



Revistă tehnico-științifică editată de Societatea „Progresul Silvic”

COLEGIUL DE REDACTIE

Redactor responsabil:

Dr. Ing. Marius Teodosiu

Membri:

Prof. Dr. Ing. Ioan V. Abrudan

Ing. Codruț Bîlea

Prof. Dr. Ing. Stelian A. Borz

Prof. Dr. Ing. Alexandru L. Curtu

Conf. Dr. Ing. Mihai Daia

Conf. Dr. Ing. Gabriel Duduman

Conf. Dr. Ing. Sergiu Horodnic

Ing. Marius - Dan Sîulescu

ISSN: 1583-7890

ISSN (Varianta online): 2067-1962

Indexare în baze de date:

CABI

DOAJ

Google Academic

SCIPIO

CUPRINS

Bogdan Popa

Proiectul noului Cod silvic – între continuitate și modernizare
.....3

Wilhelm Hollerbach, Florian Borlea

Provocările culturilor energetice de arbori cu cicluri scurte de producție.....9

Cristiana Ciuvăț, Maria Teodosiu, Elena Alina Todirică, Anca Botezatu, Ciprian Tudor, Ecaterina Nicoleta Apostol

Testarea valorii genetice a unor surse de semințe de fag (Fagus sylvatica L.) din România.....23

Stelian Alexandru Borz, Jörn Erler

Materiale audio-vizuale științifice ale tehnodiversității: povestea din spatele rațiunilor și dezvoltării lor.....42

Mihai Enescu

20 de ani de silvicultură la U.S.A.M.V. București.....52

Erată.....55



Journal edited by the “Progresul Silvic” Society

EDITORIAL BOARD

Editor in Chief:

Dr. Marius Teodosiu

Editorial Members:

Prof. Dr. Ioan V. Abrudan

Eng. Codruț Bîlea

Prof. Dr. Stelian A. Borz

Prof. Dr. Alexandru L. Curtu

Assist. Prof. Dr. Mihai Daia

Assist. Prof. Dr. Gabriel Duduman

Assist. Prof. Dr. Sergiu Horodnic

Eng. Marius - Dan Sîtulescu

ISSN: 1583-7890

ISSN (Varianta online): 2067-1962

Indexare în baze de date:

CABI

DOAJ

Google Academic

SCIPIO

CONTENTS

Bogdan Popa

The project of the new Forestry Code – between continuity and modernization.....3

Wilhelm Hollerbach, Florian Borlea

The challenges of tree energy crops with short production cycles.....9

Cristiana Ciuvăț, Maria Teodosiu, Elena Alina Todirică, Anca Botezatu, Ciprian Tudor, Ecaterina Nicoleta Apostol

Testing the genetical value of some European beech (Fagus sylvatica L.) seed sources from Romania.....23

Stelian Alexandru Borz, Jörn Erler

Technodiversity's scientific audio-visuals: the story behind their rationale and development.....42

Mihai Enescu

20 years of forestry at U.S.A.M.V. București.....52

Errata.....55



Editorial

PROIECTUL NOULUI COD SILVIC – ÎNTRE CONTINUITATE ȘI MODERNIZARE

Bogdan Popa^a

^aUniversitatea Transilvania din Brașov, email: popab03@gmail.com

Dincolo de discuțiile privind oportunitatea și modul în care s-a realizat prioritizarea anumitor prevederi, trebuie remarcat faptul că Programul Național de Redresare și Reziliență a determinat o serie de evoluții importante la nivelul cadrului de reglementare al sectorului silvic. Elaborarea proiectului noului Cod silvic (NCS) este una din aceste evoluții, într-un cadru integrat care include elaborarea unei noi strategii forestiere naționale, elaborarea NCS și adaptarea actelor normative subsecvente (Anexa 1, Capitolul C2, punctul 24 Reforma 1 – Reforma sistemului de management și a celui privind governanța în domeniul forestier). Consultările ce au precedat elaborarea Strategiei Naționale a Pădurilor (SNP 30) au evidențiat un fapt evident pentru majoritatea actorilor din sector și anume că, în pofida schimbărilor socio-economice majore ce au avut loc în ultimii 30 ani, cadrul de reglementare al sectorului forestier este relativ rigid, prescriptiv și nediferențiat în raport cu forma de proprietate, bazat mai cu seamă pe instrumente de comandă și control. La această situație se adaugă efectul produs de modificările dese ale actelor normative, determinate mai degrabă de necesitatea de a adresa nevoi ad-hoc și mai puțin de o abordare strategică. Asta face ca actualul cadru legislativ silvic să fie dificil de pus în aplicare atât de practicieni, cât și de cei chemați să soluționeze situațiile litigioase ivite.

Opțiunea generalizată pentru o legislație simplificată, dar nu neapărat simplistă, a făcut ca prevederile SNP30 să includă o reformă consistentă a cadrului de reglementare specific sectorului forestier referitoare, printre altele, la: investiții în infrastructura forestieră (Obiectiv.1.4), valorificarea superioară a lemnului (Obiectiv 1.5.), raportarea masei lemnoase la nivelul platformei primare (Obiectiv 2.1.), recunoașterea comunităților locale dependente de păduri (Obiectiv 3.3.), integrarea echitabilă a conservării biodiversității în managementul forestier (Obiectiv 5.1.), sisteme de plată pentru servicii ecosistemice (Obiectiv 8.2.), Registrul Forestier Național (Obiectiv 9.2.), nivel minim de obligații privind gestionarea pădurilor și introducerea obligațiilor de rezultat (Obiectiv 11.2.), implicarea și responsabilizarea proprietarilor de păduri (Obiectiv 12.1.), etc.

Demersurile realizate pe linia planificării strategice în silvicultura din România fac parte dintr-un proces unic prin anvergura sa, atât din perspectiva perioadei de derulare cât și a

Popa: Proiectul noului Cod silvic ...

participării, rezultatelor și transparenței, transpus într-o punte de legătură între comunitatea științifică și factorii de decizie politică. El a fost declanșat în 2018 de un proiect ce a urmărit stabilirea unei viziuni de dezvoltare a politicii forestiere naționale, implementat sub umbrela Universității Ștefan cel Mare din Suceava (<http://www.silvic.usv.ro/dpfr/index.php>). A urmat consultarea factorilor interesați din sectorul silvic cu privire la opțiunile strategice de elaborare a politicii forestiere – probabil cel mai amplu efort de acest tip desfășurat România. Consultarea s-a desfășurat în 2020 și 2021 (<https://optiuni.strategieforestiera.ro>) sub egida autorității centrale responsabile de silvicultură (AC) și a fost implementat de către Universitatea Transilvania din Brașov (UNITBV) împreună cu Universitatea Ștefan cel Mare din Suceava (USV). Specialiști din aceleași două instituții academice au elaborat SNP30, pe baza rezultatelor consultării (<https://www.strategieforestiera.ro>). Aceasta a fost aprobată de către guvernul României în toamna anului 2022.

