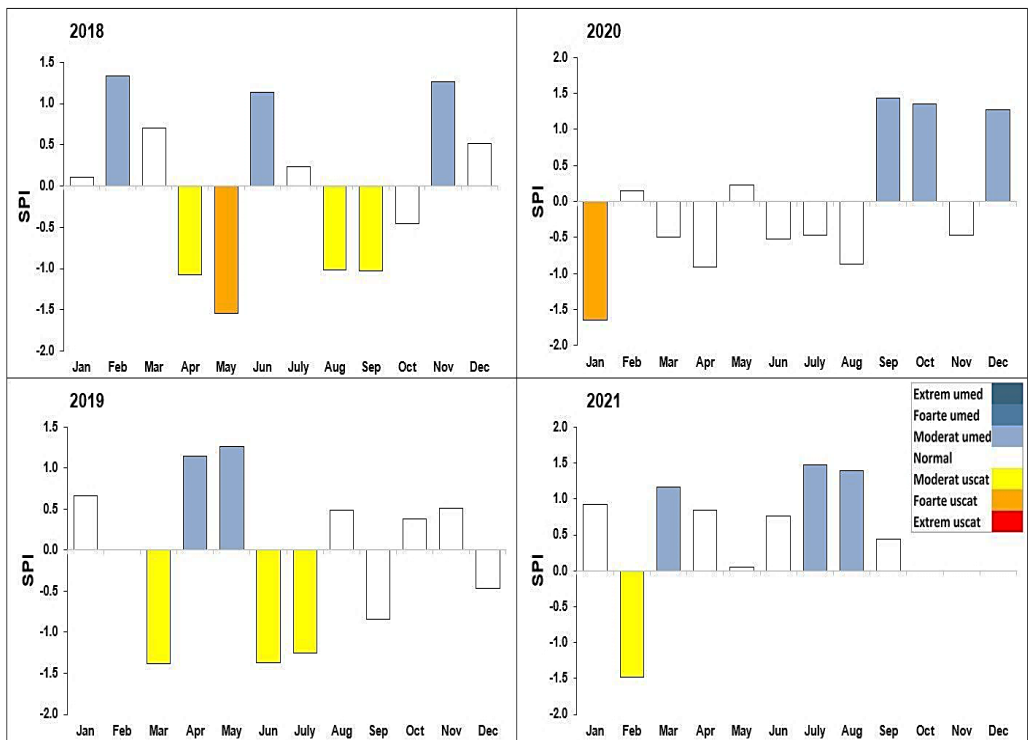


Figura 17. Dinamica indicelui SPI în perioada 2018 - 2021.

Corelațiile dintre valorile cumulate lunare ale diametrului la 1,30 m și factorii climatici indică o influență negativă și semnificativă a temperaturii medii anuale ($r = -0,61^{***}$ la *pendula* și $r = -0,63^{***}$ la *pyramidalis*) și o influență pozitivă, tot foarte semnificativă ($r = 0,80^{***}$ la ambele forme) a precipitațiilor.

Temperaturile ridicate din iunie și august au cea mai mare influență, negativă și foarte semnificativă, asupra creșterilor în diametru ($r = -0,86^{***}$, respectiv $r = -0,82^{***}$, același coeficient fiind înregistrat la ambele forme/ varietăți). Precipitațiile din iunie ($r = 0,80^{***}$), iulie ($r = 0,79^{***}$) și martie ($r = 0,78^{***}$), an curent, precum și cele din septembrie și octombrie, an precedent ($r = 0,69^{***}$, respectiv $r = 0,84^{***}$), au influențat pozitiv creșterile arborilor, același coeficient fiind înregistrat la ambele forme. Rezultatele sunt similare celor înregistrate anterior într-un test comparativ *pendula-pyramidalis* din apropiere (Măneciu; Budeanu *et al.* 2021a).

Concluzii capitol

La molidul *pendula* din populația Predeal creșterile radiale au început cu circa 1 săptămână întârziere și au fost mai mari în a doua jumătate a sezonului de vegetație, în timp ce molidul comun a înregistrat creșteri mai mari în prima jumătate a sezonului bioactiv.

Creșterile radiale au fost influențate negativ și foarte semnificativ de temperatura aerului (în special în lunile iunie și august) și pozitiv, tot foarte semnificativ, de precipitații (iunie, iulie, martie, an curent și septembrie-octombrie, an precedent), fără a exista o diferențiere între cele două forme.

10. OBSERVAȚII FENOLOGICE LA MOLID CU COROANĂ ÎNGUSTĂ ȘI MOLID PIRAMIDAL, ÎN POPULAȚIA PREDEAL

Alexandru ZAHARIA¹, Marius BUDEANU¹, Dan PEPELEA¹, Raul Gheorghe RADU¹

Fenologia pornirii în vegetație și derularea fenofazelor înfloririi, la molid, au fost analizate anterior în Finlanda (Luomajoki 1993), Norvegia (Mørtvedt Solvin & Steffenrem 2019, Skrøppa & Steffenrem 2019), Rusia (Chen et al. 2014), Germania (Schleip et al. 2008, Kraus et al. 2016), Cehia (Bednářová & Merklová 2011, Hájková et al. 2012), Slovacia (Skvareninová & Snopková 2010), Polonia (Chmura 2006), Canada (Lesser & Parker 2004, Guo et al. 2021), România (Teodosiu et al. 2005, Pârnuță 2008), etc., în toate studiile concluzionându-se faptul că influența gradientilor geografici ai locului de testare (latitudine, longitudine, altitudine) este decisivă în derularea fenofazelor de creștere și înflorire. Și influența factorilor climatici (în special temperatura aerului și precipitațiile atmosferice) joacă un rol important în derularea fenofazelor și, mai mult decât atât, se consideră că debutul și durata fazelor fenologice pot fi utilizate ca indicatori ai schimbărilor climatice (Schleip et al. 2008, Kraus et al. 2016).

În România, Teodosiu și colaboratorii (2005) au realizat o hartă a înmuguririi și înfloririi molidului în diferite zone din munții Carpați (inclusiv Predeal), valabilă pentru anul 2004, iar Pârnuță (2008) a analizat derularea fenofazelor înfloririi în populații naturale de molid (*pyramidalis* și *pendula*), precum și intrarea în vegetație a puietilor, în pepinieră.

Folosind metodologia utilizată anterior de Pârnuță (2008), dar și manualul ICP Forests (Beuker et al. 2016), observațiile fenologice asupra creșterilor și înfloririi din sezoanele de vegetație 2021 și 2022 s-au concentrat asupra a zece arbori de molid *pendula* și zece vecini *pyramidalis*, asemănători dimensional, aleși în populația Predeal. Periodic s-au efectuat și zboruri cu drona pentru a încerca să optimizăm cât mai mult datele culese folosind binoclul. Metodologia este detaliată în capitolul 4.6.

¹ INCDS “Marin Drăcea”

10.1. Observațiile fenologice din anul 2021

Observațiile fenologice au început la data de 1 martie 2021, iar din momentul în care mugurii au început să se umfle și până când la cea mai tardivă descendență acele erau complet libere de solzi, s-au repetat la intervale de aproximativ 7 zile (Tabelul 33). Formarea mugurelui terminal marchează încetarea creșterii anuale și implicit încheierea observațiilor fenologice. Monitorizarea s-a realizat prin apreciere vizuală, folosind binoclul (dublă de câteva observații cu drona), observații de jos (de la nivelul solului), de fiecare dată asupra aceleiași părți a coroanei unui anumit arbore. S-a evaluat treimea superioară a coroanelor celor 20 de arbori (Foto 22).

La ambele forme de molid începutul umflării mugurilor s-a produs în jurul datei de 1 mai iar începutul deschiderii acestora s-a produs în jurul datei de 25 mai. Stadiul 3 (muguri deschiși) a fost atins cu 9 zile mai devreme la molidul comun (media= 5 iunie, 2/4/3/1 arbori la 25 mai/ 31 mai/ 5iunie/ 14 iunie) față de molidul *pendula* (media=14 iunie, 1/3/3/3 arbori la 31 mai/ 5iunie/ 14 iunie/ 25 iunie). Din momentul atingerii simultane a stadiului 2, fenofazele de creștere s-au derulat cu o rezeziune mult mai mare la molidul comun (Tabelul 33 și Figura 18), mult mai bine adaptat la condițiile unui sezon de vegetație mai scurt. Ușoara tardivitate a molidului *pendula* reprezintă o însușire favorabilă, asigurând o rezistență superioară la înghețuri târzii.

Tabelul 33. Derularea fenofazelor de creștere în anul 2021.

Data	Nr. arbore	Cod creșteri <i>pendula</i> (0-5, Pârnuță)	Cod creșteri <i>pyramidalis</i> vecin (0-5, Pârnuță)	ICP <i>pendula</i>		ICP <i>pyramidalis</i> vecin	
				Cod fază (-,1-3)	Scor fază (1-5)	Cod fază (-,1-3)	Scor fază (1-5)
				Partea obs. (cod)	Partea obs. (cod)	Partea obs. (cod)	Partea obs. (cod)
				Exp. părții obs. (cod)	Exp. părții obs. (cod)	Exp. părții obs. (cod)	Exp. părții obs. (cod)
				Direcția de obs. (cod)	Direcția de obs. (cod)	Direcția de obs. (cod)	Direcția de obs. (cod)
				Metoda de obs. (cod)	Metoda de obs. (cod)	Metoda de obs. (cod)	Metoda de obs. (cod)
1.04		0	0	-	1, 1, 4, 3, 1	-	1, 1, 4, 3, 1
1.05		1	1	-	1, 1, 4, 3, 1	-	1, 1, 4, 3, 1
17.05		1	1	-	1, 1, 4, 3, 1	-	1, 1, 4, 3, 1
25.05		2	2(80%) / 3(20%)	-	1, 1, 4, 3, 1	1	2, 1, 4, 3, 1
31.05		2	2(40%) / 3(60%)	-	1, 1, 4, 3, 1	1	3, 1, 4, 3, 1
5.06	1	2	3(40%) / 4(60%)	-	1, 1, 4, 3, 1	1	4, 1, 4, 3, 1
14.06		2(80%) / 3(20%)	4(50%) / 5(50%)	1	2, 1, 4, 3, 1	2	4, 1, 4, 3, 1
25.06		3(30%) / 4(70%)	5	1	5, 1, 4, 3, 1	2	5, 1, 4, 3, 1
1.07		4(40%) / 5(60%)	5	2	4, 1, 4, 3, 1	2	5, 1, 4, 3, 1
12.07		5	5	2	5, 1, 4, 3, 1	2	5, 1, 4, 3, 1

Data	Nr. arbore	Cod creșteri <i>pendula</i> (0-5, Pârnuță)	Cod creșteri <i>pyramidalis</i> vecin (0-5, Pârnuță)	ICP <i>pendula</i>		ICP <i>pyramidalis</i> vecin	
				Cod fază (-,1-3)	Scor fază (1-5)	Cod fază (-,1-3)	Scor fază (1-5)
				Partea obs. (cod)	Partea obs. (cod)	Partea obs. (cod)	Partea obs. (cod)
				Exp. părții obs. (cod)	Exp. părții obs. (cod)	Exp. părții obs. (cod)	Exp. părții obs. (cod)
				Direcția de obs. (cod)	Direcția de obs. (cod)	Direcția de obs. (cod)	Direcția de obs. (cod)
				Metoda de obs. (cod)	Metoda de obs. (cod)	Metoda de obs. (cod)	Metoda de obs. (cod)
1.04		0	0	-, 1, 1, 4, 3, 1	-, 1, 1, 5, 3, 1	-, 1, 1, 5, 3, 1	-, 1, 1, 5, 3, 1
1.05		1	1	-, 1, 1, 4, 3, 1	-, 1, 1, 5, 3, 1	-, 1, 1, 5, 3, 1	-, 1, 1, 5, 3, 1
17.05		1	1	-, 1, 1, 4, 3, 1	-, 1, 1, 5, 3, 1	-, 1, 1, 5, 3, 1	-, 1, 1, 5, 3, 1
25.05		2(90%) / 3(10%)	2	1, 2, 1, 4, 3, 1	-, 1, 1, 5, 3, 1	-, 1, 1, 5, 3, 1	-, 1, 1, 5, 3, 1
31.05	2	2(80%) / 3(20%)	2	1, 2, 1, 4, 3, 1	-, 1, 1, 5, 3, 1	-, 1, 1, 5, 3, 1	-, 1, 1, 5, 3, 1
5.06		3	2(90%) / 3(10%)	1, 3, 1, 4, 3, 1	1, 2, 1, 5, 3, 1	1, 2, 1, 5, 3, 1	1, 2, 1, 5, 3, 1
14.06		3(70%) / 4(30%)	2(60%) / 3(40%)	1, 5, 1, 4, 3, 1	1, 3, 1, 5, 3, 1	1, 3, 1, 5, 3, 1	1, 3, 1, 5, 3, 1
25.06		4(70%) / 5(30%)	3(50%) / 4(50%)	2, 2, 1, 4, 3, 1	1, 5, 1, 5, 3, 1	1, 5, 1, 5, 3, 1	1, 5, 1, 5, 3, 1
1.07		5	5	2, 5, 1, 4, 3, 1	2, 5, 1, 5, 3, 1	2, 5, 1, 5, 3, 1	2, 5, 1, 5, 3, 1
12.07		5	5	2, 5, 1, 4, 3, 1	2, 5, 1, 5, 3, 1	2, 5, 1, 5, 3, 1	2, 5, 1, 5, 3, 1
1.04		0	0	-, 1, 1, 6, 3, 1	-, 1, 1, 6, 3, 1	-, 1, 1, 6, 3, 1	-, 1, 1, 6, 3, 1
1.05		1	1	-, 1, 1, 6, 3, 1	-, 1, 1, 6, 3, 1	-, 1, 1, 6, 3, 1	-, 1, 1, 6, 3, 1
17.05		1	1	-, 1, 1, 6, 3, 1	-, 1, 1, 6, 3, 1	-, 1, 1, 6, 3, 1	-, 1, 1, 6, 3, 1
25.05		2	2	-, 1, 1, 6, 3, 1	-, 1, 1, 6, 3, 1	-, 1, 1, 6, 3, 1	-, 1, 1, 6, 3, 1
31.05	3	2(70%) / 3(30%)	2(90%) / 3(10%)	1, 2, 1, 6, 3, 1	1, 2, 1, 6, 3, 1	1, 2, 1, 6, 3, 1	1, 2, 1, 6, 3, 1
5.06		3(30%) / 4(70%)	3 (50%) / 4(50%)	1, 4, 1, 6, 3, 1	1, 4, 1, 6, 3, 1	1, 4, 1, 6, 3, 1	1, 4, 1, 6, 3, 1
14.06		4	4	1, 5, 1, 6, 3, 1	1, 5, 1, 6, 3, 1	1, 5, 1, 6, 3, 1	1, 5, 1, 6, 3, 1
25.06		5	4(60%) / 5(40%)	2, 5, 1, 6, 3, 1	2, 2, 1, 6, 3, 1	2, 2, 1, 6, 3, 1	2, 2, 1, 6, 3, 1
1.07		5	5	2, 5, 1, 6, 3, 1	2, 5, 1, 6, 3, 1	2, 5, 1, 6, 3, 1	2, 5, 1, 6, 3, 1
12.07		5	5	2, 5, 1, 6, 3, 1	2, 5, 1, 6, 3, 1	2, 5, 1, 6, 3, 1	2, 5, 1, 6, 3, 1
1.04		0	0	-, 1, 1, 5, 3, 1	-, 1, 1, 5, 3, 1	-, 1, 1, 5, 3, 1	-, 1, 1, 5, 3, 1
1.05		1	1	-, 1, 1, 5, 3, 1	-, 1, 1, 5, 3, 1	-, 1, 1, 5, 3, 1	-, 1, 1, 5, 3, 1
17.05		1	1	-, 1, 1, 5, 3, 1	-, 1, 1, 5, 3, 1	-, 1, 1, 5, 3, 1	-, 1, 1, 5, 3, 1
25.05		2	2	-, 1, 1, 5, 3, 1	-, 2, 1, 5, 3, 1	-, 2, 1, 5, 3, 1	-, 2, 1, 5, 3, 1
31.05	7	2	2(80%) / 3(20%)	-, 1, 1, 5, 3, 1	1, 2, 1, 5, 3, 1	1, 2, 1, 5, 3, 1	1, 2, 1, 5, 3, 1
5.06		2(60%) / 3(40%)	3	1, 3, 1, 5, 3, 1	1, 4, 1, 5, 3, 1	1, 4, 1, 5, 3, 1	1, 4, 1, 5, 3, 1
14.06		3(80%) / 4(20%)	4	1, 4, 1, 5, 3, 1	1, 5, 1, 5, 3, 1	1, 5, 1, 5, 3, 1	1, 5, 1, 5, 3, 1
25.06		4	5	1, 5, 1, 5, 3, 1	2, 5, 1, 5, 3, 1	2, 5, 1, 5, 3, 1	2, 5, 1, 5, 3, 1
1.07		5	5	2, 5, 1, 5, 3, 1	2, 5, 1, 5, 3, 1	2, 5, 1, 5, 3, 1	2, 5, 1, 5, 3, 1
12.07		5	5	2, 5, 1, 5, 3, 1	2, 5, 1, 5, 3, 1	2, 5, 1, 5, 3, 1	2, 5, 1, 5, 3, 1
1.04		0	0	-, 1, 1, 6, 3, 1	-, 1, 1, 6, 3, 1	-, 1, 1, 6, 3, 1	-, 1, 1, 6, 3, 1
1.05		1	1	-, 1, 1, 6, 3, 1	-, 1, 1, 6, 3, 1	-, 1, 1, 6, 3, 1	-, 1, 1, 6, 3, 1
17.05		1	1	-, 1, 1, 6, 3, 1	-, 1, 1, 6, 3, 1	-, 1, 1, 6, 3, 1	-, 1, 1, 6, 3, 1
25.05		2	2(80%) / 3(20%)	-, 1, 1, 6, 3, 1	1, 1, 1, 6, 3, 1	1, 1, 1, 6, 3, 1	1, 1, 1, 6, 3, 1
31.05	9	2	3 (75%) / 4(25%)	-, 1, 1, 6, 3, 1	1, 4, 1, 6, 3, 1	1, 4, 1, 6, 3, 1	1, 4, 1, 6, 3, 1
5.06		2	4	-, 1, 1, 6, 3, 1	1, 5, 1, 6, 3, 1	1, 5, 1, 6, 3, 1	1, 5, 1, 6, 3, 1
14.06		2(90%) / 3(10%)	5	1, 2, 1, 6, 3, 1	2, 5, 1, 6, 3, 1	2, 5, 1, 6, 3, 1	2, 5, 1, 6, 3, 1
25.06		3(50%) / 4(50%)	5	1, 5, 1, 6, 3, 1	2, 5, 1, 6, 3, 1	2, 5, 1, 6, 3, 1	2, 5, 1, 6, 3, 1
1.07		4(20%) / 5(80%)	5	2, 4, 1, 6, 3, 1	2, 5, 1, 6, 3, 1	2, 5, 1, 6, 3, 1	2, 5, 1, 6, 3, 1
12.07		5	5	2, 5, 1, 6, 3, 1	2, 5, 1, 6, 3, 1	2, 5, 1, 6, 3, 1	2, 5, 1, 6, 3, 1

Data	Nr. arbore	Cod creșteri <i>pendula</i> (0-5, Pârnuță)	Cod creșteri <i>pyramidalis</i> vecin (0-5, Pârnuță)	ICP <i>pendula</i>		ICP <i>pyramidalis</i> vecin		
				Cod fază (-,1-3)	Scor fază (1-5)	Cod fază (-,1-3)	Scor fază (1-5)	
				Partea obs. (cod)	Partea obs. (cod)	Partea obs. (cod)	Partea obs. (cod)	
				Exp. părții obs. (cod)	Exp. părții obs. (cod)	Exp. părții obs. (cod)	Exp. părții obs. (cod)	
				Direcția de obs. (cod)	Direcția de obs. (cod)	Direcția de obs. (cod)	Direcția de obs. (cod)	
				Metoda de obs. (cod)	Metoda de obs. (cod)	Metoda de obs. (cod)	Metoda de obs. (cod)	
1.04		0	0	-, 1, 1, 6, 3, 1	-, 1, 1, 6, 3, 1	-, 1, 1, 4, 3, 1	-, 1, 1, 4, 3, 1	
1.05		1	1	-, 1, 1, 6, 3, 1	-, 1, 1, 6, 3, 1	-, 1, 1, 4, 3, 1	-, 1, 1, 4, 3, 1	
17.05		1	1	-, 1, 1, 6, 3, 1	-, 1, 1, 6, 3, 1	-, 1, 1, 4, 3, 1	-, 1, 1, 4, 3, 1	
25.05		2	2	-, 1, 1, 6, 3, 1	-, 1, 1, 6, 3, 1	-, 1, 1, 4, 3, 1	-, 1, 1, 4, 3, 1	
31.05	10	2	2	-, 1, 1, 6, 3, 1	-, 1, 1, 6, 3, 1	-, 1, 1, 4, 3, 1	-, 1, 1, 4, 3, 1	
5.06		2	2	-, 1, 1, 6, 3, 1	-, 1, 1, 6, 3, 1	-, 1, 1, 4, 3, 1	-, 1, 1, 4, 3, 1	
14.06		2(50%) / 3(50%)	2(60%) / 3(40%)	1, 3, 1, 6, 3, 1	1, 3, 1, 4, 3, 1	1, 3, 1, 4, 3, 1	1, 3, 1, 4, 3, 1	
25.06		4(50%) / 5(50%)	4(60%) / 5(40%)	2, 3, 1, 6, 3, 1	2, 3, 1, 4, 3, 1	2, 3, 1, 4, 3, 1	2, 3, 1, 4, 3, 1	
1.07		5	5	2, 5, 1, 6, 3, 1	2, 5, 1, 4, 3, 1	2, 5, 1, 4, 3, 1	2, 5, 1, 4, 3, 1	
12.07		5	5	2, 5, 1, 6, 3, 1	2, 5, 1, 4, 3, 1	2, 5, 1, 4, 3, 1	2, 5, 1, 4, 3, 1	
1.04			0	0	-, 1, 1, 3, 3, 1	-, 1, 1, 3, 3, 1	-, 1, 1, 7, 3, 1	-, 1, 1, 7, 3, 1
1.05			1	1	-, 1, 1, 3, 3, 1	-, 1, 1, 3, 3, 1	-, 1, 1, 7, 3, 1	-, 1, 1, 7, 3, 1
17.05		1	1	-, 1, 1, 3, 3, 1	-, 1, 1, 3, 3, 1	-, 1, 1, 7, 3, 1	-, 1, 1, 7, 3, 1	
25.05		2	2	-, 1, 1, 3, 3, 1	-, 1, 1, 3, 3, 1	-, 1, 1, 7, 3, 1	-, 1, 1, 7, 3, 1	
31.05	11	2	2(40%) / 3(60%)	-, 1, 1, 3, 3, 1	-, 1, 1, 3, 3, 1	1, 3, 1, 7, 3, 1	1, 3, 1, 7, 3, 1	
5.06		2	3	-, 1, 1, 3, 3, 1	-, 1, 1, 3, 3, 1	1, 4, 1, 7, 3, 1	1, 4, 1, 7, 3, 1	
14.06		2	3	-, 1, 1, 3, 3, 1	-, 1, 1, 3, 3, 1	1, 4, 1, 7, 3, 1	1, 4, 1, 7, 3, 1	
25.06		3(60%) / 4(40%)	4(40%) / 5(60%)	1, 5, 1, 3, 3, 1	1, 5, 1, 3, 3, 1	2, 3, 1, 7, 3, 1	2, 3, 1, 7, 3, 1	
1.07		5	5	2, 5, 1, 3, 3, 1	2, 5, 1, 7, 3, 1	2, 5, 1, 7, 3, 1	2, 5, 1, 7, 3, 1	
12.07		5	5	2, 5, 1, 3, 3, 1	2, 5, 1, 7, 3, 1	2, 5, 1, 7, 3, 1	2, 5, 1, 7, 3, 1	
1.04			0	0	-, 1, 1, 5, 3, 1	-, 1, 1, 5, 3, 1	-, 1, 1, 5, 3, 1	-, 1, 1, 5, 3, 1
1.05			1	1	-, 1, 1, 5, 3, 1	-, 1, 1, 5, 3, 1	-, 1, 1, 5, 3, 1	-, 1, 1, 5, 3, 1
17.05		1	1	-, 1, 1, 5, 3, 1	-, 1, 1, 5, 3, 1	-, 1, 1, 5, 3, 1	-, 1, 1, 5, 3, 1	
25.05		1	1	-, 1, 1, 5, 3, 1	-, 1, 1, 5, 3, 1	-, 1, 1, 5, 3, 1	-, 1, 1, 5, 3, 1	
31.05	12	2	2	-, 1, 1, 5, 3, 1	-, 1, 1, 5, 3, 1	-, 1, 1, 5, 3, 1	-, 1, 1, 5, 3, 1	
5.06		2(70%) / 3(30%)	2(80%) / 3(20%)	1, 2, 1, 5, 3, 1	1, 2, 1, 5, 3, 1	1, 2, 1, 5, 3, 1	1, 2, 1, 5, 3, 1	
14.06		3(70%) / 4(30%)	3	1, 4, 1, 5, 3, 1	1, 3, 1, 5, 3, 1	1, 3, 1, 5, 3, 1	1, 3, 1, 5, 3, 1	
25.06		4	4	1, 5, 1, 5, 3, 1	1, 5, 1, 5, 3, 1	1, 5, 1, 5, 3, 1	1, 5, 1, 5, 3, 1	
1.07		5	5	2, 4, 1, 5, 3, 1	2, 5, 1, 5, 3, 1	2, 5, 1, 5, 3, 1	2, 5, 1, 5, 3, 1	
12.07		5	5	2, 5, 1, 5, 3, 1	2, 5, 1, 5, 3, 1	2, 5, 1, 5, 3, 1	2, 5, 1, 5, 3, 1	
1.04			0	0	-, 1, 1, 5, 3, 1	-, 1, 1, 5, 3, 1	-, 1, 1, 5, 3, 1	-, 1, 1, 5, 3, 1
1.05			1	1	-, 1, 1, 5, 3, 1	-, 1, 1, 5, 3, 1	-, 1, 1, 5, 3, 1	-, 1, 1, 5, 3, 1
17.05		1	1	-, 1, 1, 5, 3, 1	-, 1, 1, 5, 3, 1	-, 1, 1, 5, 3, 1	-, 1, 1, 5, 3, 1	
25.05		2	2	-, 1, 1, 5, 3, 1	-, 1, 1, 5, 3, 1	-, 1, 1, 5, 3, 1	-, 1, 1, 5, 3, 1	
31.05	13	2	2	-, 1, 1, 5, 3, 1	-, 1, 1, 5, 3, 1	-, 1, 1, 5, 3, 1	-, 1, 1, 5, 3, 1	
5.06		2(50%) / 3(50%)	2(50%) / 3(50%)	1, 3, 1, 5, 3, 1	1, 3, 1, 5, 3, 1	1, 3, 1, 5, 3, 1	1, 3, 1, 5, 3, 1	
14.06		4	4	1, 5, 1, 5, 3, 1	2, 2, 1, 5, 3, 1	2, 2, 1, 5, 3, 1	2, 2, 1, 5, 3, 1	
25.06		4(30%) / 5(70%)	4(30%) / 5(70%)	2, 4, 1, 5, 3, 1	2, 4, 1, 5, 3, 1	2, 4, 1, 5, 3, 1	2, 4, 1, 5, 3, 1	
1.07		5	5	2, 5, 1, 5, 3, 1	2, 5, 1, 5, 3, 1	2, 5, 1, 5, 3, 1	2, 5, 1, 5, 3, 1	
12.07		5	5	2, 5, 1, 5, 3, 1	2, 5, 1, 5, 3, 1	2, 5, 1, 5, 3, 1	2, 5, 1, 5, 3, 1	