Acesta este contextul în care, în cadrul unui contract de prestări servicii, un consorțiu format din UNITBV (lider de asociere), USV și Institutul National de Cercetare Dezvoltare în Silvicultură “Marin Drăcea” (INCDS) a elaborat pentru AC proiectul NCS. În conformitate cu caietul de sarcini, procesul, desfășurat pe parcursul a 3 luni la începutul anului 2023, a inclus, printre altele, consultări preliminare, analiza legislației similare la nivel internațional, elaborarea normelor de reglementare în cadrul a 5 grupuri de lucru, consultări privind conținutul schiței elaborare în grupurile de lucru și un proces intens de integrare a rezultatelor consultării, implementat împreună cu reprezentanții AC, care au avut astfel ocazia de a include și propriile opțiuni în proiectul NCS. Și acest proiect s-a desfășurat în condiții de deplină transparență: toate detaliile privind modul de derulare a contractului, începând de la echipa implicată (experți cu experiență din structurile celor trei parteneri dar și experți din afara mediului academic cu experiență în practica silvică), continuând cu metodologia aplicată și terminând cu rezultatele activităților proiectului (studiu privind legislația silvică din alte țări, toate răspunsurile transmise de către participanții la consultările publice, comunicarea specifică proiectului, etc.) se regăsesc pe pagina web www.proiect.codsilvic.ro. O mențiune specială: pe aceeași pagină se poate consulta și varianta recepționată de AC a proiectului NCS (<https://proiect.codsilvic.ro/noul-cod-silvic/>).

Proiectul NCS păstrează o serie de elemente din cadrul normativ actual, chiar dacă, în dezbaterile ce au avut loc, s-au înregistrat și unele propuneri de modificare. Astfel, a fost preluat, în proiectul NCS, sistemul actual de gestiune a fondului forestier național (FFN) prin intermediul structurilor specializate autorizate și controlate de stat – ocoalele silvice. Prin proiectul NCS, România menține un sistem etatist și exclusivist de gestiune a FFN considerat de marea majoritate a factorilor interesați și experților participanți la consultări și dezbateri, ca fiind potrivit pentru condițiile României, în ciuda de prescribității induse de cadrul de reglementare. De asemenea, schița NCS menține aproape neschimbate prevederile privitoare la integritatea FFN. Din grupurile de lucru a reieșit cu claritate dorința AC ca ocupările, schimburile și scoaterile de terenuri din FFN să fie dificile, costisitoare și foarte atent controlate de către reprezentanții statului. Desigur, pentru proiectele speciale de dezvoltare a infrastructurii de interes public, proiectul NCS include o serie de excepții bine proporționate care fac ca prevederile privind integritatea FFN să nu devină o piedică în dezvoltarea economiei naționale. Un alt aspect menținut în proiectul NCS este sistemul de compensații reprezentând contravaloarea produselor pe care proprietarul nu le recoltează din cauza funcțiilor de protecție stabilite prin amenajamentele silvice. Până la materializarea în legislația subsecventă a prevederilor privind stimularea/compensarea proprietarilor privați de

Popa: Proiectul noului Cod silvic ...

păduri, acest mecanism de plăți pentru servicii ecosistemice este propus a continua (art. 125. Tipuri de alocări de la bugetul statului). Efortul statului de a asigura integral de la buget contravaloarea pazei și serviciilor minimale pentru terenurile din FFN de maxim 30 ha este de asemenea un aspect menținut în proiectul NCS, fiind un sprijin important pentru micii proprietari de păduri (art. 125. Tipuri de alocări de la bugetul statului, art. 30. Principiul teritorialității). Sunt păstrate, cu puține modificări, și prevederile privind fondul de conservare și regenerare a pădurilor, a cărui utilitate a fost recunoscută unanim (art. 124. Fondul de conservare și regenerare a pădurilor). Proiectul NCS consfințește, de asemenea, menținerea unor elemente care dau specificitate sistemului silvic din România, fiind prevederi foarte rar (sau deloc) întâlnite la nivelul altor state din UE. O astfel de prevedere ar fi utilizarea dispozitivelor speciale pentru marcarea arborilor, deși schița NCS creează prin alin (4) al art. 104. Marcarea arborilor temeiul pentru adoptarea altor sisteme de însemnare a arborilor destinați exploatarei. O altă prevedere este menținerea investiției cu exercițiul autorității de stat pentru personalul silvic care păstrează astfel atribuțiile privind constatarea de fapte cu privire la săvârșirea de contravenții sau infracțiuni silvice (art. 131. Controlul de stat de specialitate și atribuțiile de control ce revin personalului silvic împuternicit).

Există și numeroase elemente de noutate în propunerea de act normativ, majoritatea plecând de la prevederile SNP30, elemente îndelung discutate și care, în varianta adoptării proiectului NCS, pot crea temei legal pentru principalele aspecte reformatoare. Sunt menționate, în cele ce urmează, cele mai importante elemente de noutate din proiectul NCS.

Sub aspectul formei, proiectul NCS este structurat pe titluri care ușurează navigarea în lege și consfințesc domenii de reglementare specifice sectorului silvic: Titlul I – Dispoziții generale; Titlul II – Guvernanța sectorului silvic; Titlul III – Reglementări privind regimul silvic; Titlul IV. Dezvoltarea FFN și a vegetației forestiere din afara FFN; Titlul V - Scheme de sprijin, Titlul VI - Controlul aplicării și respectării regimului silvic, etc. Tot în scopul ușurării navigării prin actul normativ, articolele au titluri. De asemenea, propunerea NCS cuprinde o anexă mult mai bogată în definiții, ce își propune identificarea mai clară, în cadrul normativ, a unei game mai largi de noțiuni (Anexa 1. Glosar)

Pentru o lungă perioadă de timp, sectorului silvic i-a lipsit o strategie coerentă de dezvoltare și, în SNP30, se specifică clar necesitatea existenței în permanență a unei orientări strategice a sectorului pornită de la AC. Proiectul NCS stabilește un temei clar în această privință (art. 14. Strategia națională pentru păduri). El pleacă de la premisa că planificarea strategică ar trebui să se bazeze pe informații care să ușureze procesul decizional de la nivelul AC punând bazele monitorizării unitare, centralizate și eficiente a sectorului silvic prin crearea temeiului legal necesar stabilirii procedurilor de colectare, validare, corelare, armonizare a informațiilor și desemnării structurii care implementează procedurile respective (art. 18. Instrumente de monitorizare a sectorului silvic. Raportarea rezultatelor monitorizării). Sistemul de monitorizare ar urma să se sprijine pe Inventarul Forestier Național, Sistemul informațional integrat de urmărire a materialelor lemnoase și Registrul Forestier Național (art. 19. - 21.). De asemenea, se reliefează, un rol mult mai important pentru Consiliul Național al Silviculturii (reglementat în prezent printr-un act normativ de nivel inferior, nepus în practică de facto) privitor la avizarea documentelor cu caracter programatic ce se referă la silvicultură și la modul de exercitare a profesiei în condiții de etică și respectare a standardelor profesionale de către personalul silvic (art. 15. Consiliul Național pentru Silvicultură).