Data	Nr. arbore	Cod creșteri <i>pendula</i> (0-5, Pârnuță)	Cod creșteri <i>pyramidalis</i> vecin (0-5, Pârnuță)	ICP <i>pendula</i>		ICP <i>pyramidalis</i> vecin	
				Cod fază (-,1-3)	Scor fază (1-5)	Cod fază (-,1-3)	Scor fază (1-5)
				Partea obs. (cod)	Partea obs. (cod)	Partea obs. (cod)	Partea obs. (cod)
				Exp. părții obs. (cod)	Exp. părții obs. (cod)	Exp. părții obs. (cod)	Exp. părții obs. (cod)
				Direcția de obs. (cod)	Direcția de obs. (cod)	Direcția de obs. (cod)	Direcția de obs. (cod)
				Metoda de obs. (cod)	Metoda de obs. (cod)	Metoda de obs. (cod)	Metoda de obs. (cod)
1.04		0	0	-	1, 1, 6, 3, 1	-	1, 1, 6, 3, 1
1.05		1	1	-	1, 1, 6, 3, 1	-	1, 1, 6, 3, 1
17.05		1	1	-	1, 1, 6, 3, 1	-	1, 1, 6, 3, 1
25.05		2	2	-	1, 1, 6, 3, 1	-	1, 1, 6, 3, 1
31.05	14	2	2(90%) / 3(10%)	-	1, 1, 6, 3, 1	1	1, 1, 6, 3, 1
5.06		2	2(50%) / 3(50%)	-	1, 1, 6, 3, 1	1	3, 1, 6, 3, 1
14.06		2	4	-	1, 1, 6, 3, 1	1	5, 1, 6, 3, 1
25.06		3 (30%) / 4(70%)	5	1	2, 1, 6, 3, 1	2	5, 1, 6, 3, 1
1.07		5	5	2	4, 1, 6, 3, 1	2	5, 1, 6, 3, 1
12.07		5	5	2	5, 1, 6, 3, 1	2	5, 1, 6, 3, 1

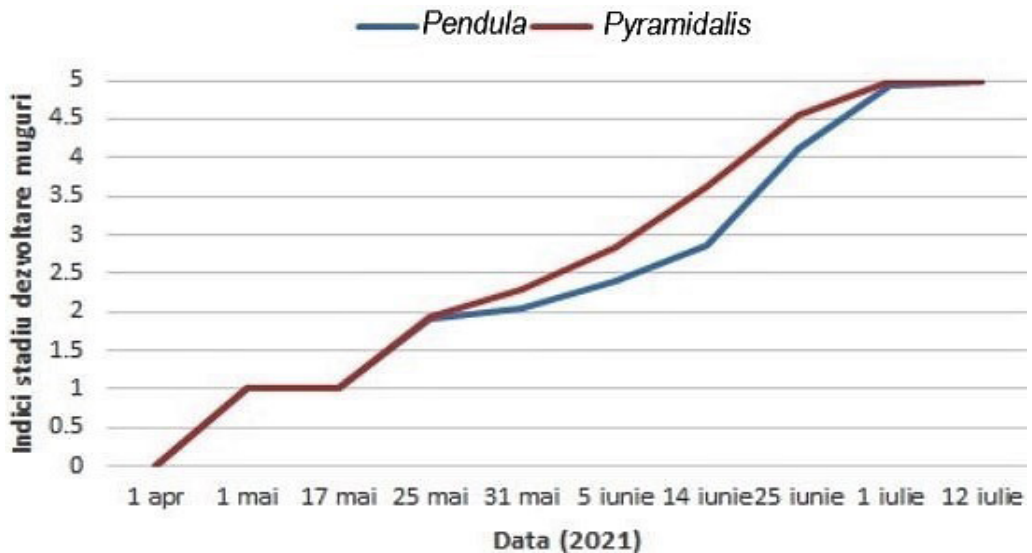


Figura 18. Derularea fenofazelor de creștere la cele două forme de molid



Foto 22. Imaginea surprinsă din dronă asupra arborelui nr. 7.

Molidul comun a atins stadiul 4 (ace complet libere) în jurul datei de 14 iunie (3/4/3 arbori în 5/14/25 iunie) în timp ce molidul *pendula* a întârziat, în medie cu 11 zile (1/3/6 arbori în 5/14/25 iunie). Cele două varietăți au atins aproape simultan stadiul 5, în jurul datei de 1 iulie, molidul comun și 4 zile mai târziu, molidul *pendula* (Tabelul 33).

La ambele forme de molid, în stadiile 3-5, se diferențiază arbori precoce, medii și târzii, dar o astfel de analiză nu este foarte elocventă datorită numărului mic de arbori incluși în experiment, situație datorată numărului redus de exemplare de molid cu coroană îngustă.

Conform metodologiei ICP Forests, apariția acelor (cod fază 1) s-a produs, în medie, la data de 5 iunie la molidul comun și cu o întârziere de circa 9 zile la

molidul *pendula*. Faza 2, dezvoltarea lujerilor, a început la data de 14 iunie la cei mai precoce molizi comuni și la 25 iunie la cei mai rapizi *pendula*. În general, există o corespondență între metodologia utilizată de Pârnuță (2008) și manualul ICP (Beuker et al. 2016), codurile 3 și 4 corespund codului 1 ICP, iar codul 5 corespunde codului 2, ICP (Tabelul 33).

Așadar, la Predeal, pe valea Poliștoaca (1120 m altitudine), în anul 2021, majoritatea arborilor evaluați aveau mugurii deschiși (faza 3, Pârnuță, respectiv faza 1, ICP) în jurul datei de 5 iunie la molidul comun, respectiv la data de 14 iunie la molidul *pendula*. Formarea mugurelui terminal, marcând sfârșitul creșterilor în înălțime, s-a produs în jurul datei de 20 august, la molidul comun, respectiv la 26 august, la forma *pendula*. Rezultatele sunt asemănătoare celor consemnate de Teodosiu și colaboratorii (2005).

Fenofazele înfloririi, în anul 2021

După un an cu fructificație abundentă (2020) în populația Predeal, în anul 2021 au fost identificate doar flori femele, și acestea la un număr redus de arbori (Tabelul 34) și într-o pondere foarte mică (7.1- dispersat, ICP). La toți arborii cu flori, strobilii femeli au atins stadiul 3 (complet dezvoltati dar cu solzii nedeschiși) în jurul datei de 31 mai iar momentul de maximă receptivitate al florilor femele, stadiul 4, a fost înregistrat în perioada 5 - 14 iunie (Tabelul 34).

Este cunoscut faptul că, un climat cu temperaturi medii zilnice mai mari de 10°C și cu precipitații puține determină o înflorire ”explozivă”, în timp ce un climat mai rece și cu precipitații multe determină o înflorire mai lentă (Pârnuță 2008). Valorile zilnice ale celor 2 parametri climatici înregistrate în iunie 2021 au favorizat o înflorire mai lentă și o perioadă de receptivitate mai mare, de circa 8-10 zile.

Tabelul 34. Derularea fenofazelor înfloririi (2021) la molidul din populația Predeal.

Data	Nr. arbore	Cod flori femele <i>pendula / normal</i> (0-5, Pârnuță)	Scor flori femele <i>pendula / normal</i> (6-7.3, ICP)	Nr. arbore	Cod flori femele <i>pendula / normal</i> (0-5, Pârnuță)	Scor flori femele <i>pendula / normal</i> (6-7.3, ICP)
1.04		0 / -	6 / 6		- / 0	6 / 6
1.05		1 / -	6 / 6		- / 1	6 / 6
17.05		2 / -	6 / 6		- / 1	6 / 6
25.05		2 / -	6 / 6		- / 2	6 / 6
31.05	1	3 / -	7.1 / 6	10	- / 3	6 / 7.1
5.06		3 / -	7.1 / 6		- / 3	6 / 7.1
14.06		4 / -	7.1 / 6		- / 4	6 / 7.1
25.06		5 / -	7.1 / 6		- / 5	6 / 7.1
1.07		5 / -	7.1 / 6		- / 5	6 / 7.1
12.07		5 / -	7.1 / 6		- / 5	6 / 7.1
1.04		- / 0	6 / 6		0 / 0	6 / 6
1.05		- / 1	6 / 6		1 / 1	6 / 6
17.05		- / 2	6 / 6		2 / 1	6 / 6
25.05		- / 3	6 / 7.1		3 / 2	7.1 / 6
31.05	2	- / 3	6 / 7.1	11	3 / 3	7.1 / 7.1
5.06		- / 3	6 / 7.1		4 / 4	7.1 / 7.1
14.06		- / 4	6 / 7.1		5 / 5	7.1 / 7.1
25.06		- / 5	6 / 7.1		5 / 4	7.1 / 7.1
1.07		- / 5	6 / 7.1		5 / 5	7.1 / 7.1
12.07		- / 5	6 / 7.1		5 / 5	7.1 / 7.1
1.04		- / 0	6 / 6		0 / -	6 / 6
1.05		- / 1	6 / 6		1 / -	6 / 6
17.05		- / 1	6 / 6		1 / -	6 / 6
25.05		- / 2	6 / 6		2 / -	6 / 6
31.05	3	- / 3	6 / 7.1	12	3 / -	7.1 / 6
5.06		- / 4	6 / 7.1		3 / -	7.1 / 6
14.06		- / 5	6 / 7.1		4 / -	7.1 / 6
25.06		- / 5	6 / 7.1		5 / -	7.1 / 6
1.07		- / 5	6 / 7.1		5 / -	7.1 / 6
12.07		- / 5	6 / 7.1		5 / -	7.1 / 6
1.04		0 / -	6 / 6		0 / -	6 / 6
1.05		1 / -	6 / 6		1 / -	6 / 6
17.05		1 / -	6 / 6		1 / -	6 / 6
25.05		2 / -	6 / 6		2 / -	6 / 6
31.05	7	3 / -	7.1 / 6	14	3 / -	7.1 / 6
5.06		4 / -	7.1 / 6		4 / -	7.1 / 6
14.06		5 / -	7.1 / 6		5 / -	7.1 / 6
25.06		5 / -	7.1 / 6		5 / -	7.1 / 6
1.07		5 / -	7.1 / 6		5 / -	7.1 / 6
12.07		5 / -	7.1 / 6		5 / -	7.1 / 6

Este foarte important de subliniat faptul că, perioada de maximă receptivitate a strobililor femeli se suprapune la cele două forme de molid existând posibilitatea interfecundării între acestea. La aceeași constatare a ajuns anterior și Pârnuță (2008).

10.2. Observațiile fenologice din anul 2022

Observațiile fenologice au început la data de 1 martie 2022, iar din momentul în care mugurii au început să se umfle și până când la cea mai tardivă descendență acele erau complet libere de solzi, s-au repetat la intervale de aproximativ 7 zile (Tabelul 35).

La ambele forme de molid începutul umflării mugurilor s-a produs în jurul datei de 1 mai iar începutul deschiderii acestora s-a produs în jurul datei de 25 mai, rezultate similare celor înregistrate în anul anterior. Stadiul 3 (muguri deschiși) a fost atins simultan la ambele forme (cu excepția unui arbore *pendula* care a întârziat 7 zile), la data de 23 mai, cu 2 săptămâni mai repede la molidul normal și cu 3 săptămâni la *pendula*, comparativ cu anul precedent. Din momentul atingerii simultane a stadiului 3, fenofazele de creștere s-au derulat puțin mai repede la molidul comun (Tabelul 35). Ușoara tardivitate a molidului *pendula* reprezintă o însușire favorabilă, asigurând o rezistență superioară la înghețuri târzii.

La toți arborii de molid cu coroană îngustă, stadiul 4 (ace complet libere) a fost atins în jurul datei de 30 mai, iar stadiul 5 în jurul datei de 10 iunie, în timp ce molidul cu coroană normală a fost cu 3-7 zile mai rapid în atingerea acestor faze și a prezentat mici diferențe între arbori (Tabelul 35). Față de anul precedent cele două faze terminale ale fenologiei creșterilor au fost atinse, în medie, cu trei săptămâni mai repede, în anul 2022.

Tabelul 35. Derularea fenofazelor de creștere în anul 2022.

Data	Nr. arbore	Cod creșteri <i>pendula</i> (0-5, Pârnuță)	Cod creșteri <i>pyramidalis</i> vecin (0-5, Pârnuță)	ICP <i>pendula</i>		ICP <i>pyramidalis</i> vecin	
				Cod fază (-,1-3)	Scor fază (1-5)	Cod fază (-,1-3)	Scor fază (1-5)
				Partea obs. (cod)	Partea obs. (cod)	Partea obs. (cod)	Partea obs. (cod)
				Exp. părții obs. (cod)	Exp. părții obs. (cod)	Exp. părții obs. (cod)	Exp. părții obs. (cod)
				Direcția de obs. (cod)	Direcția de obs. (cod)	Direcția de obs. (cod)	Direcția de obs. (cod)
				Metoda de obs. (cod)	Metoda de obs. (cod)	Metoda de obs. (cod)	Metoda de obs. (cod)
1.04		0	0	-,1,1,4,3,1		-,1,1,4,3,1	
21.04		0	0	-,1,1,4,3,1		-,1,1,4,3,1	
2.05		1	1	-,1,1,4,3,1		-,1,1,4,3,1	
6.05		1	1	-,1,1,4,3,1		-,1,1,4,3,1	
16.05	1	1	1	-,1,1,4,3,1		-,1,1,4,3,1	
20.05		1	2	-,1,1,4,3,1		-,1,1,4,3,1	
23.05		2	3	-,1,1,4,3,1		1,3,1,4,3,1	
30.05		3(40%) / 4 (60%)	4(40%) / 5 (60%)	1,3,1,4,3,1		2,4,1,4,3,1	
10.06		5	5	2,5,1,4,3,1		2,5,1,4,3,1	
20.06		5	5	2,5,1,4,3,1		2,5,1,4,3,1	

Data	Nr. arbore	Cod creșteri <i>pendula</i> (0-5, Pârnuță)	Cod creșteri <i>pyramidalis</i> vecin (0-5, Pârnuță)	ICP <i>pendula</i>		ICP <i>pyramidalis</i> vecin	
				Cod fază (-,1-3)	Scor fază (1-5)	Cod fază (-,1-3)	Scor fază (1-5)
				Partea obs. (cod)	Partea obs. (cod)	Partea obs. (cod)	Partea obs. (cod)
				Exp. părții obs. (cod)	Exp. părții obs. (cod)	Exp. părții obs. (cod)	Exp. părții obs. (cod)
				Direcția de obs. (cod)	Direcția de obs. (cod)	Direcția de obs. (cod)	Direcția de obs. (cod)
				Metoda de obs. (cod)	Metoda de obs. (cod)	Metoda de obs. (cod)	Metoda de obs. (cod)
1.04		0	0	-,1,1,4,3,1		-,1,1,5,3,1	
21.04		0	0	-,1,1,4,3,1		-,1,1,5,3,1	
2.05		1	1	-,1,1,4,3,1		-,1,1,5,3,1	
6.05		1	1	-,1,1,4,3,1		-,1,1,5,3,1	
16.05	2	1	1	-,1,1,4,3,1		-,1,1,5,3,1	
20.05		2	2	-,1,1,4,3,1		-,1,1,5,3,1	
23.05		3	3	1,2,1,4,3,1		1,2,1,5,3,1	
30.05		4	4(40%) / 5 (60%)	1,3,1,4,3,1		2,4,1,5,3,1	
10.06		5	5	2,5,1,4,3,1		2,5,1,5,3,1	
20.06		5	5	2,5,1,4,3,1		2,5,1,5,3,1	
1.04		0	0	-,1,1,6,3,1		-,1,1,6,3,1	
21.04		0	0	-,1,1,6,3,1		-,1,1,6,3,1	
2.05		1	1	-,1,1,6,3,1		-,1,1,6,3,1	
6.05		1	1	-,1,1,6,3,1		-,1,1,6,3,1	
16.05	3	1	1	-,1,1,6,3,1		-,1,1,6,3,1	
20.05		2	2	-,1,1,6,3,1		-,1,1,6,3,1	
23.05		3	3	1,2,1,6,3,1		1,2,1,6,3,1	
30.05		4	4(50%) / 5 (50%)	1,3,1,6,3,1		2,4,1,6,3,1	
10.06		5	5	2,5,1,6,3,1		2,5,1,6,3,1	
20.06		5	5	2,5,1,6,3,1		2,5,1,6,3,1	
1.04		0	0	-,1,1,5,3,1		-,1,1,5,3,1	
21.04		0	0	-,1,1,5,3,1		-,1,1,5,3,1	
2.05		1	1	-,1,1,5,3,1		-,1,1,5,3,1	
6.05		1	1	-,1,1,5,3,1		-,1,1,5,3,1	
16.05	7	1	1	-,1,1,5,3,1		-,1,1,5,3,1	
20.05		2	2	-,1,1,5,3,1		-,1,1,5,3,1	
23.05		3	3	1,2,1,5,3,1		1,2,1,5,3,1	
30.05		4	4(50%) / 5 (50%)	1,3,1,5,3,1		2,4,1,5,3,1	
10.06		5	5	2,5,1,5,3,1		2,5,1,5,3,1	
20.06		5	5	2,5,1,5,3,1		2,5,1,5,3,1	
1.04		0	0	-,1,1,6,3,1		-,1,1,6,3,1	
21.04		0	0	-,1,1,6,3,1		-,1,1,6,3,1	
2.05		1	1	-,1,1,6,3,1		-,1,1,6,3,1	
6.05		1	1	-,1,1,6,3,1		-,1,1,6,3,1	
16.05	9	1	1	-,1,1,6,3,1		-,1,1,6,3,1	
20.05		2	2	-,1,1,6,3,1		-,1,1,6,3,1	
23.05		3	3	1,2,1,6,3,1		1,2,1,6,3,1	
30.05		4	4	1,3,1,6,3,1		1,3,1,6,3,1	
10.06		5	5	2,5,1,6,3,1		2,5,1,6,3,1	
20.06		5	5	2,5,1,6,3,1		2,5,1,6,3,1	

Data	Nr. arbore	Cod creșteri <i>pendula</i> (0-5, Pârnuță)	Cod creșteri <i>pyramidalis</i> vecin (0-5, Pârnuță)	ICP <i>pendula</i>		ICP <i>pyramidalis</i> vecin	
				Cod fază (-,1-3)	Scor fază (1-5)	Cod fază (-,1-3)	Scor fază (1-5)
				Partea obs. (cod)	Partea obs. (cod)	Partea obs. (cod)	Partea obs. (cod)
				Exp. părții obs. (cod)	Exp. părții obs. (cod)	Exp. părții obs. (cod)	Exp. părții obs. (cod)
				Direcția de obs. (cod)	Direcția de obs. (cod)	Direcția de obs. (cod)	Direcția de obs. (cod)
				Metoda de obs. (cod)	Metoda de obs. (cod)	Metoda de obs. (cod)	Metoda de obs. (cod)
1.04		0	0	-,1,1,3,3,1		-,1,1,7,3,1	
21.04		0	0	-,1,1,3,3,1		-,1,1,7,3,1	
2.05		1	1	-,1,1,3,3,1		-,1,1,7,3,1	
6.05		1	1	-,1,1,3,3,1		-,1,1,7,3,1	
16.05	11	1	1	-,1,1,3,3,1		-,1,1,7,3,1	
20.05		2	2	-,1,1,3,3,1		-,1,1,7,3,1	
23.05		3	3(40%) / 4 (60%)	1,2,1,3,3,1		1,3,1,7,3,1	
30.05		4	4	1,3,1,3,3,1		1,3,1,7,3,1	
10.06		5	5	2,5,1,3,3,1		2,5,1,7,3,1	
20.06		5	5	2,5,1,3,3,1		2,5,1,7,3,1	
1.04			0	0	-,1,1,5,3,1		-,1,1,5,3,1
21.04		0	0	-,1,1,5,3,1		-,1,1,5,3,1	
2.05		1	1	-,1,1,5,3,1		-,1,1,5,3,1	
6.05		1	1	-,1,1,5,3,1		-,1,1,5,3,1	
16.05	12	1	1	-,1,1,5,3,1		-,1,1,5,3,1	
20.05		2	2	-,1,1,5,3,1		-,1,1,5,3,1	
23.05		3	3	1,2,1,5,3,1		1,2,1,5,3,1	
30.05		4	4	1,3,1,5,3,1		1,3,1,5,3,1	
10.06		5	5	2,5,1,5,3,1		2,5,1,5,3,1	
20.06		5	5	2,5,1,5,3,1		2,5,1,5,3,1	
1.04			0	0	-,1,1,5,3,1		-,1,1,5,3,1
21.04		0	0	-,1,1,5,3,1		-,1,1,5,3,1	
2.05		1	1	-,1,1,5,3,1		-,1,1,5,3,1	
6.05		1	1	-,1,1,5,3,1		-,1,1,5,3,1	
16.05	13	1	1	-,1,1,5,3,1		-,1,1,5,3,1	
20.05		2	2	-,1,1,5,3,1		-,1,1,5,3,1	
23.05		3	3	1,2,1,5,3,1		1,2,1,5,3,1	
30.05		4	4	1,3,1,5,3,1		1,3,1,5,3,1	
10.06		5	5	2,5,1,5,3,1		2,5,1,5,3,1	
20.06		5	5	2,5,1,5,3,1		2,5,1,5,3,1	
1.04			0	0	-,1,1,6,3,1		-,1,1,6,3,1
21.04		0	0	-,1,1,6,3,1		-,1,1,6,3,1	
2.05		1	1	-,1,1,6,3,1		-,1,1,6,3,1	
6.05		1	1	-,1,1,6,3,1		-,1,1,6,3,1	
16.05	14	1	1	-,1,1,6,3,1		-,1,1,6,3,1	
20.05		2	2	-,1,1,6,3,1		-,1,1,6,3,1	
23.05		3	3	1,2,1,6,3,1		1,2,1,6,3,1	
30.05		4	4	1,3,1,6,3,1		1,3,1,6,3,1	
10.06		5	5	2,5,1,6,3,1		2,5,1,6,3,1	
20.06		5	5	2,5,1,6,3,1		2,5,1,6,3,1	

Conform metodologiei ICP Forests, apariția acelor (cod fază 1) s-a produs, în medie, la data de 23 mai, la ambele forme de molid, cu 2-3 săptămâni mai repede decât în anul precedent. Faza 2, dezvoltarea lujerilor, a început, în medie, la data de 10 iunie, la molidul *pendula*, în timp ce molidul cu coroană normală a fost cu 3-7 zile mai rapid (Tabelul 35). Și această fază a fost atinsă cu circa 3 săptămâni mai repede decât în anul precedent.

Așadar, la Predeal, pe valea Poliștoaca (1120 m altitudine), în anul 2022, cele două forme de molid au pornit în vegetație și au atins stadiul doi simultan și la aceleași date ca și în anul precedent. După aceea, cel mai probabil sub influența climatului favorabil din mai-iunie, celelalte stadii au fost atinse cu 2-3 săptămâni mai repede față de anul precedent, cu o ușoară tardivitate a molidului *pendula* dar, de această dată, fără a se consemna diferențe statistice semnificative între evoluția celor două forme. Aceste rezultate impun continuarea și aprofundarea cercetărilor. Totodată, numărul redus de arbori incluși în acest experiment, din cauza numărului limitat de exemplare *pendula*, permit doar o analiză comparativă între forme, fără a putea fi considerate valori de referință.

Fenofazele înfloririi, în anul 2022

În anul 2022 au fost identificate atât flori femele cât și flori masculine, la un număr de 9 arbori (Foto 23 și Tabelul 36) și într-o pondere foarte mare (7.3-abundent, ICP). La toți arborii analizați, atât florile masculine cât și strobiliile femeli au atins stadiul 3 (complet dezvoltate dar cu solzii nedeschiși) în jurul datei de 16 mai, iar momentul de maximă receptivitate al florilor femele, stadiul 4, a fost înregistrat, aproximativ, în perioada 20 mai - 4 iunie (Tabelul 36). Rezultatele au fost aproape similare la cele două forme de molid.

Este cunoscut faptul că, un climat cu temperaturi medii zilnice mai mari de 10°C și cu precipitații puține determină o înflorire "explozivă", în timp ce un climat mai rece și cu precipitații multe determină o înflorire mai lentă (Pârnuță 2008). Valorile zilnice ale celor 2 parametri climatici înregistrate în mai-iunie 2022 au favorizat o înflorire explozivă și o perioadă de receptivitate de circa 2 săptămâni. Și în cazul derulării fenofazelor înfloririi, la fel ca și în cazul creșterilor, în anul 2022, stadiile 3-5 au fost atinse mai devreme decât în anul anterior, decalajul fiind de circa 2 săptămâni.

Este foarte important de subliniat faptul că, și de această dată, perioada de maximă receptivitate a strobililor femeli se suprapune la cele două forme de molid existând posibilitatea interfecundării între acestea. La aceeași constatare a ajuns anterior și Pârnuță (2008).



Foto 23. Imagini surprinse din dronă asupra florilor femele ale arborilor 1 (sus) și 7 (jos).