Popa: Proiectul noului Cod silvic ...

În ceea ce privește proprietatea privată asupra terenurilor forestiere, propunerea de act normativ vine cu o serie de noutăți anunțate, de asemenea, prin SNP30: stabilește un nivel minim de obligații ale proprietarului cu privire la gospodărirea pădurii și introduce temeiul legal pentru ca proprietarul să fie responsabilizat și stimulat să implementeze în mod voluntar recomandările AC (art. 23. Obligații ale proprietarilor cu privire la respectarea regimului silvic, art. 24. Servicii ecosistemice minimale; art. 68. Informarea și conștientizarea proprietarilor terenurilor din FFN). Un element de noutate îl constituie și menționarea clară a drepturilor proprietarilor (art. 25. Drepturi ale proprietarilor), precum și demersul de identificare, evaluare și valorificare a serviciilor furnizate de ecosistemele forestiere (art. 121. Sisteme de finanțare pentru servicii ecosistemice). De interes major pentru proprietarii și administratorii FFN proprietate privată este și faptul că proiectul NCS propune temeiul legal pentru reformarea cadrului de reglementare tehnic prin implementarea nivelului minim de obligații pentru gospodărirea pădurii și prin orientarea către indicatori de rezultat (art. 66. Norme și ghiduri tehnice; art. 67. Indicatorii de stare a pădurilor). Demn de semnalat, în aceeași arie a proprietății private asupra terenurilor, și contribuția NCS la facilitarea aplicării inițiativelor de extindere a plantațiilor forestiere pe terenuri agricole (art. 3. Terenuri cu folosință agrosilvică).

Se abordează și problema integrării conservării biodiversității în managementul forestier prin normele tehnice și ghidurile de bune practici și armonizarea cu legislația specifică protecției mediului (Secțiunea 5. Conservarea biodiversității din cadrul Capitolului V. Gestionarea durabilă a terenurilor din FFN, Titlul III. Reglementări privind regimul silvic). Propunerile privind Catalogul național al pădurilor virgine și cvasivirgine extins sub forma unui Catalog național al ecosistemelor forestiere strict protejate ca și prevederile privind faptul că amenajamentul silvic reprezintă un instrument de planificare pentru atingerea obiectivelor ariilor naturale protejate, pentru pădurile situate în aceste arii, sunt doar câteva din elementele de noutate care deservește obiectivului integrării conservării biodiversității în managementul forestier.

Este pentru prima dată când cadrul legal din silvicultură adresează problema comunităților dependente de păduri. Acestea sunt abordate din două perspective: aceea a dependenței de utilizarea resurselor în zone cu acces restricționat la resursa forestieră (art. 90. Comunități dependente critic de pădure din arii naturale protejate) și aceea a asigurării accesului durabil la resursa forestieră a comunităților a căror continuitate și bunăstare socio-economică depinde de pădure (art. 100. Sprijinirea comunităților dependente de păduri). Se creează și cadrul legal fundamental pentru îndeplinirea cu succes a rolului silviculturii în dezvoltarea continuă a spațiului rural, prin introducerea necesității asigurării accesului echitabil la resurse al agenților economici din domeniu, care contribuie în mod real la dezvoltarea socio-economică a comunităților rurale (art. 110. Reguli de valorificare a lemnului)

Un aspect de foarte mare interes pentru societate și care a suscitat discuții intense și interes deosebit în consultările publice l-a reprezentat modul de reglementare a accesului publicului în FFN. Prin proiectul NCS este propus accesul neîngrădit pedestru al persoanelor, în cazul în care proprietarii sau structurile de administrare nu exprimă în mod expres restricții (art. 58. Accesul în scop recreativ pe terenurile din FFN).

Proiectul NCS vine și cu definirea clară a valorificării superioare a lemnului în sensul utilizării lemnului pe perioade îndelungate și introduce conceptul de utilizare a lemnului în cascadă conform strategiilor europene de atenuare a efectelor schimbărilor climatice (art. 112.

Popa: Proiectul noului Cod silvic ...

Valorificarea superioară a lemnului). NCS stabilește principiile valorificării lemnului provenit din terenurile proprietate publică, inclusiv prin referire la minimizarea impactului exploatării lemnului (definit clar în propunerea de act normativ – art. 102. Impactul exploatării lemnului). O noutate propusă este crearea temeiului legal pentru implementarea contractelor cadru multianuale pentru prestarea serviciilor de exploatare (art. 110. Reguli de valorificare a lemnului). De asemenea, propunerea NCS pregătește temeiul legal pentru implementarea reglementărilor europene din domeniul trasabilității lemnului, inclusiv raportarea masei lemnoase la nivelul platformei primare (art. 107. Proveniența lemnului; art. 108. Transportul materialelor lemnoase, art. 109. Introducerea pe piață a lemnului).

Un domeniu în care propunerea de act normativ aduce noutăți însemnate este paza FFN: proiectul NCS introduce, pentru structurile de administrare a FFN, posibilitatea elaborării propriului regulament de pază pe baza unui cadru aprobat prin ordin al conducătorului AC. Această prevedere creează temeiul pentru adoptarea, acolo unde structurile de administrare consideră, a unor modele diferite de organizare a pazei, față de cel actual ce are la bază cantonul silvic (art. 92. Reguli de organizare a pazei). Acest fapt, alături de temeiul pentru utilizarea instrumentelor și tehnologiilor moderne de supraveghere și monitorizare a FFN, deschide calea eficientizării activității ocoalelor silvice pe linia exercitării atribuțiilor de pază.

Analiza realizată pentru elaborarea Titlului VII. Răspunderi și sancțiuni a inclus o cazuistică foarte diversă și a presupus și colaborarea strânsă cu reprezentanți ai Ministerului Public. A fost nevoie de discernământ însă pentru a echilibra toate opiniile prezentate. Astfel, sunt păstrate cele mai multe dintre infracțiunile prezente în legislația actuală dar au fost semnificativ modificate pragurile, ceea ce va atrage după sine adaptarea substanțială a legislației referitoare la contravențiile silvice. Un aspect de noutate care, de asemenea, a suscitat numeroase discuții, este includerea infracțiunii referitoare la falsificarea datelor informatice de natură silvică (art. 144.) care încearcă să acopere o zonă de infracționalitate dezvoltată în ultima perioadă și care se referă la introducerea în sistemele informatice a datelor privind evaluarea volumului de lemn pe picior și transport a lemnului.