Tabelul 36. Derularea fenofazelor înfloririi (2022) la molidul din populația Predeal

Data	Nr. arbore	Cod // Scor		Nr. arbore	Cod // Scor	
		flori masculine <i>pendula / normal</i> (0-5 // 6-7.3)	flori femele <i>pendula / normal</i> (0-5 // 6-7.3)		flori masculine <i>pendula / normal</i> (0-5 // 6-7.3)	flori femele <i>pendula / normal</i> (0-5 // 6-7.3)
1.04		0 / 0 // 6 / 6	0 / 0 // 6 / 6		0 / 0 // 6 / 6	0 / 0 // 6 / 6
21.04		0 / 0 // 6 / 6	0 / 0 // 6 / 6		0 / 0 // 6 / 6	0 / 0 // 6 / 6
2.05		1 / 1 // 6 / 6	0 / 0 // 6 / 6		1 / 1 // 6 / 6	0 / 0 // 6 / 6
6.05		2 / 2 // 6 / 6	1 / 1 // 6 / 6		2 / 2 // 6 / 6	1 / 1 // 6 / 6
16.05	1	3 / 3 // 7.3 / 7.3	3 / 3 // 7.3 / 7.3	9	3 / 3 // 7.3 / 7.3	3 / 3 // 7.3 / 7.3
20.05		4 / 4 // 7.3 / 7.3	3 / 4 // 7.3 / 7.3		4 / 4 // 7.3 / 7.3	3 / 4 // 7.3 / 7.3
23.05		4 / 4 // 7.3 / 7.3	4 / 4 // 7.3 / 7.3		4 / 4 // 7.3 / 7.3	4 / 4 // 7.3 / 7.3
30.05		5 / 5 // 7.3 / 7.3	4 / 4 // 7.3 / 7.3		5 / 5 // 7.3 / 7.3	4 / 4 // 7.3 / 7.3
10.06		5 / 5 // 7.3 / 7.3	5 / 5 // 7.3 / 7.3		5 / 5 // 7.3 / 7.3	5 / 5 // 7.3 / 7.3
20.06		5 / 5 // 7.3 / 7.3	5 / 5 // 7.3 / 7.3		5 / 5 // 7.3 / 7.3	5 / 5 // 7.3 / 7.3
1.04			0 / 0 // 6 / 6		0 / 0 // 6 / 6	
21.04		0 / 0 // 6 / 6	0 / 0 // 6 / 6		0 / 0 // 6 / 6	0 / 0 // 6 / 6
2.05		1 / 1 // 6 / 6	0 / 0 // 6 / 6		1 / 1 // 6 / 6	0 / 0 // 6 / 6
6.05		2 / 2 // 6 / 6	1 / 1 // 6 / 6		2 / 2 // 6 / 6	1 / 1 // 6 / 6
16.05	2	3 / 3 // 7.3 / 7.3	3 / 3 // 7.3 / 7.3	11	3 / 3 // 7.3 / 7.3	3 / 3 // 7.3 / 7.3
20.05		4 / 4 // 7.3 / 7.3	4 / 4 // 7.3 / 7.3		4 / 4 // 7.3 / 7.3	4 / 4 // 7.3 / 7.3
23.05		4 / 4 // 7.3 / 7.3	4 / 4 // 7.3 / 7.3		4 / 4 // 7.3 / 7.3	4 / 4 // 7.3 / 7.3
30.05		5 / 5 // 7.3 / 7.3	4 / 4 // 7.3 / 7.3		5 / 5 // 7.3 / 7.3	4 / 4 // 7.3 / 7.3
10.06		5 / 5 // 7.3 / 7.3	5 / 5 // 7.3 / 7.3		5 / 5 // 7.3 / 7.3	5 / 5 // 7.3 / 7.3
20.06		5 / 5 // 7.3 / 7.3	5 / 5 // 7.3 / 7.3		5 / 5 // 7.3 / 7.3	5 / 5 // 7.3 / 7.3
1.04			0 / 0 // 6 / 6		0 / 0 // 6 / 6	
21.04		0 / 0 // 6 / 6	0 / 0 // 6 / 6		0 / 0 // 6 / 6	0 / 0 // 6 / 6
2.05		1 / 1 // 6 / 6	0 / 0 // 6 / 6		1 / 1 // 6 / 6	0 / 0 // 6 / 6
6.05		2 / 2 // 6 / 6	1 / 1 // 6 / 6		2 / 2 // 6 / 6	1 / 1 // 6 / 6
16.05	3	3 / 3 // 7.3 / 7.3	3 / 3 // 7.3 / 7.3	12	3 / 3 // 7.3 / 7.3	3 / 3 // 7.3 / 7.3
20.05		4 / 4 // 7.3 / 7.3	4 / 4 // 7.3 / 7.3		4 / 4 // 7.3 / 7.3	4 / 4 // 7.3 / 7.3
23.05		4 / 4 // 7.3 / 7.3	4 / 4 // 7.3 / 7.3		4 / 4 // 7.3 / 7.3	4 / 4 // 7.3 / 7.3
30.05		5 / 5 // 7.3 / 7.3	4 / 4 // 7.3 / 7.3		5 / 5 // 7.3 / 7.3	4 / 4 // 7.3 / 7.3
10.06		5 / 5 // 7.3 / 7.3	5 / 5 // 7.3 / 7.3		5 / 5 // 7.3 / 7.3	5 / 5 // 7.3 / 7.3
20.06		5 / 5 // 7.3 / 7.3	5 / 5 // 7.3 / 7.3		5 / 5 // 7.3 / 7.3	5 / 5 // 7.3 / 7.3
1.04			0 / 0 // 6 / 6		0 / 0 // 6 / 6	
21.04		0 / 0 // 6 / 6	0 / 0 // 6 / 6		0 / 0 // 6 / 6	0 / 0 // 6 / 6
2.05		1 / 1 // 6 / 6	0 / 0 // 6 / 6		1 / 1 // 6 / 6	0 / 0 // 6 / 6
6.05		2 / 2 // 6 / 6	1 / 1 // 6 / 6		2 / 2 // 6 / 6	1 / 1 // 6 / 6
16.05	7	3 / 3 // 7.3 / 7.3	3 / 3 // 7.3 / 7.3	13*	3 / 3 // 7.3 / 7.3	3 / 3 // 7.3 / 7.3
20.05		4 / 4 // 7.3 / 7.3	3 / 4 // 7.3 / 7.3		4 / 4 // 7.3 / 7.3	4 / 4 // 7.3 / 7.3
23.05		4 / 4 // 7.3 / 7.3	4 / 4 // 7.3 / 7.3		4 / 4 // 7.3 / 7.3	4 / 4 // 7.3 / 7.3
30.05		5 / 5 // 7.3 / 7.3	4 / 4 // 7.3 / 7.3		5 / 5 // 7.3 / 7.3	4 / 4 // 7.3 / 7.3
10.06		5 / 5 // 7.3 / 7.3	5 / 5 // 7.3 / 7.3		5 / 5 // 7.3 / 7.3	5 / 5 // 7.3 / 7.3
20.06		5 / 5 // 7.3 / 7.3	5 / 5 // 7.3 / 7.3		5 / 5 // 7.3 / 7.3	5 / 5 // 7.3 / 7.3

*Arborele 14 a înregistrat valori similare arborelui 13.

Variațiile mari de temperatură și precipitații de la un an la altul, precum și creșterea alarmantă a temperaturilor din ultimii ani (Figura 2), impun efectuarea de observații fenologice pe o perioadă mult mai mare de timp (5-10 ani) și asupra unui număr mai mare de arbori, pentru a putea formula concluzii pertinente legate de derularea fenofazelor de creștere și înflorire la molid. În studiul de față ne-am propus să analizăm doar eventualele particularități ale molidului cu coroană îngustă, constatând o ușoară întârziere în privința momentului deschiderii totale a mugurilor (atunci când se văd acele, stadiul 3; mai evidentă în anul 2021), comparativ cu forma normală de molid (varietatea *pyramidalis*), caracteristică favorabilă din punct de vedere al adaptabilității în contextul schimbărilor climatice. Se impune continuarea investigațiilor în anii următori.

10.3. Concluzii capitol

În populația naturală de la Predeal, analizele fenologice desfășurate în doi ani consecutivi (2021 și 2022) asupra a 10 arbori de molid cu coroană îngustă și respectiv 10 vecini ce se raportează la forma normală de coroană, ne-au arătat diferențe semnificative de la un an la altul, în privința perioadei de la deschiderea completă a mugurilor și până la încheierea creșterilor, pornirea în vegetație fiind înregistrată aproximativ la aceeași dată, în ambii ani și la ambele forme.

În special în anul 2021, din momentul atingerii simultane a stadiului 2 (mugurii încep să se deschidă), fenofazele de creștere s-au derulat cu o repeziciune mult mai mare la molidul comun, ușoara tardivitate a molidului *pendula* asigurând un plus de protecție față de înghețurile târzii.

Perioada de maximă receptivitate a strobililor femeli se suprapune la cele două forme de molid existând posibilitatea interfecundării între acestea.

11. STAREA ACTUALĂ ȘI MANAGEMENTUL DURABIL AL PLANTAJULUI DE MOLID CU COROANĂ ÎNGUSTĂ SOVEJA

Elena CIOCÎRLAN¹, Marius BUDEANU²

Plantajul Giurgea (Soveja, județul Vrancea, cod unic: PS-MO-VN94) a fost instalat în primăvara anului 1994 (23-24 aprilie), ca o colecție clonală de genitori de molid cu coroană îngustă (Pârnuță 2008, Pârnuță et al. 2012). Plantajul este administrat de către Ocolul Silvic Soveja și este localizat în UP I, u.a. 1Z, pe o suprafață de 2,7 ha. Aici au fost plantați rameți ce aparțin la un număr total de 125 clone, din 10 proveniențe localizate în 6 regiuni de proveniență diferite, iar distanța de plantare a fost de 4 x 4 m (Foto 24).



Foto 24. Localizarea plantajului de molid cu coroană îngustă Giurgea (Soveja).

¹ Universitatea “Transilvania” din Brașov, Facultatea de Silvicultură și Exploatare Forestiere.

² INCDS “Marin Drăcea”.

Localizarea geografică a plantajului Giurgea este următoarea:

- Latitudine nordică: 45°59'36'',
- Longitudine estică: 26°50'03'',
- Altitudine: 363 m (353 – 373 m).

Condițiile de biotop ale terenului sunt următoarele:

- a) roca mamă: marne și gresii;
- b) stațiune: deluros de fâgete (m); relief: versant;
- c) climă: temperatura medie anuală: 7,5°C, media celei mai calde luni, iulie, 17,5°C, media celei mai reci luni, ianuarie: -4,5°C; precipitații medii anuale: 700 mm.
- d) solul: eutricambosol rendzinic.

Dispozitivul experimental este de tipul blocurilor randomizate cu 25 rameți/parcelă unitară (media), iar numărul de puiți plantați inițial a fost de 1500 (din 125 clone).

Cele 125 clone provin din 7 regiuni de proveniență (conform ultimei delimitări, Pârnuță et al. 2010), A1 (Carpații Orientali Vestici), B1 (Carpații de Curbură, depresiunea Brașovului), C1 (Carpații Meridionali Nordici), C2 (Carpații Meridionali Sudici), E2 (Munții Apuseni Vestici), E3 (Munții Apuseni Estici) și F2 (Podișul Transilvaniei), populațiile fiind localizate în etajul molidișurilor (10) sau în etajul amestecurilor de rășinoase cu fag (20) (Pârnuță et al. 2012).

Localizarea administrativ-teritorială a celor 10 proveniențe în care au fost selecționați cei 125 de ordeți se prezintă în tabelul 37.

Tablelul 37. Originea clonelor din plantajul Soveja.

Zona geografică	Județul	Ocolul silvic	UP / u.a.	Regiunea de proveniență
Munții Apuseni	Bihor	Sfânta Maria	II Stâna de vale 18-33	E220
Munții Apuseni	Cluj	Beliș	IV Ponor 82, 83A, 94	E310
Munții Apuseni	Alba	Câmpeni	VIII Pârâul Pânzelor 34A, 66A, 70A	E310
Carpații Meridionali Nordici	Alba	Blaj	III Gotu 57A	C110
Carpații Meridionali Nordici	Sibiu	Rășinari	V Oncești 89B	C110
Carpații Meridionali Estici	Argeș	Rucăr	VI Dâmbovicioara -	C210
Carpații de Curbură	Brașov	Brașov	X Predeal 60A, 69A, 71A	B120
Carpații Meridionali Estici	Dâmbovița	Ialomicioara	V Obârșia Ialomitei 54C, 57A	C210
Podișul Transilvaniei	Mureș	Fâncel	III Șandra 53A, 54A, 55A	F220
Carpații Orientali	Maramureș	Borșa	III Vinișorul 16A, 16B	A110

La nivelul anului 2022, plantajul prezintă o stare bună de vegetație, fructifică o dată la 2-3 ani și are o consistență medie de 0,8 (variații de consistență, 0,4-0,9). Procentul de supraviețuire mediu este de 70%, iar în intervalul de timp trecut de la instalare și până în prezent numărul de clone s-a redus de la 125 la 120.

În urma parcurgerii cu rigurozitate a întregii suprafețe a plantajului recomandăm extragerea unor exemplare de salcâm, precum și alte câteva exemplare din specii de foioase moi și arbuști. De asemenea, plantajul trebuie parcurs cu o lucrare de igienă, în scopul extragerii unor exemplare uscate parțial sau integral.

Cu ocazia recoltării de lujeri altoi necesari pentru înființarea plantajelor de la Sudrigiu (Șofletea 2021, date nepublicate) și Săcele (Budeanu et al. 2021b), s-au efectuat intervenții asupra coroanelor ce vor stimula fructificația în anii următori.

Se impune executarea de urgență a tăierilor de reducere a fusului, în scopul reducerii înălțimilor rameților de la o valoare medie de 17 m, până la un maximum de 8 m.

Calitatea semințelor recoltate din acest plantaj, producția anului 2016 (la vârsta de 20 ani) a fost analizată de către laboratorul INCDS “Marin Drăcea” Brașov (23.12.2016), semințele fiind ulterior păstrate în depozit până în prezent. S-au obținut următoarele rezultate (lotul 623, cantitatea: 19,4 kg):

- ✓ Purity: 98,1% (clasa de calitate I);
- ✓ Procentul de germinație: 84% (clasa de calitate a II-a, cu o singură unitate sub pragul clasei I);
- ✓ Masa a 1000 de semințe: 9,073 g (clasa de calitate I);
- ✓ Numărul de semințe germinabile la kg: 92600,
- ✓ Valoarea culturală: 82%.

La începutul anului 2022, analiza periodică a aceluiași lot, pentru o cantitate de semințe rămasă, de 1,5 kg (restul a fost retrasă periodic, pe parcursul celor 5 ani de păstrare), a evidențiat o scădere a procentului de germinație cu doar 4 procente, până la valoarea de 80%, menținându-se în clasa a II-a de calitate).

12. ÎNFIINȚAREA UNUI PLANTAJ DE MOLID CU COROANĂ ÎNGUSTĂ

Marius BUDEANU¹, Elena CIOCÎRLAN², Gabriela GROSU¹, Andras TOTHPAL², Emanuel BEȘLIU¹, Mihaela VIERU¹, Dan PEPELEA¹

Obiectivul cercetărilor cuprinse în acest capitol a constat în multiplicarea vegetativă a molidului cu coroană îngustă, prin altoire, în scopul obținerii unei surse de semințe, categoria Calificat, care să furnizeze material de reproducere a acestui valoros ideotip, concomitent cu conservarea *ex situ* a acestuia. Obiectivul de clonare a molidului cu coroană îngustă a pornit de la faptul că, în cadrul cercetărilor derulate în anii anteriori (Pârnuță 2008, Apostol & Budeanu 2019; Budeanu et al. 2019b,c) s-a evidențiat superioritatea molidului cu coroană îngustă, comparativ cu molidul piramidal, în special în privința rezistenței mecanice a lemnului (vezi capitolul 8). Totodată, cele 7 populații în care s-au identificat arbori de molid columnar prezintă vârste foarte înaintate și vor dispărea în anii următori.

12.1. Campania de altoiri din anul 2021

Multiplicarea vegetativă prin altoire (clonarea) presupune derularea următoarelor activități (Budeanu et al. 2021b):

1. pregătirea puieților portaltoi;
2. selecția arborilor plus și recoltarea altoaielor;
3. derularea acțiunii de altoire;
4. îngrijirea puieților altoiți.

Pregătirea puieților portaltoi se prezintă detaliat în Budeanu et al. (2021b): puieții de 2 ani, proveniți de la B.E. Săcele, au fost repicați în pungi din polietilenă și îngrijiți corespunzător (în solar încălzit, în câmpul pepinierei, vara, și din nou în solar) până la debutul campaniei de altoire.

Respectând în tocmai protocolul de lucru pentru recoltarea lujerilor altoi (Enescu 1972, Șofletea 2005, Mazăre 2008, Blada & Panea 2011), aceștia au fost prelevați din două populații naturale (Stâna de Vale și Iz buc) și un plantaaj (colecția de clone de molid *pendula* Soveja). În total au fost selecționate un număr total de 20 clone (13 arbori și 7 rameți din clone diferite) de molid columnar

¹ INCDS “Marin Drăcea”. ² Universitatea “Transilvania” din Brașov, Facultatea de Silvicultură și Exploatarea Forestiere.

(forma *pendula*) din care s-au recoltat lujeri (Budeanu et al. 2021b). Dintre cele 20 clone, 16 provin din regiunea de proveniență E3 (județul Cluj, O.S. Beliș, 9 din UP II și 7 din UP IV, acestea din urmă fiind de fapt descendenții populației Ponor, recoltați însă din plantajul Soveja) și 4 din regiunea E2 (județul Bihor, O.S.P. Sfânta Maria, UP II Stâna de Vale).

Cei 1964 de lujerii altoi recoltați din 20 clone îndeplinesc condițiile legate de apartenența la arbori de molid *pendula*, maturi sexual, fenotipic superiori, lujeri lungi de minimum 7 cm, cu o grosime de cel puțin 7 mm, cu cel puțin 3 muguri (obligatoriu cel terminal), fără vătămări și cu o stare fito-sanitară foarte bună (Budeanu et al. 2021b).

Dintre cei 15 arbori de molid *pendula* materializați anterior în populația Stâna de Vale, doar patru au îndeplinit condițiile necesare includerii în categoria donatorilor de altoaie (Foto 25). Din populația Stâna de Vale s-au prelevat 402 lujeri altoi, în medie 100 de lujeri/ arbore.

Dintre cei 30 arbori de molid *pendula* materializați anterior în populația Beliș (Izbuc), un număr de nouă arbori au îndeplinit condițiile necesare includerii în categoria donatorilor de altoaie. Din populația Beliș s-au prelevat 884 lujeri altoi, în medie 98 de lujeri/ arbore.



Foto 25. Exemple de molid *pendula* identificate la Stâna de Vale.

La jumătatea lunii martie, 2021, din plantaajul Giurgea (Soveja) s-au recoltat 678 lujeri altoi din 7 clone, toți ortetii fiind originari din regiunea de proveniență E3 (O.S. Beliș, UP IV), cca. 97 lujeri/ clonă.

După recoltare, altoaiele au fost legate în mănunchiuri de câte 50 lujeri și păstrate separat pe clone (Foto 26). S-a menținut o umiditate optimă în pungi pe durata transportului la locul de altoire, solarul Sânpetru al Universității “Transilvania” din Brașov. Altoirea propriu-zisă începea în dimineața imediat următoare sosirii lujerilor pentru a evita desearea acestora (Mazăre 2008).



Foto 26. Pregătirea lujerilor pentru transport.

Metoda de altoire în placaj lateral a fost prezentată la capitolul de metodologie precum și în articolul publicat anterior (Budeanu et al. 2021b). Aici doar arătăm reușita altoirilor la momentul transferului în pepinieră (iunie) și la momentul mutării în solarul încălzit, noiembrie 2021 (Tabelul 38). Campania de altoire din anul 2021 s-a desfășurat în patru etape, de la începutul și până spre sfârșitul lunii martie, astfel că nu s-a putut stabili potrivirea lujerilor recoltați cu tot lotul de puieti, ci doar cu cei porniți în vegetație în acel moment, fapt ce a dus la folosirea a doar 64% dintre lujeri.

La data de 4 iunie 2021, numărul total de puieti cu altoire reușită a fost de 595, ceea ce reprezintă un procent de reușită de 48%. La nivel de proveniență, procentul de reușită a fost de 57% pentru lujerii recoltați din populația Stâna de

Vale, 35% pentru proveniența Beliș și 59% pentru lujerii recoltați din plantajul Soveja, Vrancea (Tabelul 38).

Tabelul 38. Reușita altoirii molidului *pendula* la momentul transferului în câmpul pepinierii (4 iunie) și la sfârșitul sezonului de vegetație din anul 2021.

Proveniența	Nr. clone	Nr. puietri altoiți	Reușita la 4 iunie (nr. puietri)	Reușita la 15 noiembrie (nr. puietri)	Reușita la 15 noiembrie (%)
Stâna de Vale	4	275	157	128	47
Beliș	9	561	195	163	29
Soveja	7	410	243	217	53
TOTAL	20	1246	595	508	41

La data de 15 noiembrie 2021, numărul total de puietri cu altoire reușită și care au încheiat cu succes un sezon de vegetație a fost de 508, ceea ce reprezintă un procent de reușită de 41%. La nivel de proveniență, procentul de reușită a fost de 47% pentru lujerii recoltați din populația Stâna de Vale, 29% pentru proveniența Beliș și 53% pentru lujerii recoltați din plantajul Soveja, Vrancea (Tabelul 38).

Îngrijirea puietilor altoiți, pe parcursul anului 2021, în solar și pepinieră (Foto 27) a necesitat desfășurarea mai multor activități, dintre care menționăm:

- a) copilirea creșterilor curente terminale ale puietilor portaltoi,
- b) rezeecția ramurilor de sub zona de grefare,
- c) reducerea treptată a coroanei portaltoiului,
- d) dezlegarea grefelor și relegarea laxă a simbioșilor („spiră-pauză-spiră”),
- e) combaterea dăunătorilor,
- f) menținerea umidității la nivel optim în punga cu mediul nutritiv,
- g) stropirea în coroană, de mai multe ori pe zi, pentru a evita deshidratarea mugurilor de pe ramura altoi,
- h) plivirea buruienilor,
- i) protejarea de arșița verii prin acoperirea cu umbrare (Budeanu et al. 2021b).



Foto 27. Puietii altoiți de molid *pendula*, în solar (sus) și în pepinieră (jos).

Pregătirea rezervei de puietți portaltoi pentru campania din anul 2022

Pentru a putea dispune de o rezervă, în situația în care procentul de reușită al altoirilor nu va asigura numărul necesar de rameți și numărul minim de clone (20) pentru instalarea viitorului plantaj, la mijlocul lunii aprilie (2021), au fost repicați, în pungi din polietilenă perforate, un număr de 730 puietți de molid (Foto 28), proveniți de la O.S. Comandău (430) și B.E. Săcele (300), din aceeași regiune de proveniență (B1) cu cea în care va fi instalat viitorul plantaj.

Sucesiunea activităților a fost aceeași cu cea descrisă anterior, la fel și modul cum vor fi îngrijiți aceștia, până la viitoarea campanie de altoire (martie 2022, în raport cu pornirea în vegetație a puietților portaltoi). Repicarea s-a desfășurat în solar, iar în luna mai puietții au fost mutați în câmpul deschis al pepinierii (Foto 29), unde au fost păstrați până în luna noiembrie, când s-au întors în solarul dotat cu instalație de încălzire.

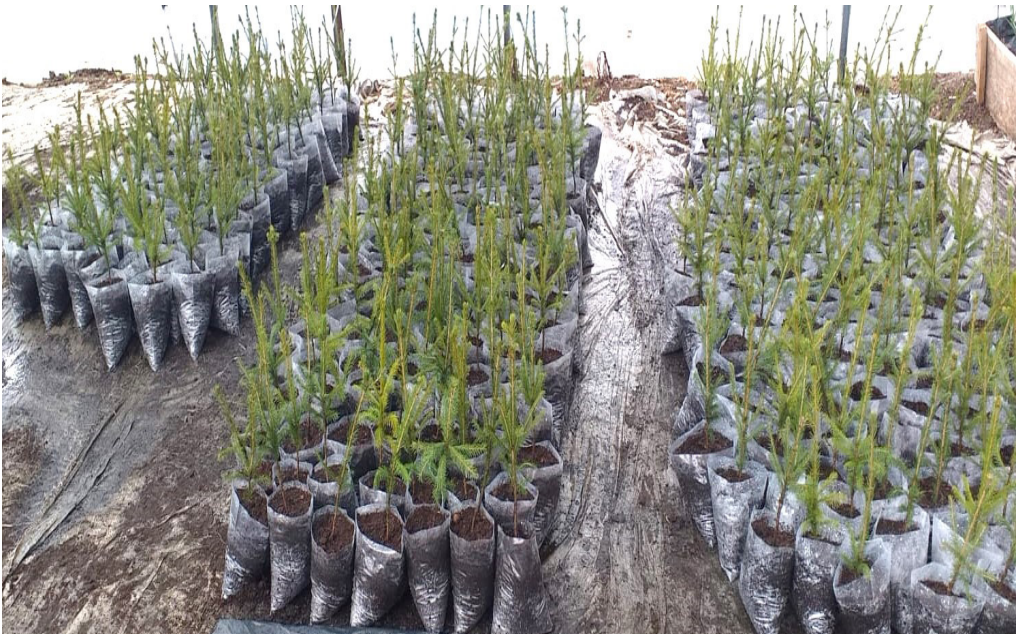


Foto 28. Rezerva de puietți portaltoi disponibilă pentru campania din anul 2022, în solar.



Foto 29. Monitorizarea puietilor portaltoi (disponibili pentru campania 2022), în pepinieră.

12.2. Campania de altoiri din anul 2022

Cei 730 puietii de molid proveniți de la O.S. Comandău (430) și B.E. Săcele (300), din aceeași regiune de proveniență (B1) cu cea în care se instalează plantajul, repicați în pungi din polietilenă în anul 2021, îngrijiți în pepinieră și solar încălzit, au reprezentat puietii portaltoi pentru multiplicarea vegetativă din primăvara anului 2022. La începutul lunii martie aceștia au fost parcurși cu lucrările necesare pentru pregătirea lor, respectiv îndepărtarea acelor din zona de altoire, pe a 2-a sau a 3-a creștere, dar și reducerea coroanei, mai ales sub zona de altoire.

În continuare, s-a stabilit momentul optim pentru declanșarea campaniei de altoire, respectiv în perioada de când mugurii sunt foarte umflați și până când creșterea anuală (verde deschis) este vizibilă, la puietii cei mai precoci. S-a constatat existența unei corelații foarte puternice între originea puietilor și momentul pornirii în vegetație. Astfel, puietii de la Comandău (altitudine 1200 m) au pornit în vegetație cu o întârziere de circa trei săptămâni față de cei

originari de la Săcele (altitudine 800 m). Mai mult decât atât, la momentul când primii 150 de puieti de la Săcele erau porniți în vegetație și se impunea începerea altoirilor, nu exista nici un puiet originar de la Comandău care să fi pornit în vegetație.