În concluzie, proiectul NCS are meritul de a fi balansat conflictul, identificat în procesul de consultare, dintre opiniile conservatoare care doresc continuare aplicării sistemului actual și opiniile reformatoare care urmăresc o modernizare și eficientizare a actului de administrare. Proiectul NCS permite ca, prin acte normative subsecvente, să poată fi transpuse în practică ideile de reformă din SNP30, în măsura în AC va fi urmărit acest obiectiv și factorii interesați din sector se vor implica în acest demers.

De la finalizarea și publicarea schiței NCS au trecut mai bine de 9 luni, timp în care AC a realizat consultări asupra propunerii de act normativ care au dus la o serie de modificări față de propunerea inițială. Proiectul de act normativ este încă pe masa guvernului, fiind greu de anticipat momentul când acesta va fi înaintat parlamentului. După cum, greu de anticipat sunt și rezultatele viitoarelor discuții politice din parlament. Există temerea că, în pofida solidității propunerii - bazate pe consultări ample cu reprezentanții sectorului - modificările ce se vor produce vor ținti mai degrabă imaginea publică a actorilor politici, de unde și pericolul unor intervenții nebenefice, care să afecteze caracterul unitar al NCS și să nu servească nevoilor reale ale sectorului. De aceea, este binevenită intenția deja declarată a AC, a elaboratorilor dar și a unor foarte importanți factori interesați de a urmări îndeaproape etapele ce vor urma.

Popa: Proiectul noului Cod silvic ...

La nivel internațional, interfața dintre știință și procesul decizional politic este esențială pentru a asigura că politicile publice se bazează pe dovezi științifice solide și că răspund la nevoile societății. Tocmai de aceea, faptul că AC a susținut demersurile demarate de mediul academic privind reforma politicii forestiere arată o tendință de modernizare a procesului decizional. Apelarea la servicii consultanță pentru furnizarea unui proiect al NCS, servicii ce au permis implicarea și responsabilizarea instituțiilor reprezentative din domeniul științific silvic, creează un precedent foarte valoros. Desigur, nici o entitate nu se poate substitui instituțiilor statului în ceea ce privește procesul de adoptare a actelor normative. Dar trebuie semnalat că UNITBV, USV și INCDS au asigurat și pot asigura și pe viitor cadrul profesionist, transparent și structurat care să garanteze un flux de idei inovative și constructive din afara AC dar nu din afara sectorului. Acest input inovativ se dovedește benefic pentru AC, care, sub presiunea numeroaselor cerințe și atribuții, nu găsește întotdeauna posibilitatea de a trece de la acțiunea reactivă la cea proactivă atât de necesară demersului de planificare și de elaborare a cadrului normativ.



PROVOCĂRILE CULTURILOR ENERGETICE DE ARBORI CU CICLURI SCURTE DE PRODUCȚIE

Wilhelm Hollerbach^a, Florian Borlea^b

^aUniversitatea de Științele Vieții Timișoara, e-mail: wilhelm.hollerbach@rebina.ro

^bUniversitatea de Științele Vieții Timișoara, e-mail: fborlea@yahoo.com

REPERE

- Culturile energetice cu cicluri scurte sunt sustenabile cu condiția respectării unor limite în administrarea fertilizanților și utilizării terenurilor.
- Producerea și utilizarea peleților are amprentă pozitivă de carbon dacă distanțele de transport sunt mari.
- Sălciile energetice sunt adecvate culturilor cu cicluri scurte din punct de vedere al uscării naturale și cerințelor staționale

INFORMAȚII ARTICOL

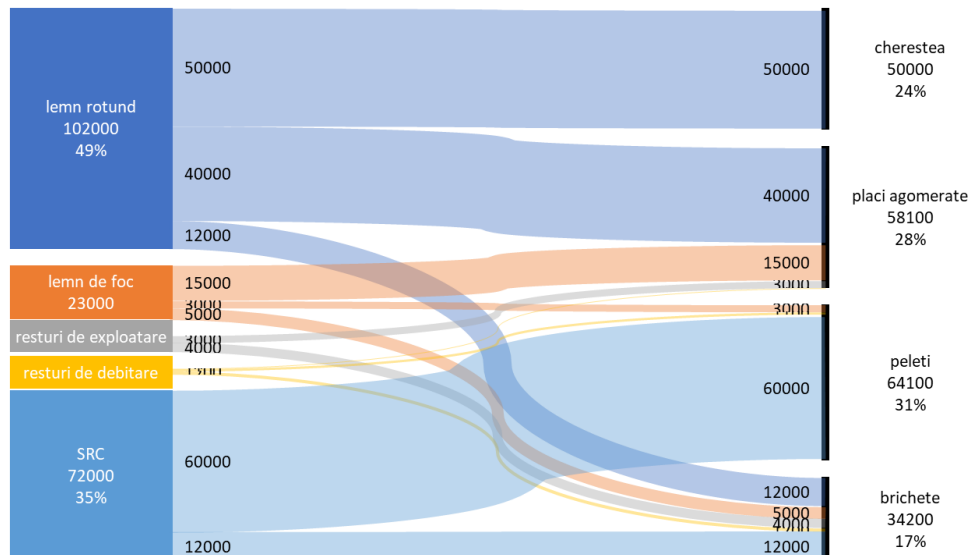
Istoricul articolului:
Manuscris primit la: 10 Martie 2024
Primit în forma revizuită: 28 Martie 2024
Acceptat: 7 Aprilie 2024
Număr de pagini: 14 pagini.

Tipul articolului:
Articol de sinteză

Cuvinte cheie:

biomasă
ciclu scurt de
producție
sălciilor energetice

REZUMAT GRAFIC



REZUMAT

Acest studiu bibliografic prezintă problematica utilizării speciilor cu potențial ridicat de a produce biomasă energetică. Obiectivul principal este acela de a evidenția potențialele dificultăți și riscuri în utilizarea pe scară largă a sălciilor energetice, în contextul politic, economic și de protecție a mediului din Uniunea Europeană. Sinteza include articole selectate ce au fost publicate în ultimii ani dar și articole mai vechi, referitoare la primii pași făcuți în direcția ameliorării unor sălcii pentru producția de biomasă. Aspectele vizate sunt următoarele: sustenabilitatea recoltelor; emisiile de gaze cu efect de seră, diversitatea speciilor și cultivarelor; impactul asupra utilizării terenurilor și acceptanța socială. Rezultatele subliniază diversitatea încă existentă în țările europene în acest domeniu și prezintă tendințele actuale din politicile europene care vor determina în viitorul apropiat locul biomasei în producția de energie verde.

1. INTRODUCERE

Conversia biomasei spre energia verde implică, într-o mare măsură, reconsiderarea folosințelor funciare, în sensul utilizării alocării unor suprafețe agricole culturilor energetice. Această folosință a început să fie recunoscută ca fiind una diferită de folosința agricolă sau folosința forestieră. Pe termen lung, se întrevede o mai mare flexibilizarea în gestionarea fondului funciar, în sensul posibilității de a schimba temporar o anumită folosință funciară pentru a acoperi o necesitate urgentă sau pentru a asigura pe termen lung aprovizionarea cu biomasă, provenită fie din pădure, fie din teren agricol. La nivel european cel puțin, biomasa reprezintă principalul mijloc de atingere a țintelor climatice privind emisiile de gaze cu efect de seră (GES) [1], cu numeroase provocări în ceea ce privește utilizare masei lemnoase oferite de păduri [2].

Conform [3], consumul brut total de energie al UE a scăzut de la 1226 Mtep în 2005, la 1162 Mtep în 2017. Ponderea biomasei agricole, a biomasei forestiere și a deșeurilor regenerabile (definite împreună drept "bioenergie") în ponderea consumului final de energie din UE, a crescut de la 5,9% în 2005 la 10,3% în 2017. Pentru comparație, consumul de bioenergie în UE a fost de aproape 120 Mtep (58%) în 2017, în timp ce celelalte surse de energii regenerabile, cum ar fi energia solară fotovoltaică, eoliană și hidroenergia, a fost de aproximativ 86 Mtep (42%).

Pe lângă ameliorarea sau îmbunătățirea genetică a speciilor, un alt factor cheie în articularea unor politici sustenabile de producere a biomasei este disponibilitatea unor terenuri adecvate pentru astfel de culturi, dar și posibilitatea administrării unor îngrășăminte minerale, pentru a asigura recolte constante, știută fiind preferința mediului de afaceri pentru producția de ulei și lemn de eucalipt [4], [5], o specie cu potențial economic superior plopilor și sălciilor energetice.

În sfârșit, o ultimă categorie de provocări sunt cele de ordin legislativ. În România cel puțin, dar și în alte țări, legislația abia ține pasul cu provocările mediului de afaceri, datorită unei inerente inerții și, în egală măsură, unor temeri ca nu cumva în spatele unui nou concept să apară breșe în modul de interpretare sustenabilității, breșe prin care să iasă din pădure lemn recoltat fără drept, în special din arii protejate [6].

Având în vedere cele prezentate anterior, scopul acestui studiu este acela de evidențierea și nuanțarea provocărilor actuale cărora trebuie să le facă față producătorii de biomasă energetică.

2. MATERIAL ȘI METODĂ

Studiul bibliografic s-a realizat cu ajutorul motoarelor de căutare <https://scholar.google.ro> și <https://www.scopus.com> folosind, în diverse combinații, următoarele cuvinte cheie: energetic biomass, forests, pellets, forest policy, forest strategy, precum și termenii echivalenți în limba română. Căutările s-au realizat separat, în limba engleză și în limba română, iar rezultatele s-au salvat într-o bibliotecă creată cu ajutorul platformei sursă deschisă zotero.org.

Literatura studiată a fost grupată în următoarele șase arii tematice, strâns legate de utilizarea biomasei în scop energetic: 1) sustenabilitatea pe termen lung a bioproducției de masă lemnoasă, 2) emisiile de CO₂, 3) logistica, 4) diversitatea intra și interspecifică a plantelor cultivate, 5) cadru legislativ și impactul asupra utilizării terenului și 6) acceptanța socială.

3. STUDIUL BIBLIOGRAFIC

3.1. Sustenabilitatea recoltelor și pieței de valorificare a biomasei

Conversia biomasei în energie se realizează pe două căi: termochimică, respectiv biochimică. La rândul ei, conversia termochimică se poate realiza prin: ardere directă, piroliză respectiv gazificare, în timp ce conversia biochimică circumscrie o gamă mult mai variată de procese de conversie, cunoscute sub denumirea generică de procese de bio-rafinare [7]. Articolele despre conversia biochimică nu face obiectul acestui studiu.

În contextul schimbării continue a structurii coșului energetic, sustenabilitatea utilizării biomasei se referă strict la continuitatea recoltelor, în condițiile păstrării unui control riguros asupra inputurilor. În condițiile în care biomasa lemnoasă poate proveni din diverse surse (plantații, păduri cultivate, arii naturale protejate) un aspect important al sustenabilității este evitarea defrișărilor necontrolate (schimbarea folosinței forestiere) sau a exploatării excesive, nu doar a resurselor forestiere ci și a celor agricole.

Potrivit unui amplu studiu făcut în urmă cu mai bine de două decenii, la nivel global [8], potențialului global al biomasei primare (în următorii 50 de ani) varia în limite foarte largi, între 33 și 1135 EJ/an, iar culturile energetice provenite din surplusul de terenuri agricole au cea mai mare contribuție potențială: între zero și 988 EJy/an. Factorii cruciali care determină disponibilitatea biomasei pentru energie sunt: (1) Cererea viitoare de alimente, determinată de creșterea populației și de regimul alimentar viitor; (2) Tipul de sisteme de producție alimentară care pot fi adoptate la nivel mondial în următorii 50 de ani; (3) Productivitatea culturilor forestiere și energetice; (4) Utilizarea materialelor biodegradabile; (5) Disponibilitatea terenurilor degradate; (6) Tipuri de utilizări alternative ale terenurilor (de exemplu, terenurile agricole excedentare utilizate pentru reîmpădurire). Așadar problema sustenabilității utilizării biomasei este mult mai complexă decât ne-a obișnuit managementul sustenabil al pădurilor.

În același context, trebuie discutată și aversiunea pe care o împărtășesc mulți silvicultori când este vorba de extinderea aplicării regimului crângului sau a crângului compus la alte specii, nu doar la salcâm și sălcii. Cadrul normativ românesc nu permite regenerarea vegetativă a altor specii în afara celor două specii amintite, în condițiile în care, în special în zona de deal, sunt o serie de mici proprietăți private pentru care crângul ar fi în continuare o soluție optimă, chiar și din perspectiva conservării potențialului genetic [9].