Condițiile climatice din primul trimestru al anului 2022 au dus la o întârziere a pornirii în vegetație a puietilor portaltoi cu circa 2 săptămâni față de anul anterior, cu toate că aceștia se aflau într-un solar încălzit.

Pentru prima etapă de altoire s-au prelevat lujeri altoi din trei arbori de molid cu coroană îngustă selecționați în populația Predeal (Tabelul 39). Dintr-un total de 14 arbori *pendula* selecționați anterior la Predeal (Budeanu *et al.* 2021d), doar trei prezentau creșteri active, respectiv altoaie viguroase.

Tabelul 39. Proveniența, perioada altoirilor și reușita altoirii molidului *pendula* la momentul transferului în câmpul pepinierii (4 iunie 2022).

Proveniența	Perioada altoirii	Indicativ clonă	Nr. lujeri recoltați	Nr. puieti altoiți	Reușita la 4 iunie (nr. puieti)	Reușita la 4 iunie (%)
Predeal	15-16 martie	P1	95	55	3	5,5
		P2	86	50	16	32
		P3	77	45	13	29
		Total P	258	150	32	21
		V8	112	70	7	10
Vrancea	1-4 aprilie	V9	105	65	11	17
		V10	107	69	46	67
		V11	100	67	31	46
		V12	85	48	16	33
		V13	102	70	19	27
		Total V	611	389	130	33
TOTAL (9 clone)			869	539	162	30

În prima etapă de altoire, potrivirea dimensională (grosime) între cei aproximativ 150 puieti portaltoi porniți în vegetație și cei 258 lujeri altoi au dus la obținerea unui număr total de 150 puieti altoiți ce se raportează la trei clone și la populația Predeal. La momentul transferului în câmpul deschis al pepinierii procentul de reușită a fost de 21%, cu o amplitudine de variație cuprinsă între 5,5% (P1) și 32% (P2) (Tabelul 39).

La sfârșitul lunii martie s-a efectuat deplasarea în plantajul de la Soveja

pentru recoltarea de lujeri altoi din clone originare din Munții Apuseni. Ne-am fi dorit să recoltăm direct din Apuseni, din populațiile Stâna de Vale și Beliș dar acest lucru nu a fost posibil, în special din cauza vârstei foarte înaintate a acestor populații, fapt ce face ca arborii componenți să prezinte o stare lăncedă de vegetație și creșteri anuale reduse. De aceea, putem considera că am exploatat la maximum rezerva existentă de orteti *pendula* din populațiile naturale și că am clonat la timp o bună parte dintre ultimele populații de molid *pendula*. Și la Soveja, la fel ca la Predeal, lujeri altoi au fost recoltați din treimea superioară a coroanelor. În plantajul Giurgea, dintr-un total de 6 orteti (din clone diferite) s-au recoltat 611 lujeri altoi, cu o medie de 102 altoaie/ clonă. Potrivirea dimensională cu puieții portaltoi a dus la obținerea unui total de 389 puieți altoiți, în medie, 65 puieți/ clonă. La momentul transferului în câmpul deschis al pepinierii procentul de reușită a fost de 33%, cu o amplitudine de variație cuprinsă între 10% (V8) și 67% (V10) (Tabelul 39).

Până la momentul instalării plantajului, cei 162 puieți altoiți în anul 2022 au fost îngrijiți în solar și pepinieră, succedându-se activitățile descrise anterior, atunci când am vorbit despre monitorizarea puieților altoiți în 2021, astfel:

- copilirea creșterilor noi din zona vârfului coroanei puieților portaltoi, precum și umectarea periodică a coroanei plantelor altoite prin dispersie fină, pentru a evita deshidratarea altoaielor;

- asigurarea nivelului adecvat de temperatură și umiditate în solar, prin manevrarea trapei de închidere-deschidere;

- desfacerea legăturilor la altoaie, respectiv relegarea laxă, pentru a evita strangularea altoaielor ca urmare a creșterii în diametru;

- în pepinieră: udarea, plivirea buruienilor și protejarea de arșița verii prin acoperirea cu umbrare.

Se poate constata faptul că, până la data de 4 iunie 2022, procentul de plante care au generat ramuri din altoaie este relativ scăzut (30%), însă circa 53% din restul plantelor altoite au altoaie cu ace viabile (Foto 30), fapt ce va conduce la creșterea procentului de reușită spre 40%. Totodată, trebuie avut în vedere faptul că cel puțin 50% din altoaiele care nu generează ramuri noi în anul altoirii, dar cu ace viabile, vor produce lăstari în anul următor.

Puieții altoiți în anul 2021 au parcurs, în anul 2022, al doilea sezon bioactiv de după altoire. Și pentru aceștia au fost necesare lucrări de îngrijire, cea mai importantă fiind aceea prin care s-au îndepărtat integral toți lujerii proveniți din portaltoi, întreaga coroană fiind acum reprezentată de altoi (Foto 31). Această intervenție s-a realizat la momentul pornirii în vegetație.



Foto 30. Plante altoite, cu ace viabile pe altoi.



Foto 31. Puișii altoiți în anul 2021 având coroana reprezentată integral de altoi (dreapta).

În luna martie, 2022, la pornirea în vegetație a puieților altoiți în anul 2021, am constatat existența unor diferențe între puieții altoiți de molid *pendula* și puieții obișnuiți de molid, în privința aspectului ușor pendent al lujerilor proaspeți de molid *pendula* (Foto 32).

La momentul înființării plantajului s-a dispus de un număr total de 499 puieți altoiți (din 16 clone), din campania 2021, rezultând o pierdere de numai 9 puieți față de valoarea înregistrată la sfârșitul anului 2021. De asemenea, un număr total de 162 puieți altoiți în anul 2022 (din 9 clone) au fost disponibili pentru includerea în plantaj.



Foto 32. Puieții altoiți de molid *pendula* vs. puieți de molid piramidal

12.3. Pregătirea terenului

Pentru înființarea unui plantaj, pe lângă obținerea puieților altoiți, sunt necesare și alte activități, cum ar fi:

- ✓ Alegerea amplasamentului viitorului plantaj;
- ✓ Lucrări de pregătire a terenului și solului, inclusiv împrejmuirea plantajului;
- ✓ Stabilirea dispozitivului experimental și pichetarea terenului;
- ✓ Înființarea plantajului și monitorizarea puieților altoiți (completări, irigații, tratamente fito-sanitare, descopleșiri, etc.).

Plantajul de molid cu coroană îngustă Săcele- Vărzăvoaia s-a amplasat în cadrul pepinierii silvice Vărzăvoaia din cadrul Bazei Experimentale Săcele, UP I Săcele, u.a. 85P, din următoarele considerente:

1. Condițiile de biotop sunt optime pentru un plantaj de molid: platou amplasat la 800 m altitudine, nivel optim de temperatură și precipitații; evitarea găurilor de ger, a zonelor puternic vântuite, solul și stațiunea sunt de troficitate și respectiv bonitate, medii pentru molid, este asigurată izolarea față de surse de polen străin (parțial, la momentul instalării plantajului, dar s-a stabilit un plan de intervenție pentru îndeplinirea acestei condiții în 2-3 ani) și nu există risc de apariție a unui atac de ciuperci sau insecte, (Șofletea 2005).

2. Nu este necesară schimbarea categoriei de folosință a terenului.

3. În pepinieră sunt instalate două culturi comparative, una de proveniențe internaționale de fag și una de larice; acestea, împreună cu plantajul de molid *pendula*, depășesc suprafața de 5 ha.

Terenul pus la dispoziție de către B.E. Săcele are o suprafață de 1,19 ha, iar suprafața efectivă a plantajului este de 1,0 ha (Figura 19).

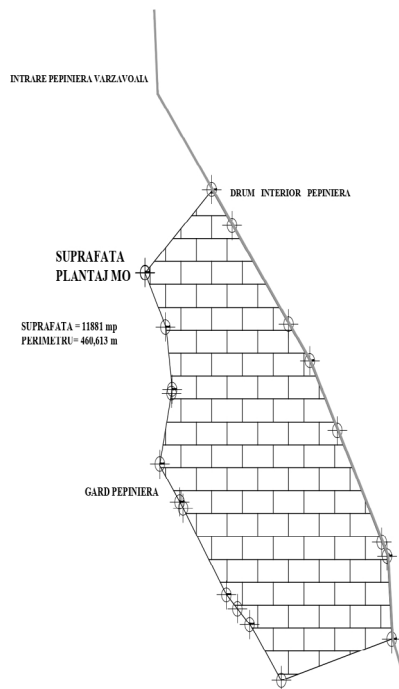


Figura 19. Suprafața și perimetrul plantajului de molid cu coroană îngustă.

Lucrările de pregătire a terenului, executate cu 6-12 luni înainte de instalarea plantajului, au constat în:

- Îndepărtarea vegetației (arbori și arbuști) de pe 60% din suprafață: doborât, curățit de crăci, secționat și transportat în afara pepinierii, pentru arbori de rășinoase și foioase.

- Îndepărtare subarboret de mur și zmeur de pe 20% din suprafață.

- Scoaterea unor cioate și transportul lor în afara pepinierii.

- Colectarea grămezilor de cetină și transportul în afara pepinierii unde a fost tocată pentru compost (Foto 33).

- Curățarea terenului de pietre, bolovani, resturi de lemn, etc.



Foto 33. Pregătirea terenului

După o mobilizare ușoară (Foto 34), pregătirea solului s-a realizat manual, în vetre de formă pătrată, de 1,5 m x 1,5 m. Pregătirea manuală a terenului, în vetre, este indicată pe terenurile unde încă există unele obstacole (cioate, în cazul de față). În vetre, mobilizarea solului s-a realizat pe o adâncime de 20 - 30 cm.



Foto 34. Mobilizarea solului.

Împrejmuirea terenului s-a realizat folosind sârmă ghimpată fixată pe bulumaci din lemn de foioase, plantați la 3 m, cu 5 rânduri de sârmă (Foto 35).



Foto 35. Împrejmuirea terenului.

Stabilirea dispozitivului experimental și pichetarea terenului s-au realizat cu circa o lună înainte de instalarea plantajului. Ținând cont de numărul de clone disponibile (25) și de numărul de rameți din fiecare clonă (în medie, 26 rameți/clonă), precum și de suprafața efectivă de teren avută la dispoziție (1,0 ha), s-a adoptat distanța de plantare de 4 m x 4 m și s-a stabilit dispunerea fiecărui ramet în cadrul dispozitivului de teren în așa fel încât să fie folosite toate clonele (pentru asigurarea unei diversități genetice maxime) și să existe o distanță suficient de mare între rameții aceleiași clone pentru a evita participarea la reproducere a unor indivizi înrudiți (consangvinizare). Pichetarea terenului a constat în folosirea unor țaruși de 1 m și cu grosimea de 2/3 cm (lăturoaie), introduse 15-20 cm în pământ, indicând locul unde vor fi plantați la loc definitiv puietii altoiți, fiecare pichet fiind etichetat cu indicativul clonei (Foto 36).



Foto 36. Pichetarea terenului.

12.4. Instalarea plantajului

Instalarea propriu-zisă a plantajului a constat în transferul puietilor altoiți în cadrul dispozitivului de teren și plantarea lor, cu rădăcini protejate, în gropi de 30 x 30 x 30 cm, având grijă să se respecte indicativul clonei, existent pe eticheta puietului (Foto 37). Lângă dispozitivul experimental s-a amplasat și zona de rezervă, compusă din 155 puietii altoiți ce se raportează la un număr de 13 clone. Aceștia vor fi folosiți pentru completările din anii următori.

Dispozitivul experimental a fost compus din blocuri randomizate, de tipul 5 x 5, având câte 25 puieti într-o parcelă unitară (câte unul din fiecare clonă, până la epuizarea clonelor cu mai puține exemplare), iar distanța de plantare este de 4 m x 4 m.



Foto 37. Aspecte din plantajul de molid cu coroană îngustă Săcele.

Monitorizarea plantajului, respectiv îngrijirea puietilor altoiți din plantaj, va necesita o serie întreagă de acțiuni, eșalonate pe mai mulți ani, respectiv: completări, irigații, tratamente fito-sanitare, descopleșiri, etc. Totodată, se va investiga periodic și starea gardului ce împrejmuiește plantajul, dispunându-se efectuarea tuturor lucrărilor necesare pentru reabilitarea acestuia.

În viitor, la momentul atingerii maturității sexuale (5-8 ani, ciclofizis) se vor executa tăieri de formare a coroanei și de stimulare a fructificației. Deoarece în plantaje este prioritar obiectivul de producere a semințelor (nu producția de lemn), în cantități mari, genetic ameliorate și ușor de recoltat, rameții vor fi menținuți la înălțimi de maximum 6-8 m, asigurându-se astfel recoltarea ușoară a conurilor (Șofletea 2005).

12.5. Concluzii capitol

În regiunile de proveniență E2 și E3 (munții Apuseni), în populația Predeal (regiunea B1) precum și în plantajul Soveja, au fost selecționați 29 arbori/rameți de molid *pendula* din care s-au recoltat lujeri altoi, la momentul în care puietii portaltoi au început să pornească în vegetație.

Multiplicarea vegetativă prin altoire, folosind metoda în placaj lateral, a avut un procent mediu de reușită de 37% respectiv, în final s-au obținut 661 puietii altoiți ce se raportează la un total de 25 clone. Dintre aceștia, 506 puietii din 25 clone (în medie 20 puietii/ clonă) au fost introduși în dispozitivul de teren al plantajului, iar restul se păstrează în zona de rezervă.

13. STABILIREA UNUI PROTOCOL DE LUCRU PENTRU MICROPROPAGAREA *IN VITRO* A MOLIDULUI CU COROANĂ ÎNGUSTĂ

† Lucia IONIȚĂ¹, Marius BUDEANU¹

În contextul schimbărilor climatice, identificarea unui număr cât mai mare de metode de reproducere și conservare devine o preocupare a geneticienilor. Aici se înscriu și preocupările legate de stabilirea unui protocol de lucru pentru multiplicarea *in vitro* a molidului cu coroană îngustă.

Obținerea de puiți prin micropropagare somatică *in vitro* presupune derularea următoarelor activități specifice:

- prelevarea materialului biologic (lujeri, semințe) (capitolul 4);
- identificarea tipurilor de explante optime pentru micropropagare *in vitro*, precum și a celei mai eficiente metode de sterilizare;
- stabilirea balanțelor hormonale optime pentru obținerea unor procente ridicate de reactivitate la condițiile de cultură *in vitro*;
- determinarea mediilor de cultură adecvate pentru multiplicare și înrădăcinare;
- stabilirea unui protocol de micropropagare *in vitro*: multiplicare, înrădăcinare, transfer *in vivo*.

Materialul biologic utilizat pentru inițierea culturilor *in vitro* a fost codificat în felul următor:

- 1 = arborele 1, Predeal.
- 2 = arborele 2, Predeal.
- 3 = arborele 3, Predeal.
- 4 = arborele 4, Predeal.
- 5 = arborele 5, Predeal.
- 6 = familia 1, cultura Comandău.
- 7 = familia 6, cultura Comandău.
- 8 = familia 7, cultura Comandău.
- 9 = clona 1, Soveja.
- 10 = clona 2, Soveja.
- 11 = clona 3, Soveja.
- 12 = clona 4, Soveja.

¹ INCDS “Marin Drăcea”

- 13 = clona 5, Soveja.
 14 = O.S. Sudrigiu.
 15 = O.S. Valea Ilvei.
 16 = O.S. Toplița.

Inițierea culturilor *in vitro*

Metoda de sterilizare. S-au utilizat 9 metode de sterilizare și anume:

- S₁- clorură mercurică 0,2%, timp de 20 minute, etanol 70% 1 minut;
- S₂- clorură mercurică 0,2%, timp de 35 minute, etanol 70% 1 minut;
- S₃- clorură mercurică 0,5%, timp de 20 minute, etanol 70% 1 minut;
- S₄- clorură mercurică 0,2%, timp de 15 minute, etanol 70% 1 minut;
- S₅- clorură mercurică 0,5%, timp de 10 minute, etanol 70% 1 minut;
- S₆- clorură mercurică 0,2%, timp de 10 minute, etanol 70% 1 minut;
- S₇- clorură mercurică 0,1%, timp de 40 minute, etanol 70% 1 minut;
- S₈- clorură mercurică 0,2%, timp de 45 minute, etanol 70% 1 minut;
- S₉- perhidrol 30% timp de 15 minute, clorură mercurică 0,2%, timp de 45 minute, etanol 70% 1 minut.

Metodele S₁, S₄ și S₅ au fost utilizate pentru sterilizarea mugurilor, metodele S₁ și S₇ pentru sterilizarea segmentelor nodale, iar pentru sterilizarea semințelor au fost folosite metodele S₁, S₂, S₃, S₄, S₆, S₈ și S₉.

Sterilizarea a fost urmată de spălare în apă distilată sterilă, procedeul repetându-se de trei ori. S-a testat efectul metodei de sterilizare asupra supraviețuirii explantelor *in vitro* și asupra capacității lor de reacție la condițiile de cultură.

Medii de cultură. Ca mediu de inițiere a culturilor *in vitro* s-a utilizat mediul MS (Murashige și Skoog 1962) și mediul MS₁ (Chalupa 1993), suplimentat cu diferite balanțe hormonale:

1. MS₁-BAP 1 mg/l, kinetină 1 mg/l.
2. MS₂-BAP 0,5 mg/l, kinetină 1 mg/l, IAA 1 mg/l.
3. MS₃-BAP 0,5 mg/l, kinetină 0,5 mg/l, IBA 0,5 mg/l.
4. MS₄-BAP 0,5 mg/l, kinetină 0,5 mg/l.
5. MS₅-BAP 1 mg/l, 2-IP 0,5 mg/l.
6. MS₆-BAP 0,5 mg/l, 2,4-D 0,2 mg/l.
7. MS-1₇-BAP 0,6 mg/l, IBA 0,1 mg/l.
8. MS-1₈-BAP 0,1 mg/l, NAA 0,1 mg/l.
9. MS-1₉-BAP 1mg/l, IBA 0,05 mg/l, NAA 0,05 mg/l.
10. MS-1₁₀-BAP 1mg/l, NAA 0,1 mg/l.
11. MS-1₁₁-BAP 0,4 mg/l, IBA 0,1 mg/l, NAA 0,1 mg/l.

Pentru inițierea culturilor *in vitro*, pentru muguri au fost folosite mediile de cultură 1, 2, 3 și 4, pentru segmentele nodale mediile de cultură 5, 6, 7, 8 și 9, iar pentru semințe s-au folosit toate cele 11 medii.

Condiții de cultură. Culturile s-au realizat la o temperatură de $25^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$, umiditate relativă 70% și o fotoperioadă de 16 h lumină pe tot parcursul experimentelor. Pentru iluminare s-au folosit două tipuri de lumină și anume: lumină roșie, care s-a obținut cu corpuri led pentru creșterea accelerată a plantelor, cu frecvența 450 nm albastru și 660 nm roșu, și lumină rece albă (Zarei *et al.* 2017) (Foto 38).

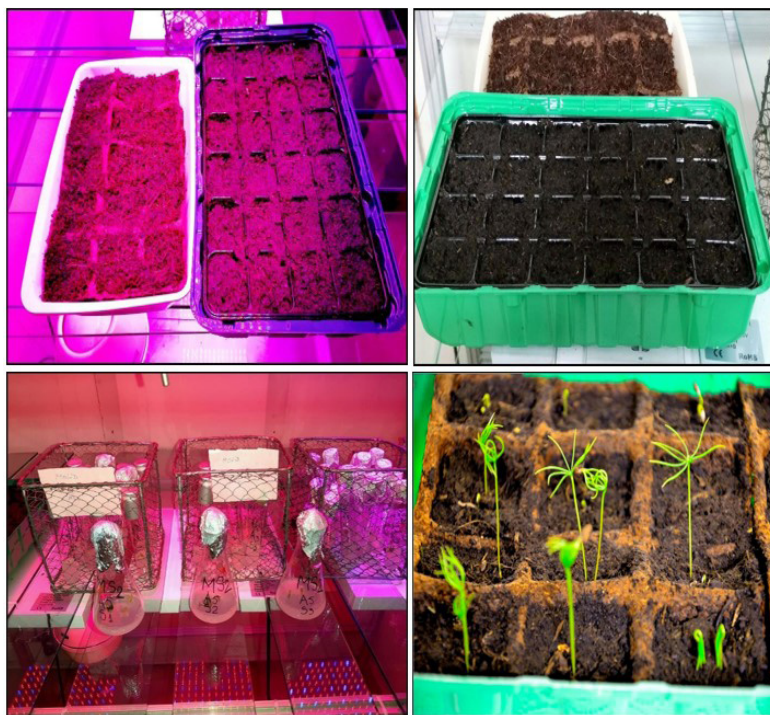


Foto 38. Condiții de cultură pentru inițierea plantelor *in vitro*, lumină roșie (stânga) și lumină rece albă (dreapta).

Lumina roșie, deși este menționată în literatura de specialitate (Kunze *et al.* 1993) nu a dat rezultatul scontat, plantele deși au reacționat bine la condițiile de mediu de cultură, au început să se necrozeze și în final s-au uscat fără a mai crește în continuare. În consecință s-a renunțat la utilizarea ei, în continuare folosindu-se numai lumină albă.

Inițierea culturilor. Pentru a determina randamentul inițierii de culturi *in vitro* s-a realizat un studiu privind influența a mai mulți factori și anume: proveniența materialului vegetal, tipul de explant inițial, metoda de sterilizare și mediul de cultură.

În ceea ce privește tipul de explant inițial, s-a observat că toate tipurile de explant au supraviețuit bine la condițiile de cultură *in vitro*, procente de supraviețuire ajungând în unele cazuri până la 100%.

S-a realizat analiza de varianță (testul ANOVA) pentru factorii proveniența materialului vegetal, tip explant, metoda de sterilizare și mediul de cultură. S-a constatat că atât supraviețuirea explantelor, cât și reactivitatea lor este influențată semnificativ de metoda de sterilizare. În același timp, reactivitatea acestora este influențată distinct semnificativ de mediul de cultură. Efectul combinat, tip explant x metoda de sterilizare, influențează semnificativ atât supraviețuirea, cât și reactivitatea (Tabelul 40).

Deși toate tipurile de explante inițiale au supraviețuit bine la cultura *in vitro*, procente cele mai ridicate de supraviețuire s-au înregistrat în cazul utilizării semințelor germinate *in vitro* pe mediu de cultură (85,29%), acestea având și cea mai mare reactivitate în condițiile de cultură *in vitro* (51,46%). Rezultate bune s-au obținut și în cazul folosirii mugurilor și segmentelor nodale. Cele mai slabe rezultate în ceea ce privește reactivitatea s-au obținut în cazul folosirii semințelor germinate *in vitro* pe sugativă, procente de reactivitate fiind de numai 16,66% (Figura 20).

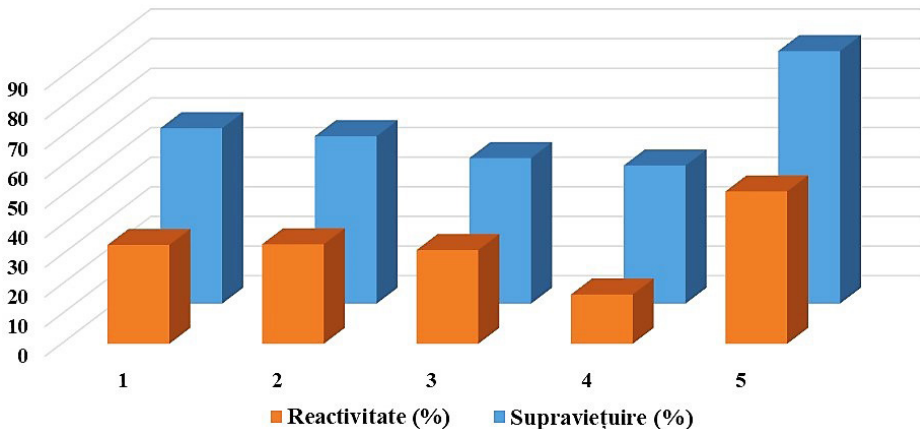


Figura 20. Influența tipului de explant asupra supraviețuirii și reactivității explantelor.

Tablul 40a. ANOVA pentru inițierea de culturi in vitro la molidul cu coroană îngustă.

Sursa de variație	Variabile	Suma pătratelor abaterilor	Gradele de libertate	Varianța	F	p
Modelul corectat	Supraviețuire (%)	153580,085 ^a	128	1199,844	1,920	0,405
	Reactivitate (%)	160032,634 ^b	128	1250,255	4,001	0,221
Intercept	Supraviețuire (%)	269787,697	1	269787,697	431,660	0,002
	Reactivitate (%)	75474,922	1	75474,922	241,520	0,004
Proveniența materialului vegetal (P)	Supraviețuire (%)	16000,255	14	1142,875	1,829	0,409
	Reactivitate (%)	21028,144	14	1502,010	4,806	0,185
Metoda de sterilizare (Ms)	Supraviețuire (%)	11809,834	6	1968,306	3,149	0,261
	Reactivitate (%)	10248,733	6	1708,122	5,466	0,163
Mediul de cultură (Mc)	Supraviețuire (%)	9211,355	8	1151,419	1,842	0,399
	Reactivitate (%)	34102,603	8	4262,825	13,641	0,070
P X Ms	Supraviețuire (%)	37593,140	11	3417,558	5,468	0,165
	Reactivitate (%)	18886,912	11	1716,992	5,494	0,164
P X Mc	Supraviețuire (%)	28460,168	40	711,504	1,138	0,577
	Reactivitate (%)	22691,710	40	567,293	1,815	0,419
Ms X Mc	Supraviețuire (%)	9995,881	14	713,991	1,142	0,562
	Reactivitate (%)	6687,881	14	477,706	1,529	0,465
P X Ms X Mc	Supraviețuire (%)	27212,871	33	824,632	1,319	0,523
	Reactivitate (%)	28164,038	33	853,456	2,731	0,304
Eroare	Supraviețuire (%)	1250,000	2	625,000		
	Reactivitate (%)	625,000	2	312,500		
Total	Supraviețuire (%)	657172,187	131			
	Reactivitate (%)	328925,000	131			
Total Corectat	Supraviețuire (%)	154830,085	130			
	Reactivitate (%)	160657,634	130			

a: $R^2 = 0,992$ (R^2 Ajustat = 0,475); b: $R^2 = 0,996$ (R^2 Ajustat = 0,747)

Tablelul 40b. ANOVA pentru inițierea de culturi *in vitro* la molidul cu coroană îngustă

Sursa de variație	Variabile	Suma pătratelor abaterilor	Gradele de libertate	Varianța	F	p
Modelul corectat	Supraviețuire (%)	68828,989 ^a	48	1433,937	1,367	0,106
	Reactivitate (%)	86146,800 ^b	48	1794,725	1,975	0,003
Intercept	Supraviețuire (%)	224796,732	1	224796,732	214,338	0,000
	Reactivitate (%)	67214,919	1	67214,919	73,971	0,000
Tip explant (T)	Supraviețuire (%)	5298,879	3	1766,293	1,684	0,177
	Reactivitate (%)	5870,107	3	1956,702	2,153	0,100
Metoda de sterilizare (Ms)	Supraviețuire (%)	15066,591	6	2511,098	2,394	0,035
	Reactivitate (%)	14114,833	6	2352,472	2,589	0,024
Mediul de cultură (Mc)	Supraviețuire (%)	7273,594	8	909,199	0,867	0,548
	Reactivitate (%)	25483,618	8	3185,452	3,506	0,002
T X Ms	Supraviețuire (%)	7520,405	2	3760,203	3,585	0,032
	Reactivitate (%)	4617,917	2	2308,958	2,541	0,085
T X Mc	Supraviețuire (%)	3179,892	7	454,270	0,433	0,879
	Reactivitate (%)	3783,379	7	540,483	0,595	0,758
Ms X Mc	Supraviețuire (%)	9608,325	14	686,309	0,654	0,811
	Reactivitate (%)	7658,333	14	547,024	0,602	0,856
T X Ms X Mc	Supraviețuire (%)	8516,102	6	1419,350	1,353	0,243
	Reactivitate (%)	5488,194	6	914,699	1,007	0,427
Eroare	Supraviețuire (%)	86001,096	82	1048,794		
	Reactivitate (%)	74510,833	82	908,669		
Total	Supraviețuire (%)	657172,187	131			
	Reactivitate (%)	328925,000	131			
Total corectat	Supraviețuire (%)	154830,085	130			
	Reactivitate (%)	160657,634	130			

a: $R^2 = 0,445$ (R^2 Ajustat = 0,119); b: $R^2 = 0,536$ (R^2 Ajustat = 0,265)

Analiza factorului *metoda de sterilizare* a dus la concluzia că cele mai bune rezultate în ceea ce privește supraviețuirea explantelor inițiale s-au obținut în cazul utilizării metodei S_8 , pentru care procentele de supraviețuire ajung până la 100%, procente ridicate de supraviețuire înregistrându-se și în cazul folosirii metodei S_3 (95,62%) și S_2 (77,49%). Pentru metoda de sterilizare S_2 s-au obținut și cele mai ridicate procente de reactivitate, de 63,75% (Figura 21). În cazul metodei de sterilizare S_6 , deși nu s-au obținut procente de supraviețuire foarte mici, reactivitatea acestora a fost zero, explantele brunificându-se rapid. Pentru metoda S_9 , atât supraviețuirea cât și

reactivitatea au fost zero, aceasta nefiind indicată a se folosi pentru această specie de arbori forestieri.

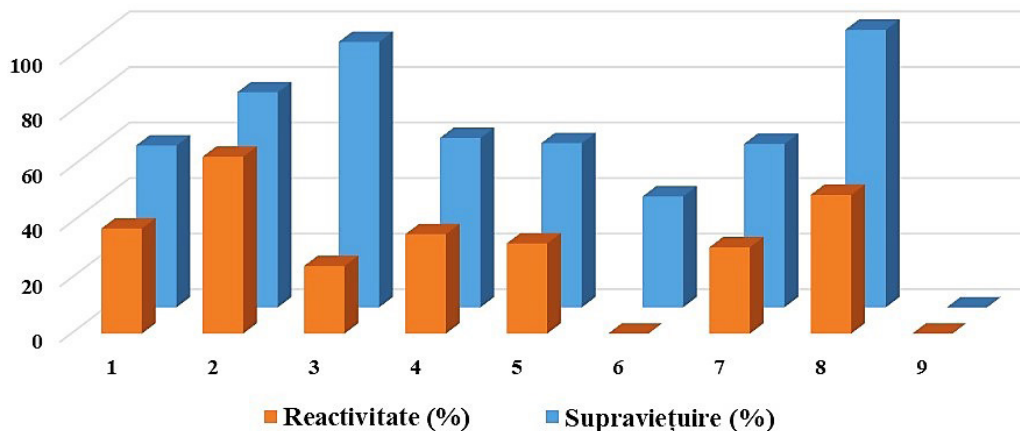


Figura 21. Influența metodei de sterilizare asupra supraviețuirii și reactivității explantelor.

În ceea ce privește mediul de cultură, s-a constatat faptul că, mediul MS_1 a dat cele mai bune rezultate în ceea ce privește supraviețuirea (73,27%), în timp ce procente cele mai ridicate de reactivitate s-au înregistrat în cazul folosirii mediului MS_5 și anume 67,27% (Figura 22). Analizându-se balanțele hormonale, constatăm faptul că ambele medii au conținut BAP în concentrație de 1 mg/l, pentru o supraviețuire bună a explantelor fiind necesară adăugarea de kintină 1 mg/l, iar pentru obținerea de procente ridicate de reactivitate se impune adăugarea de 2-IP 0,5 mg/l (Foto 39 și 40).

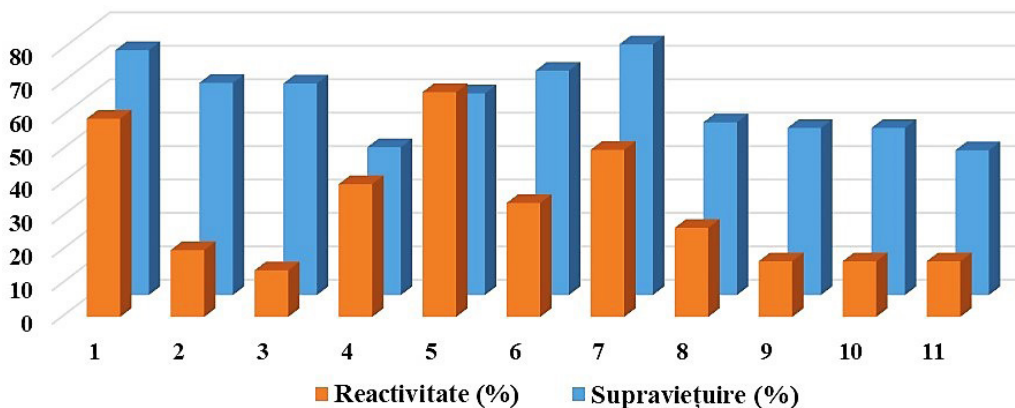


Figura 22. Influența mediului de cultură asupra supraviețuirii și reactivității explantelor.



Foto 39. Muguri de molid cu coroană îngustă la inițierea culturii (stânga) și după cultivarea pe mediu de cultură (dreapta).

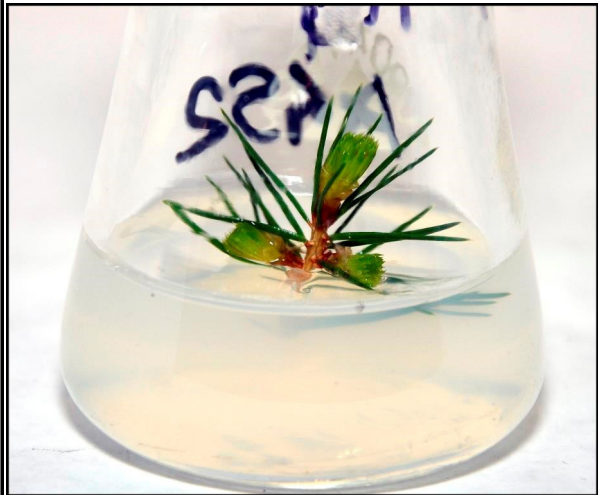


Foto 40. Segmente nodale de molid cu coroană îngustă la inițierea culturii (stânga) și după cultivarea pe mediu de cultură (dreapta).

Reactivitatea la condițiile de cultură *in vitro* a fost foarte diferită în funcție de proveniența materialului vegetal inițial și anume deși toate au reacționat la condițiile de cultură *in vitro* cele mai bune rezultate s-au obținut în cazul familiei 1, cultura Comandău (68,33%) și clona 3, Soveja (62,5%). Cele mai slabe rezultate în ceea ce privește reactivitatea s-au înregistrat pentru familia 6, cultura Comandău (16,66%), familia 7, cultura Comandău (8,33%), clona 1, Soveja (12,5%) și clona 5, Soveja (12,5%), acestea nu s-au mai dezvoltat bine în condițiile de cultură *in vitro* și nu au mai fost plasate în continuare pe mediul de multiplicare (Figura 23).

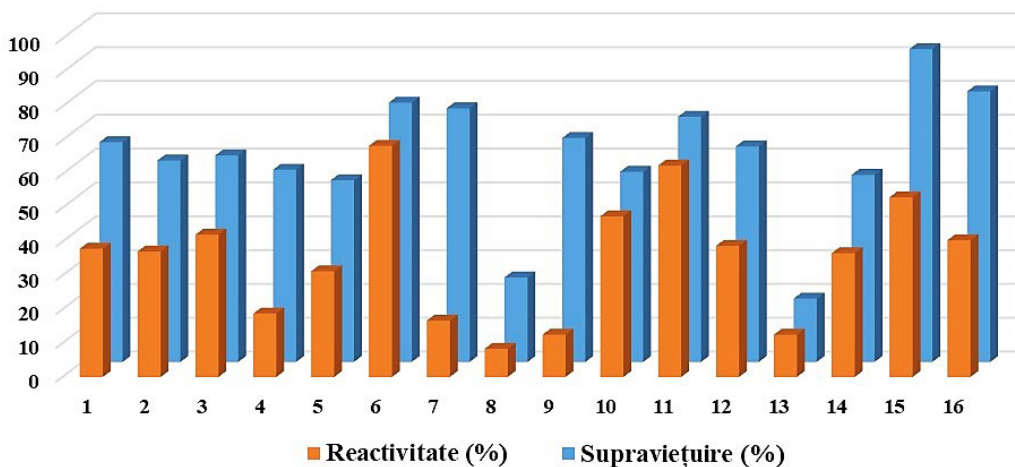


Figura 23. Influența provenienței materialului vegetal asupra supraviețuirii și reactivității explantelor.

Multiplicarea *in vitro*

Multiplicarea culturilor *in vitro* s-a realizat pe mediul MS suplimentat cu BAP 0,1-1 mg/l, la care s-au adăugat auxine și anume kinetină 0,5 mg/l și 2-IP 0,5 mg/l. Pe acest mediu de cultură s-au efectuat pasaje la intervale de 4 săptămâni. S-a studiat influența provenienței materialului vegetal inițial și a mediului de cultură asupra multiplicării culturilor *in vitro* de molid cu coroană îngustă (Tabelul 41).

Tabelul 41. Variația ratei de multiplicare a culturilor *in vitro* de molid cu coroană îngustă

Materialul vegetal inițial	Mediul de cultură	Nr. de muguri/ explant	Coefficient de multiplicare
arborele 3, Predeal	MS ₁	1,2	1,8
	MS ₂	2,8	2,5
	MS ₃	1,5	1,3
familia 1, Comandău	MS ₁	2,5	1,5
	MS ₂	3,2	2,8
	MS ₃	1,8	1,2
clona 2, Soveja	MS ₁	2,5	1,8
	MS ₂	2,8	2,5
	MS ₃	3,5	3,0
Clona 3, Soveja	MS ₁	1,8	1,5
	MS ₂	2,4	1,8
	MS ₃	3,0	3,0
O.S. Valea Ilvei	MS ₁	1,2	0,8
	MS ₂	1,5	1,2
	MS ₃	2,4	1,8

MS₁= BAP 0,1 mg/l, kinetină 0,5 mg/l; MS₂= BAP 0,1 mg/l, 2-IP 0,5 mg/l; MS₃= BAP 1 mg/l

În ceea ce privește proveniența materialului vegetal inițial, se constată că, capacitatea de multiplicare cea mai ridicată s-a obținut pentru clona 2, Soveja și clona 3, Soveja, aceasta dând cele mai bune rezultate și în ceea ce privește reactivitatea la inițierea culturilor *in vitro*. Rezultate relativ bune s-au obținut și pentru familia 1, Comandău, care a prezentat o reactivitate ridicată la condițiile de cultură *in vitro*.

Testarea influenței mediului de cultură asupra multiplicării culturilor *in vitro* a dus la concluzia că cei mai ridicați coeficienți de multiplicare s-au obținut în cazul utilizării mediului MS₃, rezultate bune obținându-se și în cazul utilizării mediului MS₂, deci adăugarea de auxine în mediul de cultură duce la o multiplicare eficientă *in vitro* (Foto 41).



Foto 41. Multiplicarea culturilor *in vitro* de molid cu coroană îngustă.

Înrădăcinarea culturilor *in vitro*

Plantele astfel multiplicat au fost transferate pe mediu de înrădăcinare care a fost mediul MS suplimentat cu BAP 1 mg/l, cu sau fără IBA 0,1 mg/l. S-a studiat influența diferiților factori asupra înrădăcinării plantelor *in vitro*, aceștia fiind proveniența materialului vegetal inițial și mediul de cultură.

În ceea ce privește proveniența materialului vegetal inițial, s-a constatat că cele mai ridicate procente de înrădăcinare s-au obținut în cazul clonei 2, Soveja, procente destul de ridicate înregistrându-se și în cazul familiei 1, Comandău și clonei 3, Soveja (Tabelul 42).

Tabelul 42. Înradăcinarea plantelor *in vitro* de molid cu coroană îngustă.

Proveniența materialului vegetal inițial	Mediul de cultură	Plante regenerare (%)	Înrădăcinare (%)
arborele 3, Predeal	MS ₁	35	28
	MS ₂	50	45
familia 1, Comandău	MS ₁	60	38
	MS ₂	75	50
clona 2, Soveja	MS ₁	65	48
	MS ₂	80	65
Clona 3, Soveja	MS ₁	62	30
	MS ₂	70	50
O.S. Valea Ilvei	MS ₁	35	25
	MS ₂	48	30

MS₁ = BAP 1 mg/l; MS₂ = BAP 1 mg/l, IBA 0,1 mg/l.

S-a testat influența mediului de cultură asupra capacității de înradăcinare a plantelor de molid cu coroană îngustă și s-a constatat că cele mai bune rezultate se obțin în cazul utilizării mediului MS₂ care a dus la obținerea unor procente de înradăcinare de 65%, adăugarea de IBA fiind esențială pentru obținerea de procente ridicate de înradăcinare (Foto 42).

Transferul *in vivo*

Plantele *in vitro* au fost transferate *in vivo* (Foto 43), în ghivece cu un amestec de pământ, nisip și turbă, care a fost sterilizat în prealabil în etuvă, la 120°C, timp de 6 ore. Plantele au fost menținute în camera de creștere, cu lumină și temperatură controlată.

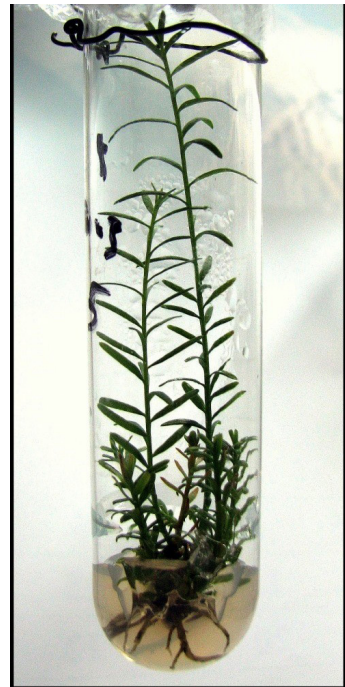


Foto 42. Înradăcinarea culturilor de molid *pendula* obținute *in vitro*.

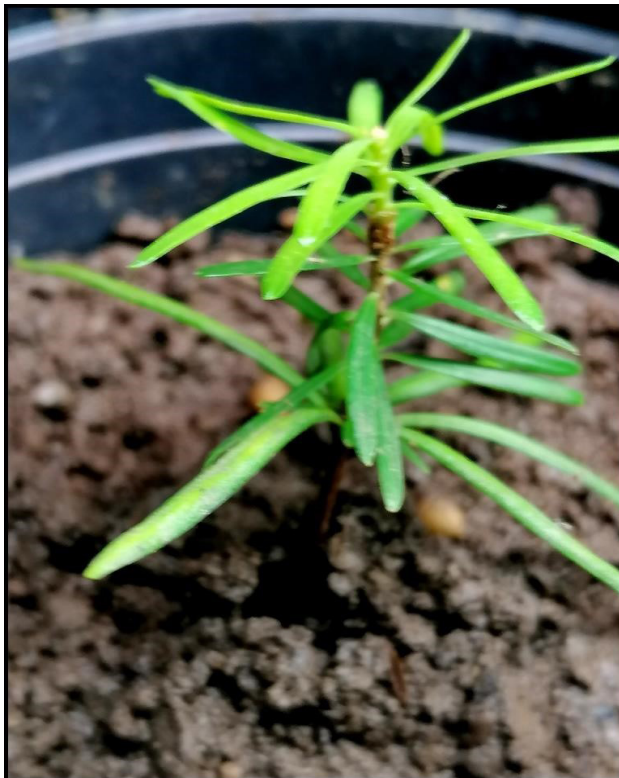


Foto 43. Transferul *in vivo* al plantelor obținute *in vitro*, de molid cu coroană îngustă.

Concluzii capitol

Pentru inițierea de culturi *in vitro* la molidul cu coroană îngustă, tipul de material vegetal cel mai indicat este reprezentat de semințele germinate *in vitro* pe mediu de cultură, urmat de muguri și segmente nodale. Metoda de sterilizare cea mai eficientă este cea care a utilizat clorură mercurică 0,2%, timp de 35 minute și etanol 70%, 1 minut, aceasta influențând semnificativ supraviețuirea explantelor. Mediul de cultură cel mai indicat este de tip MS suplimentat cu BAP în concentrație de 1 mg/l, pentru o supraviețuire bună a explantelor fiind necesară adăugarea de kinetină 1 mg/l, iar pentru obținerea de procente ridicate de reactivitate, adăugarea de 2-IP 0,5 mg/l. Procente ridicate de înrădăcinare au fost obținute pe mediul MS suplimentat cu BAP 1mg/l, la care s-a adăugat IBA 0,1 mg/l.

Cercetările realizate au creat premisele utilizării culturilor *in vitro* pentru conservarea *ex situ* a resurselor genetice de arbori forestieri, conservarea plasmei germinative prin culturi de țesuturi constituind o metodă alternativă de prezervare a diversității genetice la speciile de arbori forestieri luați în studiu.

PARTEA A III-A:
CONCLUZII
REZUMAT
ABSTRACT
BIBLIOGRAFIE

14. CONCLUZII

Marius BUDEANU¹

Obiectivul cercetărilor a constat în ameliorarea potențialului productiv și de adaptare al molidului, a doua specie ca pondere din pădurile României, în scopul obținerii de arborete cu potențial superior de bioacumulare, calitate mai bună a lemnului și, în special, cu o rezistență superioară la acțiunea combinată a factorilor abiotici perturbanți, vânt și zăpadă. Concluziile cercetărilor pot fi sintetizate astfel:

I. În legătură cu adaptabilitatea molidului cu coroană îngustă în arborete naturale și selecția acestora pentru conservare *in situ*:

Dintr-un total de 25 populații verificate s-a reușit constituirea unui număr de 7 resurse genetice forestiere, distribuite în toate ramurile Carpaților României, în care se vor conserva *in situ* arborii de molid cu coroană îngustă (forma *pendula* și varietatea *columnaris*).

Valoarea medie a diametrelor coroanelor arborilor de molid cu coroană îngustă selecționați reprezintă jumătate din valoarea atinsă de arborii cu coroană normală, din aceleași arborete, fapt ce asigură rezistența superioară, în special datorită cantității mult mai mici de zăpadă reținută în coronament. În același timp, arborii *pendula* prezintă, în general, valori superioare pentru volumul lemnului și inferioare pentru numărul de ramuri în verticil și grosimea acestora, rezultate favorabile din punct de vedere economic.

II. Legat de testarea celor două forme de molid și a hibridilor dintre ele, în culturi comparative half-sib și full-sib:

✓ Rezultatele din culturi comparative au fost foarte puternic influențate de locul de testare, ceea ce reclamă o maximă precauție în mișcarea materialelor forestiere de reproducere.

✓ Molidul *pendula* a obținut rezultate superioare molidului normal pentru cele mai importante caractere implicate în selecție (zveltețea arborilor, procentul de supraviețuire, numărul de ramuri în verticil, grosimea ramurilor și diametrul coroanei), iar pentru zveltețea arborilor s-a obținut și cea mai mare rată de

transmitere în descendență (exprimată prin eritabilitate și câștig genetic), acesta fiind caracterul indicat pentru etapa următoare de selecție.

✓ Consangvinii au înregistrat o rată redusă de supraviețuire (42%) iar marea lor majoritate sunt dominați și vor dispărea în anii următori.

III. Cu privire la testarea rezistenței lemnului

➤ Testele de laborator vizând modulul de elasticitate și rezistențele la încovoiere, compresiune, forfecare, la cele două forme de coroane de molid, au evidențiat superioritatea (foarte semnificativă statistic) molidului cu coroană îngustă, pentru probele prelevate din populația de 140 ani (Stâna de Vale), în timp ce între descendenții acesteia (cultura Comandău, 23 ani) diferențele au fost ne semnificative din punct de vedere statistic, dar tot în favoarea molidului cu coroană îngustă.

➤ Analiza rezistenței lemnului pe picior indică superioritatea molidului cu coroană îngustă (statistic semnificativă), amplitudinea medie indicată de rezistograf fiind cu 5,2% mai mare comparativ cu forma normală.

➤ Densitatea lemnului a evidențiat de asemenea superioritatea formei *pendula* și, mai important, adaptabilitatea superioară a acesteia (influența locului de testare a fost ne semnificativă). Un rezultat remarcabil a înregistrat molidul *pendula* de la Stâna de Vale, în testul Măneciu.

➤ În privința procentului de lemn târziu, rezultatele din cele două experimente half-sib au fost contradictorii, singura constantă fiind legată de superioritatea molidului *pendula* originar din proveniența Stâna de Vale.

IV. Legat de monitorizarea creșterilor radiale lunare și observațiile fenologice din populația Predeal

▪ La molidul *pendula* din populația Predeal, creșterile radiale au început cu circa 1 săptămână întârziere și au fost mai mari în a doua jumătate a sezonului de vegetație, în timp ce molidul comun a înregistrat creșteri mai mari în prima jumătate a sezonului bioactiv.

▪ Creșterile radiale au fost influențate negativ și foarte semnificativ de temperatura aerului (în special în lunile iunie și august) și pozitiv, tot foarte semnificativ, de precipitații (iunie, iulie, martie, an curent și septembrie-octombrie, an precedent), fără a exista o diferențiere între cele două forme.

▪ Analizele fenologice desfășurate în doi ani consecutivi (2021 și 2022) asupra a 10 arbori de molid cu coroană îngustă și respectiv 10 vecini ce se

raportează la forma normală de coroană, ne-au arătat diferențe semnificative de la un an la altul, în privința perioadei de la deschiderea completă a mugurilor și până la încheierea creșterilor, pornirea în vegetație fiind înregistrată aproximativ la aceeași dată, în ambii ani și la ambele forme.

- În special în anul 2021, din momentul atingerii simultane a stadiului 2 (mugurii încep să se deschidă), fenofazele de creștere s-au derulat cu o repeziciune mult mai mare la molidul comun, ușoara tardivitate a molidului *pendula* asigurând un plus de protecție față de înghețurile târzii.

- Perioada de maximă receptivitate a strobililor femeli se suprapune la cele două forme de molid existând posibilitatea interfecundării între acestea.

V. Cu privire la instalarea unui plantaj de molid cu coroană îngustă

- Promovarea molidului cu coroană îngustă (*Picea abies* forma *pendula*) în pădurile României dar și necesitatea clonării și conservării *ex situ* a ultimilor arbori ce aparțin acestui ideotip, au fundamentat obiectivul de înființare a unui plantaj de molid *pendula*.

- În regiunile de proveniență B1 (Predeal), E2 și E3 (munții Apuseni), precum și în plantajul Soveja, au fost selecționați 29 arbori/rameți de molid *pendula* din care s-au recoltat lujeri altoi, la momentul la care puietii portaltoi au început să pornească în vegetație.

- Multiplicarea vegetativă prin altoire, folosind metoda în placaj lateral, a avut un procent mediu de reușită de 37% respectiv, în final s-au obținut 661 puietii altoiți ce se raportează la un total de 25 clone. În plantaj au fost introduși 506 puietii, iar restul se păstrează de rezervă. Distanța de plantare adoptată a fost de 4 m x 4 m.

VI. Stabilirea unui protocol de lucru pentru micropropagarea *in vitro* a molidului cu coroană îngustă

✓ Pentru inițierea de culturi *in vitro* la molidul cu coroană îngustă, tipul de material vegetal cel mai indicat este reprezentat de semințele germinate *in vitro* pe mediu de cultură, urmat de muguri și segmente nodale. Metoda de sterilizare cea mai eficientă este cea care a utilizat clorură mercurică 0,2%, timp de 35 minute și etanol 70%, 1 minut, aceasta influențând semnificativ supraviețuirea explantelor. Mediul de cultură cel mai indicat este de tip MS suplimentat cu BAP în concentrație de 1 mg/l, pentru o supraviețuire bună a explantelor fiind necesară adăugarea de kinetină 1 mg/l, iar pentru obținerea de procente ridicate de reactivitate, adăugarea de 2-IP 0,5 mg/l. Procente ridicate de înrădăcinare au

fost obținute pe mediul MS suplimentat cu BAP 1mg/l, la care s-a adăugat IBA 0,1 mg/l.

✓ Cercetările realizate au creat premisele utilizării culturilor *in vitro* pentru conservarea *ex situ* a resurselor genetice forestiere, conservarea plasmei germinative prin culturi de țesuturi constituind o metodă alternativă de prezervare a diversității genetice la speciile de arbori forestieri luați în studiu.

15. REZUMAT

Marius BUDEANU¹

Obiectivul cercetărilor a constat în ameliorarea potențialului productiv și de adaptare al molidului, a doua specie ca pondere din pădurile României, în scopul obținerii de arborete cu potențial superior de bioacumulare, calitate mai bună a lemnului și, în special, cu o rezistență superioară la acțiunea combinată a factorilor abiotici perturbanți, vânt și zăpadă. Pentru îndeplinirea obiectivului general au fost necesare a fi atinse următoarele obiective specifice:

1. Reevaluarea unor populații naturale având în compoziție molid cu coroană îngustă și includerea celor selecționate în categoria resurselor genetice forestiere (RGF), pentru conservarea *in situ* a acestora.

2. Analiza comparativă a performanțelor de creștere și adaptare ale molidului cu coroana îngustă și molidului comun (chiar și a hibrizilor dintre cele două forme), testarea rezistenței lemnului, precum și a condițiilor de mediu în care rata de transmitere a caracterului *coroană îngustă* este ridicată.