O primă observație ar fi aceea că riscul unor perturbații climatice reduce ciclurile de producție, ceea ce are drept consecință creșterea recoltelor de lemn planificate prin amenajament [10]. Deși schimbările climatice ar produce, indirect, o ofertă mai mare de lemn, politica forestieră a UE plasează problema biomasei în contextul politicii de reducere a emisiilor de GES, motiv pentru

Hollerbach & Borlea: Provocările culturilor energetice de arbori ...

care inventarele forestiere naționale au devenit adevărate instrumente de control a rezultatelor pe care politicile naționale le au în ceea ce privește emisiile nete de CO₂.

Un alt aspect al sustenabilității este măsura în care micii proprietari privați sunt dispuși să exploateze pădurea, în funcție de prețul oferit de piață. Având în vedere proporția mare a așa-numitelor păduri ne-industriale, este necesară evaluarea disponibilității acestor proprietari. Aguilar et al [11] au realizat un studiu bazat pe un model multinomial bayesian al cărui scop a fost analiza impactului pe care prețurile biomasei lemnoase îl au, în funcție de profilul demografic al proprietarilor de terenuri, dimensiunea parcelei, atitudinea față de recoltarea biomasei și obiectivele gestionării pădurilor. Rezultatul a fost interesant: eforturile de politică publică care vizează creșterea ofertei de biomasă lemnoasă din micile proprietăți ar putea fi mai eficiente dacă ar viza mai degrabă veniturile din lemn decât cele furnizate strict de biomasa lemnoasă.

Sustenabilitatea economică a plantațiilor a fost evaluată de [12] printr-o analiză a fluxurilor actualizate de numerar, a valorii actualizate nete, a ratei interne de rentabilitate și a indicelui de rentabilitate. Analiza cadrului juridic din UE, așa cum acesta este implementat în Polonia, a arătat că trecerea la culturi energetice cu cicluri scurte este împiedicată în principal de factori economici, inclusiv de prețul de vânzare scăzut al biomasei ca resursă energetică, precum și de costurile ridicate ale recoltării. În perioada analizată (din 2015 până în 2020), nu au existat forme suplimentare de sprijin juridic sau economic care să se adreseze direct producătorilor de biomasă lignoceluloza, cu excepția sprijinului standard din cadrul politicii agricole comune. Rezultatele acestui studiu oferă informații pentru factorii de decizie cu privire la oportunitățile și provocările întâmpinate în timpul dezvoltării plantațiilor de SRC.

Sustenabilitatea SRC depinde și de administrarea fertilizanților, în special a complexului NPK, atât la crearea culturii cât și pe durata ciclului de producție; de asemenea, se recomandă administrarea de săruri solubile cel puțin de Ca, Mg și Mn, întrucât s-au constatat diferențe semnificative dintre probele de sol recoltate din câmp agricol și cele recoltate din culturile energetice de plop instalate în nordul României [13].

3.2. Emisii de gaze cu efect de seră (GES)

Din această perspectivă, s-au studiat și sintetizat câteva studii recente ce se referă la emisiile nete de CO₂ echivalent. Un astfel de studiu a fost realizat cu ajutorul Modelului european de optimizare a sectorului forestier și agricol [14]. S-au avut în vedere trei scenarii, în care prețul carbonului rămâne la 20 €/t CO₂, crește la 50 €/t CO₂ sau crește la 110 €/t CO₂ până în 2040. Se pare că este necesar un preț al carbonului mai mare de 20 €/t CO₂ pentru a crește producția de energie pe bază de lemn. La prețuri mai mici de 50 EUR/t CO₂, lemnul energetic constă în principal în așchii forestiere, lemn reciclat, scoarță și lichior negru. La un preț al carbonului de 50 €/t CO₂, utilizarea lemnului pentru energie începe să concureze cu utilizarea lemnului în industria forestieră. La un preț de 110 €/t CO₂, aproximativ o treime din lemnul utilizat în producția de energie termică și electrică la scară largă ar fi, de asemenea, valorificabil ca materie primă în industria lemnului. Chiar și în acest caz, contribuția energiei pe bază de lemn la atingerea obiectivului UE în materie de reducere a emisiilor de GES este modestă, deoarece disponibilitatea lemnului limitează utilizarea sa sporită în producția de energie. Pragul de 110 €/t CO₂ are o

Hollerbach & Borlea: Provocările culturilor energetice de arbori ...

semnificație aparte deoarece de la un asemenea preț s-ar pune problema optimizării folosinței funciare, în sensul extinderii culturilor energetice în sectorul forestier, cu predilecție.

Torefierea peleților – tratarea termică a acestora la temperaturi de cca. 200 -300°C, la presiune normală dar în absența oxigenului – este o soluție de creștere nu doar a puterii calorice a peleților, dar și a rezistenței fizice a acestora, la transport și depozitare, prin scăderea conținutului de hemiceluloze [15]. În plus, această tehnologie permite recuperarea unei părți din energia încă liberă, stocată în deșeurile menajere [16, 17]. O altă soluție de îmbunătățire a puterii calorice și a rezistenței fizice a peleților este pre-tratarea cu abur a materiei prime supuse peletizării, fie că este vorba de rumeguș sau de tocătură provenită din alte surse, cum ar fi paiele și paleele cerealelor [18, 19].

Totuși, biomasa, spre deosebire de sursele neregenerabile de energie, prezintă o serie de neajunsuri care creează dificultăți în utilizarea sa pe scară largă ca sursă de energie. În comparație cu alți combustibili, cum ar fi cărbunele, biomasa are un conținut mai mare de oxigen, o putere calorică mai mică, o densitate aparentă mai mică, la care se adaugă o higroscopicitate ridicată [20]. Torefierea peleților crește riscul producerii unor explozii, din cauza temperaturilor mai ridicate la care este adus rumegușul [21, 22, 23].

3.3. Logistică și legislație

Producătorii de biomasă din România s-au confruntat de la bun început cu o problemă: valorificarea culturilor energetice de biomasă presupunea, conform legii, punerea în valoare a fiecărui arbore, ca și cum lemnul respectiv ar fi fost recoltat din pădure. Cu evidente costuri suplimentare, cum ar fi înregistrarea în SUMAL [24,25] și marcarea fiecărui fir și completarea documentelor de transport. Birocratizarea excesivă a sistemului de gestionare a pădurilor s-a produs pe fondul lipsei de încredere atât a statului în raport cu firmele de profil, cât și al firmelor de profil în raport cu statul [26].