3. Analiza comparativă a derulării fenofazelor intrării în vegetație și înfloririi, precum și a creșterilor radiale lunare, la cele două forme de molid, într-o populație naturală.

4. Stabilirea unui protocol de lucru pentru multiplicarea *in vitro* a molidului cu coroană îngustă.

5. Înființarea unui plantaj de clone pentru conservarea *ex situ* a populațiilor valoroase de molid cu coroană îngustă și pentru producerea de semințe aparținând acestui ideotip.

Materialul și metodele de cercetare

Cercetările au necesitat atât lucrări de teren cât și analize de laborator. S-au derulat următoarele investigații:

a) Reevaluarea tuturor celor 25 de populații alese de Pârnuță (2008), selecția, măsurarea și materializarea în teren a arborilor de molid cu coroană îngustă și culegerea datelor necesare pentru includerea populațiilor care îndeplineau condițiile în categoria resurselor genetice forestiere (RGF).

b) Efectuarea de măsurători în cele 5 culturi comparative full-sib asupra principalelor caractere fenotipice: înălțimea arborilor, creșterea din ultimul an, diametrul la 1,30 m, înălțimea până la prima ramură verde, diametrul coroanei, numărul de ramuri din verticil, grosimea și finețea ramurilor.

¹ INCDS „Marin Drăcea”

c) Efectuarea de măsurători în cele 2 culturi comparative half-sib, vizând aceleași caractere descrise mai sus.

d) Efectuarea unor teste de rezistența lemnului.

e) Monitorizarea creșterilor radiale lunare, în populația naturală Predeal.

f) Observații fenologice în populația naturală de molid Predeal.

g) Analiza plantajului de molid cu coroană îngustă existent (Soveja).

h) Multiplicarea vegetativă (altoire) și înființarea unui plantaj de molid *pendula*.

i) Micropropagarea *in vitro* a molidului cu coroană îngustă.

Molidul cu coroană îngustă se compune din două forme/varietăți, prima având ponderea cea mai mare în România (peste 80%):

- *Picea abies* (L.) Karst. f. *pendula* (Lawson) Sylven, cu ramurile de ordinul I subțiri și pendente;

- *Picea abies* var. *columnaris* (Jacq.) Carr., cu ramurile scurte și orizontale.

Pentru constituirea unor RGF de molid cu coroană îngustă, etapa de eșantionare a constat în verificarea în teren a celor 25 de populații selecționate de Pârnuță în anul 1991, iar acelea care nu au fost supuse unor tratamente urmate de regenerarea naturală sau artificială, pentru care s-a primit acordul administratorului sau al proprietarului și care au îndeplinit condiția de existență a minimum 15 arbori de molid cu coroană îngustă, au fost selecționate. În continuare, s-a trecut la descrierea lor, măsurarea și materializarea în teren a arborilor de molid cu coroană îngustă. În final s-a întocmit o fișă de evidență a RGF și s-au semnat procese-verbale cu administratorii pădurilor respective.

Analiza comparativă a performanțelor de creștere și adaptare ale molidului cu coroană îngustă, ale molidului piramidal și ale combinațiilor dialele (complet și factorial) dintre cele două forme, s-a efectuat în 5 culturi comparative de descendențe biparentale (Comandău, Ilva Mică, Lepșa 1, Lepșa 2 și Voineasa) instalate în anul 1996. Aceste culturi au fost constituite din puieți obținuți din semințele recoltate de la trei arbori de molid cu coroană îngustă și trei arbori de molid cu coroană normală, aleși în populația Stâna de Vale (în anul 1990), între care s-au realizat polenizări controlate, în sistem dialel complet ($P \times P$ și $N \times N$) și factorial ($P \times N$ și $N \times P$). În toate cele 5 culturile comparative full-sib, dispozitivul experimental este de tip blocuri randomizate cu 4 repetiții și 3-9 arbori per parcelă unitară, iar distanța de plantare este de 2,5 m x 2,5 m. În fiecare cultură s-au introdus 38-41 variante, cuprinzând atât familii liber polenizate cât și încrucișări în dialele între arbori de molid *pendula* și normal, inclusiv consangvini (Budeanu et al. 2019b, 2020).

Analiza comparativă a celor două forme de molid s-a realizat și în două

culturile comparative de descendențe materne, Măneciu și Soveja, instalate în primăvara anului 1994, în care se testează 24 familii *pendula* și tot atâtea *pyramidalis*, originare din 8 proveniențe (câte 3 familii/ proveniență, din fiecare formă). Dispozitivul experimental, în ambele teste, este de tip blocuri randomizate cu 4 repetiții și 4 - 12 arbori/ parcelă unitară, plantați la 2 m x 2 m.

Din 4 populații naturale și 4 culturi comparative s-au prelevat carote, iar dintr-o populație și o cultură s-au recoltat butuci pentru studiul lemnului, lujeri pentru altoiri, precum și lujeri și semințe pentru micropropagare *in vitro*.

Analiza comparativă a rezistenței mecanice a lemnului de molid comun și molid cu coroană îngustă s-a realizat atât la arbori pe picior (în populația Coșna, Suceava), cât și folosind epruvete prelevate dintr-o populație matură (Stâna de Vale), precum și din descendenții acesteia (stadiul juvenil) testați în cultura comparativă Comandău. Testarea rezistenței lemnului pe picior (rezistența la torsiune) s-a realizat cu ajutorul Rezistografului. În laborator s-au determinat unele proprietăți mecanice ale lemnului (modulul de elasticitate și rezistența la încovoiere, compresiune și forfecare).

În populația Predeal, la începutul anului 2019, pe zece dintre cei 14 arbori *pendula* și zece vecini *pyramidalis*, asemănători dimensional, repartizați pe categorii de diametre, în intervalul 60 - 86 cm, au fost instalate benzi de creștere permanente, la înălțimea de 1,30 m, benzi ce au fost citite la intervale de 30 de zile în repausul vegetativ, respectiv din 15 în 15 zile, în sezonul de vegetație.

Folosind metodologia utilizată anterior de Pârnuță (2008), dar și manualul ICP Forests (Beuker et al. 2016), observațiile fenologice asupra creșterilor și înfloririi din sezoanele de vegetație 2021 și 2022 s-au concentrat asupra a zece arbori de molid *pendula* și zece vecini *pyramidalis*, asemănători dimensional, aleși în populația Predeal. Periodic s-au efectuat și zboruri cu drona pentru a încerca să optimizăm cât mai mult datele culese folosind binoclul.

Pentru instalarea unui plantaj, pe lângă obținerea puietilor altoiți sunt necesare și alte activități: alegerea amplasamentului, pregătirea terenului și a solului, stabilirea dispozitivului experimental și instalarea plantajului. Multiplicarea vegetativă prin altoire (clonarea) presupune derularea următoarelor activități (Budeanu et al. 2021b): pregătirea puietilor portaltoi, selecția arborilor plus și recoltarea altoaielor, derularea acțiunii de altoire, îngrijirea puietilor altoiți.

Obținerea de puieti prin micropropagare somatică *in vitro* presupune câteva activități specifice: obținerea materialului biologic, identificarea tipurilor de explante optime precum și a celei mai eficiente metode de sterilizare, stabilirea balanțelor hormonale optime pentru obținerea unor procente ridicate de reactivitate la condițiile de cultură *in vitro*, determinarea mediilor de cultură adecvate pentru multiplicare și înrădăcinare și, în final, stabilirea unui protocol

de micropropagare *in vitro* (multiplicare, înrădăcinare, transfer *in vivo*).

Rezultatele obținute în cadrul cercetărilor pot fi sintetizate astfel:

1. În legătură cu adaptabilitatea molidului cu coroană îngustă în arborete naturale și selecția acestora pentru conservare *in situ*:

a). S-a reușit constituirea unui număr de 7 resurse genetice forestiere, distribuite în toate ramurile Carpaților României, în care se vor conserva *in situ* arborii de molid cu coroană îngustă (forma *pendula* și varietatea *columnaris*).

b) Diametrele coroanelor arborilor de molid cu coroană îngustă selecționați reprezintă jumătate din valoarea atinsă de arborii cu forma de coroană piramidală (forma normală), din aceleași arborete, fapt ce asigură rezistența superioară, în special datorită cantității mult mai mici de zăpadă reținută în coronament. În același timp, arborii *pendula* prezintă, în general, valori superioare pentru volumul lemnului și inferioare pentru numărul de ramuri în verticil și grosimea acestora, rezultate favorabile din punct de vedere economic.

2. Legat de testarea celor două forme de molid și a hibridilor dintre ele, în culturi comparative half-sib și full-sib:

a) Rezultatele din culturi comparative au fost foarte puternic influențate de locul de testare, ceea ce reclamă o maximă precauție în mișcarea materialelor forestiere de reproducere.

b) Molidul *pendula* a obținut rezultate superioare molidului normal pentru cele mai importante caractere implicate în selecție (zveltețea arborilor, procentul de supraviețuire, numărul de ramuri în verticil, grosimea ramurilor și diametrul coroanei), iar pentru zveltețea arborilor s-a obținut și cea mai mare rată de transmitere în descendență (exprimată prin eritabilitate și câștig genetic), acesta fiind caracterul indicat pentru etapa următoare de selecție.

c) Consangvinii au înregistrat o rată redusă de supraviețuire (42%) iar marea lor majoritate sunt dominați și vor dispărea în anii următori.

3. Cu privire la testarea rezistenței lemnului:

a) Testele de laborator vizând modulul de elasticitate și rezistențele la încovoiere, compresiune, forfecare, la cele două forme de coroane de molid, au evidențiat superioritatea (foarte semnificativă statistic) molidului cu coroană îngustă, pentru probele prelevate din populația de 140 ani (Stâna de Vale), în timp ce între descendenții acesteia (cultura Comandău, 23 ani) diferențele au fost neesențiale din punct de vedere statistic, tot în favoarea molidului cu coroană îngustă.

b) Analiza rezistenței lemnului pe picior indică superioritatea molidului cu coroană îngustă (statistic semnificativă), amplitudinea medie indicată de rezistograf fiind cu 5,2% mai mare comparativ cu forma normală.

c) Densitatea lemnului a evidențiat de asemenea superioritatea formei

pendula și, mai important, adaptabilitatea superioară a acesteia (influența locului de testare a fost nesemnificativă). Un rezultat remarcabil a înregistrat molidul *pendula* de la Stâna de Vale, în testul Măneciu.

d) În privința procentului de lemn târziu, rezultatele din cele două experimente half-sib au fost contradictorii, singura constantă fiind legată de superioritatea molidului *pendula* originar din proveniența Stâna de Vale.

4. Legat de monitorizarea creșterilor radiale lunare și observațiile fenologice din populația Predeal:

a) La molidul *pendula* din populația Predeal, creșterile radiale au început cu circa 1 săptămână întârziere și au fost mai mari în a doua jumătate a sezonului de vegetație, în timp ce molidul comun a înregistrat creșteri mai mari în prima jumătate a sezonului bioactiv.

b) Creșterile radiale au fost influențate negativ și foarte semnificativ de temperatura aerului (în special în lunile iunie și august) și pozitiv, tot foarte semnificativ, de precipitații (iunie, iulie, martie, an curent și septembrie-octombrie, an precedent), fără a exista o diferențiere între cele două forme.

c) Analizele fenologice desfășurate în doi ani consecutivi (2021 și 2022) asupra a 10 arbori de molid cu coroană îngustă și respectiv 10 vecini ce se raportează la forma normală de coroană, ne-au arătat diferențe semnificative de la un an la altul, în privința perioadei de la deschiderea completă a mugurilor și până la încheierea creșterilor, pornirea în vegetație fiind înregistrată aproximativ la aceeași dată, în ambii ani și la ambele forme.

d) În special în anul 2021, din momentul atingerii simultane a stadiului 2 (mugurii încep să se deschidă), fenofazele de creștere s-au derulat cu o repeziciune mult mai mare la molidul comun, ușoara tardivitate a molidului *pendula* asigurând un plus de protecție față de înghețurile târzii.

e) Perioada de maximă receptivitate a strobililor femeli se suprapune la cele două forme de molid existând posibilitatea interfecundării între acestea.

5. Cu privire la instalarea unui plantaj de molid cu coroană îngustă:

a) Promovarea molidului cu coroană îngustă (*Picea abies* forma *pendula*) în pădurile României dar și necesitatea clonării și conservării *ex situ* a ultimilor arbori ce aparțin acestui ideotip, au fundamentat obiectivul de înființare a unui plantaj de molid *pendula*.

b) În regiunile de proveniență B1 (Predeal), E2 și E3 (munții Apuseni), precum și în plantajul Soveja, au fost selecționați 29 arbori/rameți de molid *pendula* din care s-au recoltat lujeri altoi, la momentul la care puietii portaltoi au început să pornească în vegetație.

c) Multiplicarea vegetativă prin altoire, folosind metoda în placaj lateral, a avut un procent mediu de reușită de 37% respectiv, în final s-au obținut 661

puieti altoiti ce se raporteaza la un total de 25 clone. In plantaj au fost introdusi 506 puieti, iar restul se pastreaza de rezervă. Distanța de plantare adoptată este de 4 m x 4 m.

6. Stabilirea unui protocol de lucru pentru micropropagarea *in vitro* a molidului cu coroană îngustă:

a) Pentru inițierea de culturi *in vitro* la molidul cu coroană îngustă, tipul de material vegetal cel mai indicat este reprezentat de semințele germinate *in vitro* pe mediu de cultură, urmat de muguri și segmente nodale. Metoda de sterilizare cea mai eficientă este cea care a utilizat clorură mercurică 0,2%, timp de 35 minute și etanol 70%, 1 minut, aceasta influențând semnificativ supraviețuirea explantelor. Mediul de cultură cel mai indicat este de tip MS suplimentat cu BAP în concentrație de 1 mg/l, pentru o supraviețuire bună a explantelor fiind necesară adăugarea de kinetină 1 mg/l, iar pentru obținerea de procente ridicate de reactivitate, adăugarea de 2-IP 0,5 mg/l. Procente ridicate de înrădăcinare au fost obținute pe mediul MS suplimentat cu BAP 1mg/l și IBA 0,1 mg/l.

b) Cercetările realizate au creat premisele utilizării culturilor *in vitro* pentru conservarea *ex situ* a resurselor genetice forestiere, conservarea plasmei germinative prin culturi de țesuturi constituind o metodă alternativă de prezervare a diversității genetice la speciile de arbori forestieri luați în studiu.

Cuvinte cheie: arbori ideotip, genetică forestieră, molid, munții Carpați, reziliența molidului, schimbări climatice, silvicultură, strategie de ameliorare.

16. ABSTRACT

Ana-Maria UNGUREANU¹

Assumptions to promote the narrow crowned Norway spruce in Romanian Carpathians

The research objective was to improve the productive and adaptation potential of Norway spruce, the second largest species in Romania's forests (depending on the proportions), with the purpose of obtaining stands with higher bioaccumulation potential, better wood quality and, especially, with a higher resistance to combined action of abiotic disturbing factors, wind and snow. In order to accomplish the general objective it was necessary to achieve the following specific objectives:

1. Reassessment of natural populations with narrow-crowned Norway spruce in composition and the inclusion of the selected ones in forest genetic resources category (FGR), to conserve them *in situ*.

2. Comparative analysis of narrow and normal crown form spruce growing and adaptation performances (even of hybrids between the two forms), wood resistance tests, as well as analyses of the environment conditions in which *narrow crown* transmission rate is high.

3. Comparative analysis of vegetation and flowering phenophases development, as well as of monthly radial increment, at the two forms of spruce, in a natural population.

4. Establishment of a working protocol for *in vitro* multiplication of narrow-crowned Norway spruce.

5. Setting up of a clonal seed orchard for *ex situ* conservation of valuable narrow-crowned spruce populations and to produce seeds from this ideotype.

¹ INCDS „Marin Drăcea”

Research material and methods

The research required both field work and laboratory analysis. The following investigations have been carried out:

a) Reevaluation of all 25 populations chosen by Pârnuță (2008), selection, field measurement and materialization of narrow-crowned spruce trees, and collection of the necessary data to include the populations who meet the legal requirements in the forest genetic resources (FGR) category.

b) Measurements carried out in the 5 full-sib comparative trials on the main phenotypic traits: tree's height, last year height increment, diameter at breast height, height from the ground to the first green branch, crown diameter, number of branches per whorl, growth and finesse of the branches.

c) Measurements carried out in the 2 half-sib comparative trials, targeting the same traits described above.

d) Performing wood resistance tests.

e) Monthly radial increment monitoring, in Predeal population.

f) Phonological observations in Predeal spruce natural population.

g) Analysing of the existed narrow-crowned spruce seed orchard (Soveja).

h) Vegetative multiplication (grafting) and establishment of a new *pendula* spruce seed orchard.

i) *In vitro* micropropagation of narrow-crowned Norway spruce.

Narrow-crowned spruce is composed by two forms/varieties, first being in biggest proportion in Romania (above 80%):

- *Picea abies* (L.) Karst. f. *pendula* (Lawson) Sylven, with thin and slender first-order branches;

- *Picea abies* var. *columnaris* (Jacq.) Carr. with short and horizontal branches.

To constitute FGR of narrow-crowned spruce, sampling stage consisted in verifying in the field of 25 population selected by Pârnuță, in 1991, and those which have not been subjected to catting treatment methods (followed by natural or artificial regeneration), for which it was has been received the agreement of the administrator or owner, and which have been fulfilled the condition of existence of at least 15 narrow-crowned spruce trees, have been selected. Next, we proceeded to their description, measurement and field materialization of narrow-crown spruce trees. Finally, a record sheet of the FGR was drawn up and minutes were signed with the administrators of the respective forests.

Comparative analysis of growing and adapting performances of normal and narrow-crown Norway spruce, and of diallel combinations (complete and factorial) between the two forms, it was carried out in 5 trials of biparental descendants (Comandău, Ilva Mică, Lepșa 1 & 2, and Voineasa), installed in

1996. These trials were constituted from seedlings obtained by seeds collected from three narrow-crowned spruce trees and three normal crown spruce tree, chosen in Stâna de Vale population (in 1990), in which it was realized controlled pollination between them, in a complete ($P \times P$ and $N \times N$) and factorial ($P \times N$ and $N \times P$) diallel system. In all 5 full-sib trials, the experimental design was a randomized blocks type, with 4 replications and 3-9 trees per unitary plot, and the planting scheme was 2.5 m x 2.5 m. In every trial were introduced 38-41 variants, including both open pollinated families and crossbreeding diallel between normal and *pendula* spruce trees, together with consanguineous (Budeanu et al. 2019b, 2020).

Comparative analysis of the two forms of spruce was realized also in the two comparative trials of maternal descentance, Măneciu and Soveja, installed in the spring of 1994, in which are tested 24 *pendula* families and the same number of *pyramidalis*, originated from 8 provenances (3 families/ provenance, from each form). The experimental device, in both tests, is the a randomized blocks type with 4 replications and 4-12 trees/ unitary plot, planted at 2 m x 2 m.

From 4 natural populations and 4 comparative trials increment cores were collected, and from a population and a trial logs were harvested for wood strength study, shoots for grafting, and also shoots and seeds for *in vitro* micropropagation.

Comparative analysis for mechanic resistance of normal and narrow-crowned spruce wood it was realized both for standing trees (in Coşna population), and also using wood specimen collected from a mature population (Stâna de Vale), as well as from their descendants (juvenile stage) tested in Comandău trial. Testing the strength of standing trees (torsional strength) was realized using the Resistograph. In the laboratory were determined some mechanic properties of wood: elasticity module, as well as the resistance at bending, compression and shear).

In the Predeal population, at the beginning of 2019, on the 10 from 14 *pendula* trees and also 10 *pyramidalis* neighbours, similar dimensional, distributed in diameter categories, in 60-86 cm interval, were installed permanent increasing belts, at 1.30 m height, which were read at an interval of 30 days in the vegetative rest, and also from 15 to 15 days in vegetation season.

Using the methodology previously used by Pârnuță (2008), but also the ICP Forests manual (Beuker et al. 2016), phenological observations on the growing and flowering in the 2021 and 2022 vegetation seasons, focused on ten *pendula* spruce trees and ten *pyramidalis* neighbours, similar dimensional, chosen in Predeal population, were performed. Regularly were carried out drone flights in order to optimize as much as possible the data collected using the binoculars.

To install a seed orchard, besides obtaining the grafted seedlings, another

activities are necessary: site choosing, field and soil preparing, experimental device carried out and seed orchard installing. Vegetative multiplication by grafting (cloning) involve the development of following activities (Budeanu et al. 2021b): rootstock seedlings preparation, plus-tree selection and scions collection, development of the grafting action, and grafted seedlings care.

Seedlings production by *in vitro* somatic micropropagation involve such specific activities: obtaining of the biologic material, identification of the optimum explant types and also the most efficient sterilization methods, determination of optimum hormonal balances to obtain high reactivity percentages to *in vitro* crop conditions, determination of adequate crop environment in multiplication and rooting and, in the end, establishing of an *in vitro* micropropagation protocol (multiplication, rooting, *in vitro* transfer).

The results of the research can be summarized as follows:

1. About narrow-crowned spruce adaptability in natural stands and their selection for *in situ* conservation:

a) Seven forest genetic resources have been selected, distributed in all divisions of Romanian Carpathians, in which narrow-crowned spruce trees (*pendula* form and *columnaris* variety) will be conserved *in situ*.

b) The crown diameter of selected narrow-crowned spruce trees represent only a half of the value achieved by the pyramidal crown form trees (normal form), in the same stands, which ensure the highest resistance, especially due to less amount of snow retained in canopy. In the same time, *pendula* trees present, in generally, higher values for trees' volume and lower for the number of branches in whorl and branches thickness, an economically favourable results.

2. About the testing of the two spruce forms (and the hybrids between them), in half-sib and full-sib trials:

a) The trials results were strongly influenced by the testing site, which requires an extreme caution in the movement of forest reproduction materials.

b) *Pendula* spruce trees obtained superior results than normal spruce for the most important traits involved in selection (trees' slenderness, survival rate, number of branches in whorl, branches thickness and crown diameter), at the same time for trees' slenderness was obtained also the highest inheritance rate transmission (expressed by heritability and genetic gain), being the more appropriate trait for the next stage of selection.

c) Consanguineous trees registered a reduced survival rate (42%) and a majority are dominated and they will disappear in following years.

3. About the wood resistance tests:

a) Laboratory tests on the elasticity module and the resistance to bending, compression and shear, at the two spruce forms, highlighted the narrow-crowned spruce superiority (statistic very significantly), for samples collected in 140 years population (Stâna de Vale), while among its descendants (Comandău trial, 23 years) differences were statistically insignificant, also in favour of narrow-crowned spruce.

b) Analyses performed on the standing tree indicated also the superiority (statistic significant) of narrow-crowned spruce trees, the mean amplitude indicated by Resistograph being 5,2% higher than the normal spruce crown form.

c) Wood density highlighted also the superiority of *pendula* form and, more importantly, its superior adaptability (testing site influence was insignificant). A remarkable result was registered by *pendula* spruce from Stâna de Vale, in Măneciu test.

d) About latewood, results from the two half-sib experiments were contradictory, the only constant is related to the superiority of Stâna de Vale *pendula* spruce provenance.

4. About monthly radial increment monitoring and phonological observations, performed in Predeal population:

a) At *pendula* spruce trees from Predeal population, radial increments started with about 1 week delay and were bigger in the second half of the vegetation season, while the normal spruce registered bigger radial growths in the first half of the bioactive season.

b) Radial increments were negatively and very significant influenced by the air temperature (especially in June and August) and positively, also very significant, by precipitations (June, July March, current year, and September-October, previous year), without existing a distinction between the two forms.

c) Phenological analyses carried out in two consecutive years (2021 and 2022) on 10 narrow-crowned spruce trees and 10 neighbours that relate to the normal crown shape, respectively, showed significant differences from one year to another, regarding the period from the complete opening of the buds until the end of the growths, the start of vegetation season being registered at approximately the same date, in both years and for both spruce forms.

d) Especially in 2021, from the moment of simultaneously reaching of stage 2 (buds starts to open), the growth phenophases were developed much faster at normal spruce, the slight tardiness of *pendula* spruce provide additional protection in front of late frosts.

e) Maximum receptivity period of female strobilus is overlap at the two spruce forms existing possibility of inter-fecundity between them.

5. About the establishment of a narrow-crowned Norway spruce seed orchard:

a) Promotion of narrow-crowned Norway spruce (*Picea abies pendula* form) in Romanian forests, and also the necessity of cloning and *ex situ* conservation of the last trees belongs to this ideotype, founded the objective of establishing a *pendula* spruce seed orchard.

b) In B1 (Predeal), E2 and E3 (Apuseni mountains) provenance regions, also in Soveja seed orchard, 29 *pendula* spruce trees/ ramets were selected, from which grafts were collected, at the moment when rootstock seedlings began to start the vegetation season.

c) Vegetative multiplication by grafting, using the method in side-veneer-grafting, had a medium success percentage of 37% respectively, at the end have been obtained 661 grafted seedlings which are related at a total of 25 clones. In the seed orchards were introduced 506 grafted seedlings, while the rest is kept in reserve. The adopted plantation scheme was 4 m x 4 m.

6. Establishing of a work protocol for *in vitro* micropropagation of the narrow-crowned Norway spruce trees.

a) For the initiation of *in vitro* cultures for narrow-crowned Norway spruce, the most suitable type of plant material was *in vitro* germinated seeds (on culture medium), followed by buds and nodal segments. The most effective

sterilization method used 0.2% mercury chloride for 35 minutes and 70% ethanol for 1 minute, which significantly influenced the survival of the explants. The most suitable culture medium was the MS type, supplemented with BAP, in a concentration of 1 mg/l, and for a good survival of the explants it is necessary to add kinetin, 1 mg/l, while for obtaining high reactivity percentages, the addition of 2- IP 0.5 mg/l is required. High rooting percentages were obtained on MS medium supplemented with BAP (1 mg/l), to which 0.1 mg/l IBA was added.

b) The research created the premises for the use of *in vitro* cultures for the *ex situ* conservation of forest genetic resources, the conservation of germinal plasma through tissue cultures being an alternative method of preserving genetic diversity in the forest tree species.

Keywords: Carpathian mountains, climatic changes, forest genetics, forestry, ideotype trees, Norway spruce, spruce resilience, trees breeding strategy.

BIBLIOGRAFIE

- Alexandrov A., Stancova T., 1997. Norway spruce provenance trials in Bulgaria. IUFRO Norway spruce symposium, Stara Lesna, Slovakia, 8 p.
- Anderegg W.R., Klein T., Bartlett M., Sack L., Pellegrini A.F., Choat B., Jansen S., 2016. Meta-analysis reveals that hydraulic traits explain cross-species patterns of drought-induced tree mortality across the globe. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States* 113: 5024-5029. doi:10.1073/pnas.1525678113.
- Apostol E.N., Curtu A.L., Daia M.L., Apostol B., Dinu C.G., Șofletea N., 2017. Leaf morphological variability and intraspecific taxonomic units for pedunculate oak and grayish oak (genus *Quercus* L., series *Pedunculatae* Schwz.) in Southern Carpathian Region (Romania). *Science of the Total Environment* 609: 497-505.
- Apostol E.N., Budeanu M., 2019. Adaptability of narrow-crowned Norway spruce ideotype (*Picea abies* (L.) Karst. *pendula* form) in 25 years half-sib comparative trials in the Eastern Carpathians. *Forests* 10(5), 16 p.
- Aronen T., Virta S., Varis S., 2021. Telomere length in Norway spruce during somatic embryogenesis and cryopreservation. *Plants* 10(2), 416, 15 p.
- Badea O., 2008. Manual privind metodologia de supraveghere pe termen lung a stării ecosistemelor forestiere aflate sub acțiunea poluării atmosferice și modificărilor climatice. Editura “Silvică”, București, 98 p.
- Badea O., Neagu S., Bytnerowicz A., Silaghi D., Barbu I., Iacoban C., Popescu F., Andrei M., Preda E., Iacob C., Dumitru I., Iuncu H., Vezeanu C., Huber V., 2011. Long-term monitoring of air pollution effects on selected forest ecosystems in the Bucegi- Piatra Craiului and Retezat Mountains, southern Carpathians (Romania). *iForest* 4: 49-60.
- Barbu I., 2004. Gospodărirea culturilor de rășinoase instalate în afara arealului natural. *Analele Universității “Ștefan cel Mare” Suceava, seria Silvicultură*, pp. 37-66.
- Barszcz A., Sandalak A., Sandalak J., 2010. Knottiness of spruce stems from the Dolomites as the basis for distinguishing quality zones in round wood. *Folia Forestalia Polonica, series A*, 52: 89-97.
- Bălănică T., 1946. Instrucțiuni pentru executarea observațiilor fenologice forestiere. I.C.F. Seria III, M.O. Imprimeria Centrală, București, 12 p.
- Bednářová E., Merková L., 2011. Evaluation of vegetative phenological stages in a spruce monoculture depending on parameters of the environment. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis* 59(6): 31-36.

- Beldeanu E., 2001. Produse forestiere și studiul lemnului. Editura Universității “Transilvania” Brașov, 362 p.
- Beldie A.L., 1967. Flora și vegetația Munților Bucegi. Ed. Academiei RSR București.
- Beuker E., Raspe S., Bastrup-Birk A., Preuhsler T., Fleck S., 2016. Part VI: Phenological Observations., In: UNECE ICP Forests Programme Coordinating Centre (ed.): Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. Thünen Institute of Forest Ecosystems, Eberswalde, Germany, 12 p. + Annex. Available at: <http://www.icpforests.org/manual.htm>
- Bhuyan U., Zang C., Menzel A., 2017. Different responses of multispecies tree ring growth to various drought indices across Europe. *Dendrochronologia* 44: 1-8.
- Blada I., Panea T., 2011. Improvement of grafting procedures for the ornamental species: I. *Picea pungens* Engelm. var. *glauca* Regel. *Annals of Forest Research* 54(2): 185-196.
- Boisvenue C., Running S.W., 2016. Impacts of climate change on natural forest productivity - evidence since the middle of the 20th century. *Global Change Biology* 12: 862-882, doi.org/10.1111/j.1365-2486.2006.01134.x.
- Bosela M., Kulla L., Roessiger J., Seben V., Dobor L., Buntgen U., Lukac M., 2019. Long-term effects of environmental change and species diversity on tree radial growth in a mixed European forest. *Forest Ecology and Management* 446: 293-303. Doi:10.1016/j.foreco.2019.05.033.
- Bottero A., Forrester D.I., Cailleret M., Kohnle U., Gessler A., Michel D., Bose A.K., Bauhus J., Bugmann H., Cuntz M., Gillerot L., Hanewinkel M., Lévesque M., Ryder J., Sainte-Marie J., Schwarz J., Yousefpour R., ZamoraPereira J.C., Rigling A., 2021. Growth resistance and resilience of mixed silver fir and Norway spruce forests in central Europe: Contrasting responses to mild and severe droughts. *Global Change Biology* 27: 4403-4419. Doi: 10.1111/gcb.15737.
- Brázdil R., Trnka M., Dobrovolný P., Chromá K., Hlavinka P., Žalud Z., 2009. Variability of droughts in the Czech Republic, 1881-2006. *Theoretical and Applied Climatology* 97: 297-315. Doi:10.1007/S00704-008-0065-x.
- Budeanu M., Șofletea N., Pârnuță G., 2012a. Testing Romanian seed sources of Norway spruce (*Picea abies*): results on growth traits and survival at age 30. *Annals of Forest Research* 55(1): 43-52.
- Budeanu M., Șofletea N., Pârnuță G., 2012b. Qualitative traits of Norway spruce [*Picea abies* (L.) Karst] depending on first-order branches: evaluation in comparative trials. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca* 40(2): 295-301.

- Budeanu M., 2013. Rezervații de semințe de molid din categoria Testat. *Revista de Silvicultură și Cinegetică* 33: 55-59.
- Budeanu M., Șofletea N., 2013. Stem and crown characteristics of Norway Spruce [*Picea abies* (L.) Karst] populations from Romanian Carpathians. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca* 41(2): 593-600.
- Budeanu M., Șofletea N., Petrișan I.C., 2014. Among-population variation in quality traits in two Romanian provenance trials with *Picea abies* L. *Baltic Forestry* 20(1): 37-47.
- Budeanu M., Popescu F., Pepelea D., 2015. Analiza caracterelor fenotipice ale arborilor și semințișului de fag din RGF Șercaia, în contextul schimbărilor climatice. *Revista de Silvicultură și Cinegetică* 36: 25-28.
- Budeanu M., Achim G., Apostol E.N., Șofletea N., Dinu C., 2016. Multiplicarea vegetativă a stejarului brumăriu în scopul instalării unei livezi semincere. *Revista de Silvicultură și Cinegetică* 39: 22-28.
- Budeanu M., Apostol E.N., Popescu F., Postolache D., 2018. Analiza stabilității a trei culturi comparative de molid. *Revista de Silvicultură și Cinegetică* 42: 15-22.
- Budeanu M., Popescu F., Șofletea N., 2019a. *In situ* conservation of forest genetic resources in Romania. In: Šijačić-Nikolić M., Milovanović J., Nonić M. (Editors): *Forests of southeast Europe under a changing climate. Conservation of genetic resources*. Springer International Publishing, Switzerland. Chapter 16, pp.: 195-205. ISBN: 978-3-319-95267-3.
- Budeanu M., Apostol E.N., Popescu F., Postolache D., Ioniță L., 2019b. Testing of the narrow crowned Norway spruce ideotype (*Picea abies* f. *pendula*) and the hybrids with normal crown form (*pyramidalis*) in multisite comparative trials. *Science of the Total Environment* 689: 980-990.
- Budeanu M., Vlad R., Apostol E.N., Pleșca I.M., Radu R., 2019c. Testarea rezistenței lemnului pe picior la două forme/ varietăți de molid (*pendula* vs. *pyramidalis*). *RSC* 44: 5-9.
- Budeanu M., Apostol E.N., Ciocîrlan M., 2020. Adaptabilitatea molidului cu coroană îngustă (*Picea abies* f. *pendula*) și a combinațiilor dialele cu molidul comun (var. *pyramidalis*), în cultura comparativă Comandău. *Revista de Silvicultură și Cinegetică* 46: 56-60.
- Budeanu M., Apostol E.N., Besliu E., Crișan V.E., Petrișan A.M., 2021a. Phenotypic variability and differences in the drought response of Norway spruce *pendula* and *pyramidalis* half-sib families. *Forests* 12(7), 947, 14 p.
- Budeanu M., Ciocîrlan E., Besliu E., Șofletea N., 2021b. Multiplicarea vegetativă a molidului cu coroană îngustă în scopul înființării unui plantaj (livadă seminceră). *Revista de Silvicultură și Cinegetică* 48: 18-24.

- Budeanu M., Apostol E.N., Radu G.R., Ioniță L., 2021c. Genetic variability and juvenile–adult correlations of Norway spruce (*Picea abies*) provenances, tested in multisite comparative trials. *Annals of Forest Research* 64(2):105-122.
- Budeanu M., Apostol E.N., Dincă L., Pleșca I.M., 2021d. In situ conservation of narrow crowned Norway spruce ideotype (*Picea abies pendula* form and *columnaris* variety) in Romania. *International Journal of Conservation Science* 12(3): 1139-1152.
- Bueno N., Cuesta C., Centeno M.L., Ordás R.J., Alvarez J.M., 2021. In vitro plant regeneration in conifers: the role of WOX and KNOX gene families. *Genes* 12(3), 438, 21 p.
- Bunn A., Korpela M., Biondi F., Campelo F., Mérian P., Qeadan F., Zang C., Pucha-Cofrep D., Wernicke J., 2018. dplR: Den-drochronology Program Library in R. R package version 1.6.9. Vienna, Austria. Available online: <https://www.r-project.org/>
- Caré O., Gailing O., Müller M., Krutovsky K.V., Leinemann L., 2020. Crown morphology in Norway spruce (*Picea abies* [L.] Karst.) as adaptation to mountainous environments is associated with single nucleotide polymorphisms (SNPs) in genes regulating seasonal growth rhythm. *Tree Genetics & Genomes* 16(1): 1-13.
- Câmpu V.R., 2018. Calitatea lemnului, nivelul prejudiciilor, productivitatea muncii și măsurarea sortimentelor de lemn în exploatarea pădurilor. Teză de abilitare. Universitatea “Transilvania” din Brașov, 145 p.
- Čermák P., Kolář T., Žid T., Trnka M., Rybníček M., 2019. Norway spruce responses to drought forcing in areas affected by forest decline. *Forest systems* 28(3), e016-e016.
- Chalupa V., 1993. Vegetative propagation oak (*Quercus robur* and *Q. petraea*) by cutting and tissue - culture. *Annals of Forest Science* 50(supplement): 295-307.
- Chen J., Tsuda Y., Stocks M., Källman T., Xu N., Kärkkäinen K., Huotari T., Semerikov V., Vendramin G.G., Lascoux M., 2014. Clinal variation at phenology-related genes in spruce: parallel evolution in *FTL2* and *Gigantea*? *Genetics* 197(3): 1025-1038.
- Chmielewski C.M., Rötzer T., 2001. Response of tree phenology to climate change across Europe. *Agricultural and Forest Meteorology* 108: 101-112.
- Chmura D., 2006. Phenology differs among Norway spruce populations in relation to local variation in altitude of maternal stands in the Beskidy Mountains. *New Forests* 32: 21-31.

- Ciais P., Reichstein M., Viovy N., et al., 2005. Europe-wide reduction in primary productivity caused by the heat and drought in 2003. *Nature* 437: 529–533.
- Ciocîrlan E., Șofletea N., Mihai G., Teodosiu M., Curtu A.L., 2021. Comparative analysis of genetic diversity in Norway spruce (*Picea abies*) clonal seed orchards and seed stands. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca* 49(4), 12575.
- Curtu I., Ghelmeziu N., 1984. *Mecanica lemnului și materialelor pe bază de lemn*. Editura Tehnică București, 399 p.
- Cybis Elektronik & Data AB., 2020. *Cybis Dendrochronology and History*. Cybis electronic and data, Saltsjöbaden, Sweden. Available online: www.cybis.se.
- Dascaluiuc A., Cuza P., Călugăru-Spătaru T., Florență G., 2013. Germination capacity and induction of somatic embryogenesis of explants from pubescent oak (*Quercus pubescens* Willd.) acorns. *Mediul ambient* 4(70): 7-10.
- Dănescu A., Kohnle U., Bauhus J., Sohn J.A., Albrecht A.T., 2018. Stability of tree increment in relation to episodic drought in uneven-structured, mixed stands in southwestern Germany. *Forest Ecology and Management* 415: 148-159. Doi: 10.1016/j.foreco.2018.02.030
- Dănescu F., Costăchescu C., Mihăilă E., 2010. *Sistematica stațiunilor forestiere*. Editura Silvică, București, 253 p.
- Dedicova B., Nilsson O., Egertsdotter U., 2011. Effect of cryopreservation on growth of different elite embryogenic cell lines of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.). *Acta Horticulture* 908: 203-206.
- Dietrich L., Delzon S., Hoch G., Kahmen A., 2019. Data from: No role for xylem embolism or carbohydrate shortage in temperate trees during the severe 2015 drought. Dryad, dataset, <https://doi.org/10.5061/dryad.25b8k25>.
- Dumitriu-Tătăranu I., 1960. *Arbori și arbuști forestieri și ornamentali cultivați în R.P.R.* Editura Agro-Silvică, București.
- Dumitriu-Tătăranu I., Ghelmeziu N., Florescu I., Milea I., Moș V., Tocan M., 1983. Estimarea calității lemnului prin metoda carotelor de sondaj. Editura Tehnică, București, 348 p.
- Ellenberg H., Leuschner C., 2010. *Vegetation of central Europe with the Alps. From an ecological, dynamic and historical point of view*, 6th ed.; Ulmer Verlag, Stuttgart, Germany, 1334 p.
- Enescu V., 1972. Plantaje pentru producerea semințelor genetic ameliorate de specii valoroase și repede crescătoare. ICAS Seria II, 143 p.
- Enescu V., 1975. *Ameliorarea principalelor specii forestiere*. Editura Ceres, București.
- Enescu V., 1982a. *Producerea semințelor forestiere genetic ameliorate*. Ed. Ceres, București, 323 p.

- Enescu V., 1982b. Silvicultura clonală. Posibilități și limite de aplicare. Revista Pădurilor nr. 6: 300-304.
- Enescu V., 1987. Crearea ideotipurilor de arbori cu constelații optime de caractere și însușiri valoroase. Revista Pădurilor 102(1): 14-18.
- Enescu V., Enescu V., 1988. Cercetări privind butășirea industrială a molidului (*Picea abies* (L.) Karst.). Premise pentru ameliorarea bazată pe selecția clonală. Revista Pădurilor nr. 2: 65-68.
- Enescu V., 1992. Variabilitatea genetică inter și intrapopulațională pe bază de culturi comparative de descendențe de molid. Referat Științific Final, Manuscris I.C.A.S., București, pp. 128.
- Enescu V., Ioniță L., Palada-Nicolau M., 1994. Înmulțirea vegetativă a arborilor forestieri. Editura Ceres, 336 p.
- Enescu V., 1996. Variabilitatea genetică inter și intrapopulațională pe bază de culturi comparative multistaționale de descendențe materne de molid. Referat Științific Final, Manuscris I.C.A.S., 67 p.
- Enescu V., Deaconu V., 1996. Variabilitatea genetică a unor descendențe materne de molid în cultura comparativă Săcele – Brașov”. Revista Pădurilor, Nr. 3: 8-15.
- Enescu V., Cherecheș D., Badiu C., 1997. Conservarea biodiversității și a resurselor genetice forestiere. Editura Agris, București, 450 p.
- Enescu V., Ioniță L., 1999. Evaluarea unor resurse genetice de molid în cultura comparativă Rusca-Montană. Revista Pădurilor, Nr. 4: 7-13.
- Enescu V., Ioniță L., 2000. Variația genetică a unor populații de molid testate în cultura comparativă Cheile Vâlsanului-Argeș. Revista Pădurilor, Nr. 3: 4-10.
- Enescu V., Ioniță L., 2002. Variația genetică inter și intrapopulațională a unor resurse genetice de molid (*Picea abies* (L) Karst.)”, Analele I.C.A.S. 45: 67-77.
- EUFGIS, 2010. Establishment of European Information System of Forest Genetic Resources (Project 2007-2010). Biodiversity International, Rome, Italy. Available at: www.portal.eufgis.org.
- EUFORGEN, 2009. European Forest Genetic Resources Programme, Phase III (2005-2009). Biodiversity International, Rome, Italy. Available at: www.euforgen.org.
- Feurdean A., Tanțău I., Fărcaș S., 2011. Holocene variability in the range distribution and abundance of *Pinus*, *Picea abies*, and *Quercus* in Romania; implications for their current status. Quaternary Science Reviews 30: 3060-3075.
- Filipovici J., 1965. Studiul Lemnului, vol. II. Editura didactică și pedagogică București, 620 p.

- Florescu I., Chițea G., Spârchez G., Dieter S., Petrițan I., Filipescu C., 2002. Particularități privind modul de structurare și funcționare a unor ecosisteme forestiere montane cvasivirgine din zona Brașov. *Annals of Forest Research* 45: 21-30.
- Franceschini T., Bontemps J.D., Gelhaye P., Rittie D., Herve J.C., Gegout J.C., Leban J.M., 2010. Decreasing trend and fluctuations in the mean ring density of Norway spruce through the twentieth century. *Annals of Forest Science* 67, 816, 10 p. doi:10.1051/forest/2010055.
- Franceschini T., Bontemps J.D., Leban J.M., 2012 Transient historical decrease in earlywood and latewood density and unstable sensitivity to summer temperature for Norway spruce in northeastern France. *Canadian Journal of Forest Research* 42: 219-226. doi:10.1139/X11-182.
- Galović V., Šijačić-Nikolić M., Šafhauzer R., Čortan D., Orlović S., 2015. Genetic differentiation of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) trees with different crown types from the mountain Golija. *Genetika* 47(3): 849-861.
- Gao S., Wang X., Wiemann M.C. et al., 2017. A critical analysis of methods for rapid and nondestructive determination of wood density in standing trees. *Annals of Forest Science* 74: 27, 13 p.
- Geburek T., Robitschek K., Milasowszky N., 2008. A tree of many faces: Why are there different crown types in Norway spruce (*Picea abies* [L.] Karst.)?. *Flora- Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants* 203(2): 126-133.
- Giertych M., 1984. Report on IUFRO 1938 and 1939 provenance experiments on Norway spruce. Polish Academy of Sciences, Institute of Dendrology, Kornic, 180 p.
- Giertych M., 1993. Breeding Norway spruce in Poland: from provenance tests to seed orchards. Norway spruce provenances and breeding. *Proceedings of IUFRO (S2.2-11) Symposium, Latvia*, pp. 193-199.
- Giurgiu V., Decei I., Drăghiciu D., 2004. Metode și tabele dendrometrice. Editura Ceres, București, 575 p.
- Griffing B., 1956. Concept of general and specific crossing systems. *Australian Journal of Biological Sciences* 9(4): 463 - 493.
- Grossiord C., 2020. Having the right neighbors: How tree species diversity modulates drought impacts on forests. *New Phytologist* 228: 42-49. Doi: 10.1111/nph.15667
- Guo X., Klisz M., Puchalka R., et al., 2021. Common-garden experiment reveals clinal trends of bud phenology in black spruce populations from a latitudinal gradient in the boreal forest. *Journal of Ecology* 109: 11 p.

- Gurău L., Timar M.C., Porojan M., Ioras F., 2013. Image processing method as a supporting tool for wood species identification. *Wood and fiber Science* 45(3): 1-11.
- Gyllenstrand N., Clapham D., Källman T., Lagercrantz U., Richardt S., Lang D., Reski R., Frank W., Rensing S.A., 2007. A Norway spruce FLOWERING LOCUS T homolog is implicated in control of growth rhythm in conifers. *Plant Physiology* 2007 144(1): 248-257, doi:10.1104/pp.107.095802.
- Hájek V., Vacek S., Vacek Z., Cukor J., Šimůnek V., Šimková M., Prokúpková A., Králíček I., Bulušek D., 2021. Effect of Climate Change on the Growth of Endangered Scree Forests in Central Europe. *Forests* 12, 1127. doi: 10.3390/f12081127
- Hájková L., Kožnarová V., Sulovská S., Richterová D., 2012. The temporal and spatial variability of phenological phases of the Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karsten) in the Czech Republic. *Folia Oecologica* 39(1): 10-20.
- Hannrup B., Calahan C., Chantre G., Grabner M., Karlsson B., Le Bayon I., Lloyd Jones G., Müller U., Pereire H., Rodrigues J.C., Rosner S., Rozenberg P., Wilhelmsson L., Wimmer R., 2004. Genetic parameters of growth and wood quality traits in *Picea abies*. *Scandinavian Journal of Forest Research* 19: 17-29.
- Hayatgheibi H., Haapanen M., Lundströmer J., Berlin M., Kärkkäinen K., Helmersson A., 2021. Impact of drought stress on height growth of young Norway spruce full-sib and half-sib clonal trials in Sweden and Finland. *Forests* 12, 498, 17 p. doi:10.3390/f12040498.
- Hazubska-Przybył T., Chmielarz P., Michalak M., Dering M., Bojarczuk K., 2013. Survival and genetic stability of *Picea abies* embryogenic cultures after cryopreservation using a pregrowth-dehydration method. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* 113: 303-313.
- Hein S., Weiskittel A.R., Kohnle U., 2008. Branch characteristics of widely spaced Douglas-fir in south-western Germany: Comparations of modelling approaches and geographic regions. *Forest Ecology and Management* 256(5): 1064-1079.
- Héois B., Van de Sype H., 1991. Variabilité génétique de quinze provenances roumaines d'épicéa commun (*Picea abies* (L) Karst.). [Genetic variability of 15 Romanian provenances of Norway spruce (*Picea abies* (L) Karst.). First results]. *Annals of Forest Science* 48: 179-192.
- Ichim R., 1993. Stabilitatea pădurilor de molid din Bucovina. *Bucovina Forestieră* 1-2: 33-40.
- I.N.S., 2020. Statistica activităților din Silvicultură în anul 2020. Institutul Național de Statistică, seria Silvicultură. <https://insse.ro/cms/sites/default/>

[files/field/publicatii/statistica_activitatilor_din_silvicultura_in_anul_2020.pdf](#)

- Ioniță L., 2009. Conservarea ex situ a resurselor genetice utilizând metode biotehnologice. *Revista Pădurilor* nr. 5: 31-40.
- Ioniță L., Mirancea I., Apostol E.N., Budeanu M., 2017. Conservarea resurselor genetice de stejar brumăriu prin metode biotehnologice. *Revista de Silvicultură și Cinegetică* 40: 16-20.
- Ioniță L., Mirancea I., Apostol E.N., Budeanu M., Besliu E., 2021. Preservation of *Quercus robur* and *Quercus petraea* genetic resources through *in vitro* culture. *Bulletin of the Transilvania University of Brașov, Series II (Forestry, Wood Industry, Agricultural Food Engineering)*, Vol. 14(63), No. 2, pp. 15-28.
- Isbell F., Craven D., Connolly J., Loreau M., Schmid B., Beierkuhnlein C., Bezemer T.M., Bonin C., Bruelheide H., de Luca E., Ebeling A., Griffin J.N., Guo Q., Hautier Y., Hector A., Jentsch A., Kreyling J., Lanta V., Manning P., (...), Eisenhauer N., 2015. Biodiversity increases the resistance of ecosystem productivity to climate extremes. *Nature* 526(7574): 574–577.
- Isik K., Isik, F., 1999. Genetic variation in *Pinus brutia* Ten. in Turkey. *Silvae Genetica* 48(6):293-302.
- Isik F., Li B., 2003. Rapid assessment of wood density of live trees using the Resistograph for selection in tree improvement programs. *Canadian Journal of Forest Research* 33: 2426-2435.
- Isopescu D., Stănilă O., Astanei I., Corduban C., 2012. Analiza experimentală a proprietăților mecanice ale lemnului la încovoiere, întindere și compresiune. *Revista Română de Materiale* 42(2): 204-219.
- Johnstone D., Ades P., Moore G., Smith I., 2007. Predicting wood decay in Eucalypts using an expert system and the IML-Resistograph drill. *Arboriculture & Urban Forestry* 33(2): 76-82.
- Jupa R., Plavcová L., Gloser V., Jansen S., 2016. Linking xylem water storage with anatomical parameters in five temperate tree species. *Tree Physiology* 36: 756-769. doi:10.1093/treephys/tpw020.
- Kahl T., Wirth C., Mund M., Böhnisch G., Schulze E-D., 2009. Using drill resistance to quantify the density in coarse woody debris of Norway spruce. *European Journal of Forest Research* 128: 467-473.
- Kantola A., Mäkinen H., Makela A., 2007. Stem form and branchiness of Norway spruce as a sawn timber - Predicted by a process based model. *Forest Ecology and Management* 241(1-3): 209-222.
- Karki L., 1985. Genetically narrow-crowned trees combine high timber quality and high stem wood production at low cost. In: *Crop Physiology of forest trees*. Ed. Tigerstedt, Helsinki, pp 245-256.