Colectarea, transportul și prelucrarea biomasei sunt nu doar costisitoare, ci și consumatoare de energie, necesitând infrastructură adecvată și o logistică optimală. Tranziția energetică necesită un sistem juridic care să promoveze cele mai durabile forme de energie. Acest lucru necesită o abordare holistică, care să ia în considerare toate efectele producției de energie de-a lungul întregului lanț energetic. Totuși, la nivel european, din cauza numeroaselor grupuri de interes, nu poate fi vorba de o abordare holistică, nici a legislației, nici a logisticii [27]. Pentru a nu încărca prea mult amprenta de carbon a producției în sine, culturile de biomasă pentru producția de energie trebuie să fie în proximitatea unor centre de procesare superioară, fie sub formă de peleți (care să fie mai departe furnizații consumatorilor finali), fie prin ardere directă, în centrale termice.

La acestea se adaugă și problema depozitării și uscării biomasei recoltate. Totuși, utilizarea sălciilor energetice facilitează unele soluții eficiente din punct de vedere al consumului de energie: simpla expunere la vânt a biomasei recoltate duce la pierderea a circa 300 grame de apă pe kilogram, conform unor experimente derulate cu mult timp în urmă în Suedia [28].

Producerea și utilizarea peleților este în continuare un domeniu controversat din punct de vedere al amprentei de carbon pe toate etapele ciclului de viață, de la producerea materiei prime până la utilizarea finală. Astfel, în Japonia, Nishiguchi și Tabata [29] au realizat un studiu

Hollerbach & Borlea: Provocările culturilor energetice de arbori ...

comparativ privind utilizarea peleților pentru încălzire, în baza a două scenarii: utilizarea lemnului brut, nepelletizat (scenariul 1), respectiv producerea și furnizarea peleților. Analiza s-a realizat pentru o cantitate de 8,5 milioane tone lemn de foc, din perspectiva reducerii emisiilor de GES și a creării de locuri de muncă. Prin arderea directă a lemnului emisiile nete s-ar fi redus cu 13,7 mil. tone CO₂, comparativ cu cele rezultate din arderea peleților, de numai 375 mii tone echivalent CO₂. Producția de peleți va fi contribuit cu o creștere de 68% a locurilor de muncă, comparativ cu 11,48%, care ar fi necesarul suplimentar de manoperă în scenariul 1. Autorii recomandă, pentru zona montană, arderea directă a lemnului de foc, deoarece slaba accesibilitate a pădurilor ar face nerentabilă pelletizarea respectivei materii prime.

Cel puțin în România, principalele probleme identificate sunt 1) calitatea rumegușului ce ar fi disponibil de la procesorii primari, și 2) aspectele de ordin logistic în ceea ce privește predictibilitatea ofertei de rumeguș.

O meta-analiză a datelor privind productivitățile diverselor tipuri de prese utilizate în industria peleților, coroborată cu randamentele de debitare, a arătat că suprafața de pădure ce ar trebuie să se afle la baza lanțului de aprovizionare a unei fabrici de peleți care să opereze eficient, pe termen lung, este de cca 35.000 ha [30]. Adică tot rumegușul obținut prin procesarea lemnului recoltat sustenabil de pe o asemenea suprafață de pădure trebuie să aprovizioneze un singur producător, pe un flux tehnologic cât mai simplu și cât mai puțin expus contaminării rumegușului cu corpuri străine (mici pietre, resturi metalice, nisip).

Principalele avantaje ale utilizării peleților constau în 1) posibilitatea automatizării complete a procesului de ardere, similar celui folosit în centralele pe gaze naturale și 2) puterea calorică mult superioară lemnului brut în condițiile în care conținutul de cenușă este în jur de 1%. Puterea calorică a peleților (21500 Mj/m³) este net superioară comparativ cu tocătura de lemn (5400 Mj/m³), în condițiile în care conținutul de cenușă este undeva la 1% [18, 31].

3.4. Diversitatea interspecifică și intraspecifică

Variatatea tipurilor de biomasă necesită adaptarea tehnologiilor de conversie energetică pentru a reduce costurile. Programele de ameliorare a speciilor forestiere în direcția producerii, în timp relativ scurt, a unor mari cantități de biomasă la hectare datează din anii șaptezeci ai secolului trecut [31] speciile preferate fiind plopul și sălciile.

Plopul au un areal foarte larg de vegetație și sunt folosiți din cele mai vechi timpuri în diverse forme asociate sau integrate în culturile agricole datorită în primul rând ușurinței cu care se pot propaga plopul pe cale vegetativă. și au creat plantații pentru satisfacerea nevoilor gospodărești. La sfârșitul secolului al XVIII-lea s-au introdus în Europa plopul negru american (*Populus deltoides Marsh.*) și în America plopul negru european (*Populus nigra L.*), rezultând în mod natural hibridi ai acestor specii, cu creșteri foarte rapide la vârste mici, revoluționând metodele de cultură a acestor specii și crearea de plantații specializate. Italia și Franța au valorificat industrial foarte mult plopul în producția de hârtie și ambalaje. La noi în țară, plopul hibrid au fost plantați în parcuri și aliniamente ca arbori ornamentali și apoi, între 1915 – 1950, în plantații specializate dar pe suprafețe mici. Culturile s-au extins apoi furnizând materie primă pentru fabricile de celuloză și hârtie, dar odată cu reducerea producției la noi în țară după 1990, majoritatea s-au desființat astfel

Hollerbach & Borlea: Provocările culturilor energetice de arbori ...

că, cu excepția Luncii și Deltei Dunării suprafețele cultivate cu plop în România sunt astăzi foarte mici.

Speciile de sălcii (*Salix sp.*) se adaptează cel mai bine la culturi cu rotație scurtă și au început să fie cultivate pentru producția de biomasă, în Suedia, după anul 1970, cu scopul de a reprezenta o alternativă la utilizarea combustibilii fosili la producția de energie. S-au inițiat atunci diverse cercetări în acest domeniu, pornind de la *Salix viminalis* ca specie de bază și fiind obținuți astăzi hibrizi și clone cu productivitate foarte mare de biomasă lemnoasă la hectar, cu o bună capacitate de adaptare la condiții pedo-climatice foarte variate, cu rezistență bună la ger, la secetă, la boli și dăunători (cele mai utilizate clone comerciale suedeze: Dimitrios, Doris, Jorr, Karin, Lisa, Torhild, Inger, Gudrun, Sven, Stina, Klara, Olof, Tora, Tordis), fapt ce a dus la extinderea acestor culturi energetice de salcie pe suprafețe însemnate în diverse țări din Europa (Suedia, Ungaria, Polonia, Danemarca, Slovenia). Un important criteriu pentru care au fost preferate aceste specii este plasticitatea genetică și ciclul scurt de ameliorare [6, 32,33]. În România s-au realizat unele culturi de salcie energetică în centrul țării și în vest și s-au făcut demersuri de înființare a acestor culturi în diverse regiuni. Rezultatele obținute în culturi comparative cu clone comerciale suedeze, proveniențe locale de *Salix viminalis* L. și între clone comerciale suedeze și clone comerciale românești au arătat că în condiții specifice din Vestul României, unele proveniențe locale și unele clone comerciale românești: RO 892, RO 1077, RO 1082, produse la INCDS Tulcea [34] au dovedit calități comparabile, uneori chiar superioare clonelor comerciale suedeze, considerate foarte productive în ce privește biomasa.