- Karlsson B., Hogberg K.-A., 1998. Genotypic parameters and clone x site interaction in clone tests of Norway spruce. *Forest Genetics* 5: 21-30.
- Kasal B., Anthony R., 2004. Advances in situ evaluation of timber structures, pp. 94-103. In: *Progress in Structural Engineering and Materials*. John Willey & Sons Ltd., London, vol. 6, nr. 2.
- Kolář T., Čermák P., Trnka M., Žid T., Rybníček M., 2017. Temporal changes in the climate sensitivity of Norway spruce and European beech along an elevation gradient in Central Europe. *Agricultural and Forest Meteorology* 239: 24-33, Doi :10.1016/j.agrformet.2017.02.028.
- Kolström M., Lindner M., Vilén T., Maroschek M., Seidl R., Lexer M.J., Netherer S., Kremer A., Delzon S., Barbati A., et al., 2011. Reviewing the science and implementation of climate change adaptation measures in European forestry. *Forests* 2: 961-982, doi: 10.3390/f2040961.
- Konopka J., 1979. Stability of Spruce forest ecosystems. International Symposium IUFRO Brno, Cehia.
- Korecký J., Čepl J., Stejskal J., Faltinová Z., Dvořák J., Lstibůrek M., El-Kassaby Y.A., 2021. Genetic diversity of Norway spruce ecotypes assessed by GBS-derived SNPs. *Scientific reports* 11(1): 1-12.
- Koskela J., Lefèvre F., Schueler S., Kraigher H., Olrik D.C., Hubert J., et al., 2013. Translating conservation genetics into management: Pan-European minimum requirements for dynamic conservation units of forest tree genetic diversity, *Biological Conservation* 157: 39-49, <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2012.07.023>.
- Kowalczyk J., Nowakowska J., Sulkowska M., 2007. Norway spruce in the conservation of forest ecosystems in Europe. IUFRO W.P.S. 2.02.11: Norway spruce provenances and breeding, Varşovia, 21 p.
- Kramer K., Leinonen I., Loustau D., 2000. The importance of phenology for the evaluation of impact of climate change on growth of boreal, temperate and Mediterranean forests ecosystems: an overview. *International Journal of Biometeorology* 44: 67-75.
- Kraus C., Zang C., Menzel A., 2016. Elevational response in leaf and xylem phenology reveals different prolongation of growing period of common beech and Norway spruce under warming conditions in the Bavarian Alps. *European Journal of Forest Research* 135: 1011-1023.
- Kribel H.B., Namkoong G., Usanis R.A.M., 1972. Analysis of genetic variation in 1-, 2- and 3- year old eastern white pine in incomplete diallel cross experiments. *Silvae Genetica* 21(1-2): 4-48.
- Kunze I., Grafe R., Schiemann J., 1993. Continuous in vitro multiplication of shoot buds of Norway spruce (*Picea abies* L.) by intermittent application of

- growth regulators. *Biologia Plantarum* 35(1): 11-15.
- Lear G.C., 2005. Improving the assessment of in situ timber members with the use of nondestructive and semi-destructive testing techniques. North Carolina State University, Raleigh, Master thesis, 137 p.
- Leban J.M., Kerfriden B., Jacquin P., Lacarin M., Taupin A., Mola C., Duprez C., Chabot S., Dauffy V., Morneau F., Wurpillot S., Hervé J.C., 2020. Wood basic density for 125 tree forest species from the French forests. Dataset. Disponibil la: <https://doi.org/10.15454/XFOPL1>.
- Lefèvre F., Koskela J., Hubert J., Kraigher H., Longauer R., Olrik D.C., et al., 2013. Dynamic Conservation of Forest Genetic Resources in 33 European Countries, *Conservation Biology* 27(2): 373-384, doi.org/10.1111/j.1523-1739.2012.01961.x.
- Lehner A., Campbell M.A., Wheeler N.C., Pöykkö T., Glössl J., Kreike J., Neale D.B., 1995. Identification of a RAPD marker linked to the pendula gene in Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst. f. *pendula*). *Theoretical and Applied Genetics* 91: 1092-1094.
- Lekes V., Dandul I., 2000. Using airflow modelling and spatial analysis for defining wind damage risk classification. *Forest Ecology and Management* 135: 331-344.
- Lepistö M., 1985. The inheritance of *pendula* spruce (*P. abies* f. *pendula*) and utilization of the narrow - crowned type in spruce breeding in: The Foundation for Forest Tree Breeding Information 1, 1-8. (in Finnish with English abstract)
- Lesser M.R., Parker, W.H., 2004. Genetic variation in *Picea glauca* for growth and phenological traits from provenance tests in Ontario. *Silvae Genetica* 53(4): 141-147.
- Levkoev E., Kilpeläinen A., Luostarinen K., Pulkkinen P., Mehtätalo L., Ikonen V.P., (...), Peltola H., 2017. Differences in growth and wood density in clones and provenance hybrid clones of Norway spruce. *Canadian Journal of Forest Research* 47(3): 389-399.
- Liesebach H., Liepe K., Bäucker C., 2021. Towards new seed orchard designs in Germany – A review. *Silvae Genetica* 70: 84-98.
- Lines R., 1967. Standardization of methods for provenance research and testing (Report of W.G. Meeting at Pont-a-Monsson, 1965). XIV IUFRO Congress, München, Germany.
- Lines R., 1979. Results of the IUFRO 1964-1968 experiments with *Picea abies* in Scotland, after 11 years. IUFRO Norway spruce Meeting, București, pp. 41-51.
- Luomajoki A., 1993. Climatic adaptation of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karsten) in Finland based on male flowering phenology. *Acta Forestalia Fennica* 242: 1-28.

- Mäkinen H., Isomäki A., 2004. Thinning intensity and growth of Norway spruce stands in Finland. *Forestry* 77: 349-364.
- Mäkinen H., Hein S., 2006. Effect of wide spacing on increment and branch properties of young Norway spruce. *European Journal of Forest Research* 125(3): 239-248.
- Marcu M., Budeanu M., Apostol E.N., Radu G.R., 2020. Valuation of the economic benefits from using genetically improved forest reproductive materials in afforestation. *Forests* 11(4), 382, 13 p.
- Matras J., 2009. Growth and development of Polish provenances of *Picea abies* in the IUFRO 1972 experiment. *Dendrobiology* 61(Supplement): 145-158.
- Mazăre G., 2008. Researches conducted in order to obtain *Picea pungens* var. *Argentea* by grafting. *Bulletin of the University of Agricultural Sciences & Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Horticulture* 65(1): 402-406.
- Menzel A., 2002. Phenology, its importance to the global change community. *Climatic Change* 54: 379-385.
- Mihai G., 2002. Cercetări de proveniențe de molid (*Picea abies* (L.) Karst.) în culturi comparative multistaționale. Teză de Doctorat. Universitatea Transilvania Brașov, 287 p.
- Mihai G., 2005. Interacțiunea genotip x mediu în culturi comparative de molid și implicațiile sale privind producția de masă lemnoasă. *Revista Pădurilor*, Nr. 2: 3-7.
- Mihai G., 2009. Surse de semințe testate pentru principalele specii de arbori forestieri din România. Editura Silvică, București, 281 p.
- Mikola J., 1993. Breeding of Norway spruce in Finland: problems and remedies. In: *Proceedings of IUFRO (S2.2-11) Norway spruce provenances and breeding Symposium, Latvia*, pp. 231-239.
- Moberg L., 2006. Predicting knot properties of *Picea abies* and *Pinus sylvestris* from generic tree descriptors. *Scandinavian Journal of Forest Research* 21(S7):49-62.
- Mørtvedt Solvin T., Steffenrem A., 2019. Modelling the epigenetic response of increased temperature during reproduction on Norway spruce phenology. *Scandinavian Journal of Forest Research* 34(2): 83-93.
- Nanson A., 2004. Génétique et amélioration des arbres forestières. *Les presses agronomiques de Gembloux, Belgia*, 712 p.
- Naapola M.L., 1997. The growth and adaptation of the IUFRO 1964/1968 Norway spruce provenance material in Finland. *IUFRO Norway spruce Symposium, Slovakia*, 17 p.
- Nduwumuremyi A., Tongoona P., Habimana S., 2013. Mating designs: Helpful tool for quantitative plant breeding analysis. *Journal of Plant Breeding and Genetics* 1(3): 117-129.

- Nikkanen T., 2001. Reproductive phenology in a Norway spruce seed orchard. *Silva Fennica* 35(1): 39-53.
- Nițescu C., Vlad R., 1997. Cercetări asupra impactului produs de vânt și zăpadă asupra pădurilor de rășinoase din zone expuse. Referat Științific, Tema A14/1997. Manuscris ICAS București.
- Nițu C., Benea V., Duran V., Florescu I., Gruescu A., Marcu A., Răescu V., 1974. Aspecte privind variabilitatea genetică a unor proveniențe de molid. *Studii și cercetări*, vol. 31: 49-58.
- Obladen N., Dechering P., Skiadaresis G., Tegel W., Keßler J., Höllerl S., Kaps S., Hertel M., Dulamsuren C., Seifert T., Hirsch M., Seim A., 2021. Tree mortality of European beech and Norway spruce induced by 2018-2019 hot droughts in central Germany. *Agricultural and Forest Meteorology* 307, 108482, Doi: 10.1016/j.agrformet.2021.108482.
- Oliver T.H., Heard M.S., Isaac N.J.B., Roy D.B., Procter D., Eigenbrod F., Freckleton R., Hector A., Orme C.D.L., Petchey O.L., Proença V., Raffaelli D., Suttle K.B., Mace G.M., Martín-López B., Woodcock B.A., Bullock J.M., 2015. Biodiversity and resilience of ecosystem functions. *Trends in Ecology & Evolution* 30(11): 673-684. Doi: 10.1016/j.tree.2015.08.009.
- Palada-Nicolau M., Pârnuță G., 2006. Clonal propagation and ex-situ conservation of the ideotypes *Picea abies pendula* through biotechnological methods. *Proceeding of the IUFRO division Joint Conference Low Input Breeding and conservation of forest genetic resources*, pp. 170-180.
- Pârnuță G., 1991. Selecția ideotipurilor de molid cu coroană îngustă și rezistente la rupturi de zăpadă, *Revista Pădurilor* nr. 3: 123-126.
- Pârnuță G., 1993. Cercetări privind variabilitatea unor caractere la descendențe liber - polenizate de molid cu coroana îngustă și molid comun, în testul de pepinieră. *Metalurgia*, Octombrie, pp. 71-76.
- Pârnuță G., 2001. Variabilitatea genetică a unor caractere ale descendențelor biparentale de molid pendula și comun, testate în culturi multistaționale. *Analele ICAS* 44: 23-28.
- Pârnuță G., 2008. Variabilitatea genetică și ameliorarea arborilor de molid cu coroană îngustă în România. Editura Silvică, București, 181 p.
- Pârnuță G., 2010. *Genetica și ameliorarea arborilor*. Editura Silvică, București, 192 p.
- Pârnuță G., Lorentz A., Tudoroiu M., Petrilă M., 2010. Regiunile de proveniență pentru materialele de bază din care se obțin materialele forestiere de reproducere din România. Edit. Silvică, București, 122 p.
- Pârnuță G., Stuparu E., Budeanu M., Scărlătescu V., Marica F.M., Lalu I., Tudoroiu M., Lorentz A., Filat M., Teodosiu M., Nica M.S., Cheșnoiu E.N.,

- Pârnuță P., Mirancea I., Marcu C., Pepelea D., Dinu C., Marin S., Daia M., Dima G., Șofletea N., Curtu A.L., 2011. Catalogul național al resurselor genetice forestiere. Editura Silvică, București, 522 p.
- Pârnuță G., Budeanu M., Stuparu E., Scărlătescu V., Cheșnoiu E.N., Tudoroiu M., Filat M., Nica M.S., Teodosiu M., Lorentz A., Daia M., Dinu C., 2012. Catalogul național al materialelor de bază pentru producerea materialelor forestiere de reproducere. Edit. Silvică, București, 304 p.
- Popa I., 2005. Wind throw-risk factor in mountainous forest ecosystems. *Annals of Forest Research* 48: 3-28.
- Popescu F., Postolache D., Pitar D., 2015. Aspecte privind conservarea și managementul resurselor genetice forestiere din România. *Revista de silvicultură și cinegetică* 37: 13-17.
- Postolache D., Budeanu M., Popescu F., 2020. Analiza structurii genetice la molidul comun și molidul cu coroană îngustă, în populații naturale din Carpații României. *Revista de Silvicultură și Cinegetică* 47: 73-79.
- Pöykkö T., 1987. Breeding of crop tree varieties of spruce. In: The 1987 annual report of the foundation of forest tree breeding in Finland, pp. 33-34.
- Pöykkö T., 1993. A short-term breeding programme applying the ideotype concept. In: Proceedings- Nordic group for tree breeding. Edinburg, Scotland, pp. 110-117.
- Pretzsch H., Block J., Dieler J., Dong P.H., Kohnle U., Nagel J., Spellmann H., Zingg A., 2010. Comparison between the productivity of pure and mixed stands of Norway spruce and European beech along an ecological gradient, *Annals of Forest Science* 67, 712, 12 p., doi.org/10.1051/forest/2010037.
- Pulkinen P., Pöykkö T., 1990. Inherited narrow crown form, harvest index and stem biomass production in Norway spruce, *Picea abies*. *Tree Physiology* 6: 381-391.
- Pulkinen P., 1991. The pendular form of Norway spruce as an option for crop tree breeding. In: report of the foundation for forest tree breeding, Helsinki, 2, p. 1-30.
- Radu R.G., Curtu L.A., Spârchez G., Șofletea N., 2014. Genetic diversity of Norway spruce [*Picea abies* (L.) Karst.] in Romanian Carpathians. *Annals of Forest Research* 57(1): 19-29.
- Repola J., Hökkä H., Penttilä T., 2006. Thinning intensity and growth of mixed spruce-birch stands on drained peatlands in Finland. *Silva Fennica* 40(1): 83-99.
- Rinn F., Schweingruber F-H., Schär E., 1996. Resistograph and X-ray density charts of wood comparative evaluation of drill resistance profiles and X-ray density charts of different wood species. *Holzforschung*, 50(4): 303-311.

- Salehnia N., Alizadeh A., Sanaeinejad H., Bannayan M., Zarrin A., Hoogenboom G., 2017. Estimation of meteorological drought indices based on AgMERRA precipitation data and station-observed precipitation data. *Journal of Arid Land* 9: 797-809.
- Satmari A., 2010. Lucrări practice de biogeografie. Disponibil la: http://www.academia.edu/9909429/05_indici_ecometrici
- Schleip C., Menzel A., Dose V., 2008. Norway spruce (*Picea abies*): Bayesian analysis of the relationship between temperature and bud burst. *Agricultural and Forest Meteorology* 148:631-643.
- Schmidt-Vogt H., 1972. Studien zur morphologischen variabilität der Fichte (*Picea abies* L. Karst.). In: *Allg. Forst. u Jagdztg*: pp. 7, 133-144, 177-186, 221-240.
- Schmidt-Vogt H., 1977. Die Fichte (Band I, Band II). Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin.
- Schuld B., Buras A., Arend M., Vitasse Y., Beierkuhnlein C., Damm A., Gharun M., Grams T.E.E., Hauck M., Hajek P., Hartmann H., Hiltbrunner E., Hoch G., Holloway-Phillips M., Körner C., Larysch E., Lübke T., Nelson D.B., Rammig A., (...) Kahmen A., 2020. A first assessment of the impact of the extreme 2018 summer drought on Central European forests. *Basic and Applied Ecology* 45: 86-103. Doi: 10.1016/j.baae.2020.04.003.
- Schwarz J., Skiadaresis G., Kohler M., Kunz J., Schnabel F., Vitali V., Bauhus J., 2020. Quantifying growth responses of trees to drought- A critique of commonly used resilience indices and recommendations for future studies. *Current Forestry Reports* 6: 185-200. Doi: 10.1007/s40725-020-00119-2.
- Semeniuc A.I., Popa I., 2018. Comparative analysis of tree ring parameters variation in four coniferous species: (*Picea abies*, *Abies alba*, *Pinus sylvestris* and *Larix decidua*). *International Journal of Conservation Science* 9(3): 591-598.
- Senf C., Buras A., Zang C.S., Rammig A., Seidl R., 2020. Excess forest mortality is consistently linked to drought across Europe. *Nature Communications* 11(1), 6200. Doi: 10.1038/s41467-020-19924-1.
- Sidor C.G., Popa I., Vlad R., Cherubini P., 2015. Different tree-ring responses of Norway spruce to air temperature across an altitudinal gradient in the Eastern Carpathians (Romania). *Trees* 29: 985-997, doi:10.1007/s00468-015-1178-3.
- Skvareninová J., Snopková Z., 2010. The temporal variability of phenological stages of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) in Slovakia. *Folia Oecologica* 37(2): 212-221.
- Skrøppa T., 2005. *Ex situ* conservation methods. In: *Conservation and management of forest genetic resources in Europe* (Geburek și Turok ed.).

- Arbora Publishers, pp. 567-583.
- Skrøppa T., Steffenrem A., 2019. Genetic variation in phenology and growth among and within Norway spruce populations from two altitudinal transects in Mid-Norway. *Silva Fennica* 53, 19 p.
- Slodičák M., Novák J., Dušek D., 2013. Management of Norway spruce stands in the Western Carpathians. In: J. Kozak et al. (eds.). *The Carpathians: Integrating Nature and Society Towards Sustainability*, Environmental Science and Engineering, Springer-Verlag Berlin, pp. 301-308.
- Song Y., Sass-Klaassen U., Sterck F., Goudzwaard L., Akhmetzyanov L., Poorter L., 2021. Growth of 19 conifer species is highly sensitive to winter warming, spring frost and summer drought. *Annals of Botany* 128(5): 545-557. Doi: 10.1093/aob/mcab090
- Spârchez Z., 1960. O stațiune naturală de *Picea excelsa* var. *Columnaris* (carr.) în Munții Apuseni, la Stâna de Vale. *Revista Pădurilor* 6: 367.
- Stănescu V., Șofletea N., Popescu O., 1997. *Flora forestieră lemnoasă a României*. Editura Ceres, București, 451 p.
- Steffenrem A., Solheim H., Skrøppa T., 2016. Genetic parameters for wood quality traits and resistance to the pathogens *Heterobasidion parviporum* and *Endoconidiophora polonica* in a Norway spruce breeding population. *European Journal of Forest Research* 135(5): 815-825. Doi:10.1007/s10342-016-0975-6
- Șandru M., 2011. *Metode statistice de optimizare a managementului educațional*. Ed. Matrix Rom, București, 65 p.
- Șofletea N., 2005. *Genetică și ameliorarea arborilor*. Editura "Pentru Viață", Brașov, 455p.
- Șofletea N., Curtu A.L., 2007. *Dendrologie*. Editura Universității "Transilvania", Brașov, 540 p.
- Șofletea N., Budeanu M., Pârnuță G., 2012. Provenance variation in radial increment and wood characteristics revealed by 30 years old Norway spruce comparative trials. *Silvae Genetica* 61(4-5): 170-178.
- Șofletea N., Budeanu M., 2015. Response of Norway spruce (*Picea abies*) seed stand progenies tested under different site conditions. *Șumarski List* 1-2: 47-57.
- Șofletea N., Curtu A.L., Daia M.L., Budeanu M., 2015. The dynamics and variability of radial growth in provenance trials of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) within and beyond the hot margins of its natural range. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca* 43: 265-271.
- Ștefan E., 1962. Contribuții la cunoașterea florei lemnoase spontane și cultivate în regiunea Crișana. *Revista Pădurilor* 11: 665-672.

- Teodosiu M., Guiman G., Bujilă M., Frațilă E., Coandă C., Hăruță O., Dorog S., 2005. Observații fenologice la specii forestiere în sezonul de vegetație 2004. *Annals of Forest Research* 48: 73-83.
- Tahvanainen T., Forss E., 2008. Individual tree models for the crown biomass distribution of Scots pine, Norway spruce and birch in Finland. *Forest Ecology and Management* 255: 455-467.
- Tikkinen M., Varis S., Peltola H., Aronen T., 2018. Norway spruce emblings as cutting donors for tree breeding and production. *Scandinavian Journal of Forest Research* 33(3): 207-214.
- Tomescu A., 1957. Fazele periodice de vegetație la speciile forestiere. Sintează pentru perioada 1946-1955. I.C.A.S. Seria II, Editura Agro-Silvică, București, 123 p.
- Tomescu A., 1962. Fazele periodice de vegetație la speciile forestiere în anul 1958. Editura Agro-Silvică, București, 46 p.
- Tomescu A., 1967. Cercetări fenologice la principalele specii forestiere autohtone din R.S.R. Sintează pentru perioada 1956-1965. C.D.T.E.F. București, 99 p.
- Tsoumis G., 1991. *Science and Technology of Wood: Structure, Properties, Utilization*. Structure, Properties, Utilization. 263 Chapman & Hall, New York, .
- Ujvari E., Ujvari F., 2006. Adaptation of progenies of a Norway spruce provenance test (IUFRO 1964/68) to local environment. *Acta Silvatica Ligninaria Hungarica* 2: 47-56.
- Ukrainetz N.K., O'Neill G.A., 2010. An analysis of sensitivities contributing measurement error to Resistograph values. *Canadian Journal of Forest Research* 40: 806-811.
- Varis S., Tikkinen M., Välimäki S., Aronen T., 2021. Light spectra during somatic embryogenesis of Norway spruce - impact on growth, embryo productivity, and embling survival. *Forests* 12(3), 301, 15 p.
- Vitali V., Forrester D.I., Bauhus J., 2018. Know your neighbours: Drought response of Norway spruce, silver fir and douglas fir in mixed forests depends on species identity and diversity of tree neighbourhoods. *Ecosystems* 21(6): 1215-1229. Doi: 10.1007/s10021-017-0214-0.
- Vitasse Y., Bottero A., Cailleret M., Bigler C., Fonti P., et al., 2019. Contrasting resistance and resilience to extreme drought and late spring frost in five major European tree species. *Global Change Biology* 25(11): 3781-3792. ff10.1111/gcb.14803ff. fhal-02523161.
- Vlad R., Zhiyanski M., Dincă L., Sidor C.G., Constandache C., Pei G., Ispravnic A., Blaga T., 2018. Assessment of the density of wood with stem decay of Norway spruce trees using drill resistance. *Proceedings of the Bulgarian*

- Academy of Sciences 71: 1502-1510.
- Wagenführ R., 2008. Holzatlas (Atlasul lemnului). Fachbuchverlag Leipzig, Carl Hanser Verlag Munchen-Wien.
- Weemstra M., Eilmann B., Sass-Klaassen U.G., Sterck F.J., 2013. Summer droughts limit tree growth across 10 temperate species on a productive forest site. *Forest ecology and management*, 306: 142-149.
- White T.W., Adams W.T., Neale D.B., 2007. *Forest genetics*. CAB International, CABI Publishing, Cambridge.
- Zarei M., Salehi H., Jowkar A., 2017. Effects of temperature and season on in vitro establishment and shoot multiplication of *Picea abies* (L.) H. Karst. *International Journal of Horticultural Science and Technology* 4(1): 51-56.
- Zăpîrțan M., Enescu V., 1993. Cercetări privind micropropagarea *in vitro* a molidului. *Revista Pădurilor* 108(3): 2-8.
- Zeltiņš P., Katrevičs J., Gailis A., Maaten T., Bāders E., Jansons Ā., 2018. Effect of stem diameter, genetics, and wood properties on stem cracking in Norway spruce. *Forests* 9(9): 546. Doi:10.3390/f9090546
- Zeltiņš P., Katrevičs J., Gailis A., Maaten T., Desaine I., Jansons A., 2019. Adaptation capacity of Norway spruce provenances in western Latvia. *Forests* 10, 840, 15 p.
- Zobel B., Talbert J., 1984. *Applied forest tree improvement*. John Wiley & Sons Editure, 505 p.
- Zubizarreta Gerendiain A., Peltola H., Pulkkinen P., Ikonen V.-P., Jaatinen R., 2008. Differences in growth and wood properties between narrow and normal crowned types of Norway spruce grown at narrow spacing in Southern Finland. *Silva Fennica* 42(3): 423-437.
- Zubizarreta Gerendiain A., Peltola H., Pulkkinen P., Kellomäki S., 2009a. Effects of genetic entry and competition by neighbouring trees on growth and wood properties of cloned Norway spruce (*Picea abies*). *Annals of Forest Science* 66, 806, 9p.
- Zubizarreta Gerendiain A., Peltola H., Pulkkinen P., 2009b. Growth and wood property traits in narrow crowned Norway spruce (*Picea abies f. pendula*) clones grown in southern Finland. *Silva Fennica* 43(3): 369-382.
- *** Amenajamentul UP I Lunca Ilvei, O.S.P. Valea Ilvei, 2018.
- *** Amenajamentul UP II Soveja, O.S. Soveja, 2012.
- *** Amenajamentul UP II Stâna de Vale, O.S.P. Sfânta Maria, 2018.
- *** Amenajamentul UP IV Suzana, O.S. Măneciu, 2008.
- *** Amenajamentul UP VI Ghiurca, O.S. Comandău, 2009.
- *** www.indecies.eu
- *** SR EN 13183-3:2003 - Lemn. Conținutul de umiditate al unei piese de lemn.

Partea 3. Determinarea prin metoda capacitivă.

- *** SR ISO 3133:2008 - Lemn. Determinarea rezistenței la încovoiere statică.
- *** SR ISO 3787:2008 - Lemn. Determinarea rezistenței la compresiune paralel cu fibrele.
- *** SR ISO 3347:2008 - Lemn. Determinarea efortului de rupere la forfecare paralelă.
- *** STAS 337/2-89 (SR ISO 3349:2008). Lemn - Determinarea modulului de elasticitate la încovoiere statică.

Seria a II-a LUCRĂRI DE CERCETARE

Premisele pentru elaborarea și publicarea unei astfel de tematici din seria lucrărilor de cercetare decurg din bogata experiență acumulată în România, în cadrul ICAS București, începând cu experimentările efectuate sub coordonarea dr.doc. Valeriu Enescu și apoi amplificate semnificativ de dr.ing. Gheorghe Pânuță. Nu în ultimul rând, studiile și experimentările efectuate în ultimii ani în cadrul INCDS „Marin Drăcea” și prezentate în lucrarea de față, au adus suficiente argumente de ordin științific pentru identificarea și conservarea resurselor genetice de molid cu coroană îngustă [*Picea abies* (L.) Karst. f. *pendula* (Lawson) Sylven] și respectiv pentru promovarea acestuia în culturile forestiere, decurgând din potențialul adaptiv al acestui ideotip generator de o mai mare rezistență la vânt și zăpezi abundente.

Autorii au prezentat gradual rezultatele cercetărilor, începând cu caracterizarea fenotipică a ideotipului cu coroană îngustă și a fenologiei acestuia, inclusiv prin selecția de populații valoroase care să fie constituite ca resurse genetice supuse regimului de conservare, continuând apoi cu caracterizarea sa genetică pe baza cercetărilor efectuate în culturi comparative instalate de predecesori. Astfel, urmărind și aplicând protocoale specifice geneticii cantitative, au fost determinați indicatori statistici, între care și eritabilitatea caracterelor. Aceasta s-a dovedit mai mare, dar totuși numai de nivel mediu, doar pentru diametrul coroanei și grosimea ramurilor, dar de nivel redus pentru alte caractere ale molidului cu coroană îngustă, ceea ce se traduce prin existența unui pronunțat determinism mediogen în formarea și transmiterea pe cale sexuată a caracterelor acestui ideotip. Este motivul pentru care, desigur, autorii studiului au inițiat și prezentat rezultate privind multiplicarea vegetativă prin clonare (altoire) a molidului cu coroană îngustă, ori prin micropropagare vegetativă *in vitro* în culturi de țesuturi și celule.

Reliefăm, de asemenea, cercetările care înglobează abordări prin metode clasice sau experimente cu caracter de noutate din analizele comparative între molidul comun [*Picea abies* (L.) Karst.] și cel cu coroană îngustă [*Picea abies* (L.) Karst. f. *pendula* (Lawson) Sylven] pentru structura macroscopică și o serie de caracteristici fizice și mecanice ale lemnului (capitolul 8) și respectiv pentru creșterile radiale în populația Predeal (capitolul 9). Pe baza datelor experimentale din aceste capitole au rezultat, de asemenea, argumente pentru conservarea resurselor genetice de molid cu coroană îngustă, dar și pentru promovarea acestuia în lucrările de împăduriri și reîmpăduriri. Este motivul pentru care autorii au inițiat și demarat înființarea unui plantaj (livadă de semințe) cu clone exclusiv de molid cu coroană îngustă.

Prof. Univ. dr. ing. Neculae ȘOFLETEA