O altă specie cu potențial bun de producere a biomasei este salcâmul (*Robinia pseudacacia* L.), arbore ce provine din America de Nord și a ajuns în Europa (Franța), în 1601, fiind introdus ca specie ornamentală la noi, după anul 1883, fiind utilizat în culturi forestiere, în scopul fixării nisipurilor din lunca majoră a Dunării. Ulterior, specia a fost pe larg folosită pentru producerea de biomasă, nu doar în România cât și la nivelul continentului european. Salcâmul poate produce până la 14 tone biomasă an/ha [35], cu condiția unei concentrații a carbonaților mai mică de 5% și a unui pH mai mare de patru.

Cercetări privind salcâmul ca producător de biomasă s-au efectuat în SUA, Ungaria, Rusia, România și Bulgaria. La noi, grație regretatului cercetător Emil Bîrlănescu la Stațiunea INCSD Craiova s-a obținut, prin ameliorare, varietatea „Oltenica”, care are o creștere rapidă și viguroasă, și prezintă diferențe morfologice față de salcâmul comun [36]. De asemenea, SRC de plop pot fi o soluție, chiar în condițiile accesului redus la apa subterană [37].

În materie de ameliorare a speciilor folosite pentru producția de biomasă energetică este nevoie de o schimbare de paradigmă, în consonanță cu strategiile promovării bioeconomiei. În acest context, modul în care Uniunea Europeană abordează bioeconomia lasă de dorit, deoarece nu utilizează suficient de mult potențialul promovării în culturi intensive a organismelor modificate genetic, așa cum se întâmplă în SUA sau în alte regiuni ale globului [38].

3.5. Impactul asupra utilizării terenului

Utilizarea terenurilor pentru producția de biomasă poate intra în conflict cu alte nevoi, cum ar fi producția alimentară sau conservarea biodiversității. Un studiu ce a vizat optimizarea alocării folosințelor funciare, bazat pe decălire simulată, a arătat că cea mai bună soluție de optimizare este aceea care are drept obiectiv maximizarea gradului mediu de adecvare a fiecărei folosințe la cerințele utilizatorilor. Zona pilot a fost un district din Galicia [39]. Pentru a nu afecta siguranța alimentară, culturile energetice sunt instalate pe așa numitele terenuri marginale, ce se caracterizează, de obicei, printr-o productivitate scăzută și un randament economic redus sau prin constrângeri severe pentru cultivarea agricolă. Acestea sunt, de fapt, ecosisteme fragile, iar utilizarea lor prezintă riscuri pentru mediu.

Cartarea terenurilor marginale este un demers complex, întrucât trebuie evaluate atât productivitatea, cât și rezistența la eroziune. Kang et al [40] au folosit o abordare ierarhică, plecând de la o serie de indicatori agregați, pentru a ajunge la patru tipuri de „marginalitate” funciară: fizică, biologică, ecologică și economică. Terenurile productive din punct de vedere fizic sunt împărțite în terenuri marginale din punct de vedere biologic și terenuri productive din punct de vedere biologic. Terenurile marginale din punct de vedere biologic sunt zonele cu o producție biologică scăzută din cauza stresului biologic și a condițiilor naturale fragile sau dure, de exemplu, frigul, seceta, solurile cu pH ridicat sau scăzut, solurile saline.

În sfârșit, ultima etapă este cartarea terenurilor biologic productive în terenuri ecologic productive sau marginale din punct de vedere ecologic. Terenurile marginale din punct de vedere ecologic includ terenurile a căror utilizare prezintă riscuri potențiale considerabile sau daune considerabile pentru funcțiile ecologice sau de mediu, cum ar fi poluarea din surse nesemnificative (NPS), biodiversitatea, zonele umede etc. Aspectele economice reprezintă ultima considerație ca o constrângere în acest cadru.

În Australia, Ananda și Herath [41] au folosit metoda proceselor ierarhizate pentru a optimiza alocarea terenurilor, în raport cu opțiunile unei palete diverse de factori interesați, de la ecologiștii conservatori la fermieri și operatorii din turism.

În Europa, grație multiplelor facilități pe care le oferă o piață liberă a terenurilor și subvențiilor acordate prin diverse politici sectoriale, producția de peleți a crescut, dar nu într-o manieră sustenabilă, în sensul că o serie de investiții, finanțate din programele europene s-au dovedit nesustenabile din punct de vedere economic datorită unor prognoze prea încurajatoare privind oferta de materii prime sau din cauza unor probleme logistice de aprovizionare [42].

3.6. Acceptanța socială

Utilizarea biomasei ca sursă de energie are un potențial ridicat de a genera conflicte între factorii interesați din moment ce culturile energetice tind să ocupe suprafețe tot mai întinse de teren destinate culturilor agricole. În condițiile în care culturile cu cicluri scurte de producție nu sunt agreate explicit prin înseși politicile forestiere – orientate spre creșterea, nu spre reducerea

Hollerbach & Borlea: Provocările culturilor energetice de arbori ...

ciclurilor de producție și a vârstelor exploatabilității, singura soluție de compromis ar fi folosirea terenurilor agricole marginale, adică a acelor terenuri improprii oricărei utilizări în scop productiv.

Or, în asemenea condiții, sustenabilitatea producției de biomasă ar fi pusă sub semnul întrebării, întrucât astfel de culturi ar necesita inputuri suplimentare de îngrășăminte minerale și organice, inputuri ce ar veni cu propriile amprente de carbon, reducând astfel magnitudinea efectul de substituie a energiei provenite din arderea combustibililor fosili cu energia netă produsă din biomasă. Un studiu realizat în Bucovina, unde un mare procesator de lemn achiziționează terenuri agricole pentru a instala CSR de plop, a relevat faptul că 70% dintre proprietarii de terenuri agricole nu sunt de acord cu transformarea acestora în terenuri forestiere, în timp ce 50% din proprietari ar fi de acord cu împădurirea pe cale naturală a terenurilor marginale, eventual cu ajutor de la stat [43].

Silvicultura trebuie să producă lemn de calitate și în cantități predictibile pe termen lung, întrucât o modalitate cel puțin la fel de eficientă ca substituie combustibililor fosili cu biomasă este înlocuirea actualelor materiale de construcții cu lemn sau cu materiale compozite ce au la bază lemnul. Potrivit unui studiu bazat pe predicțiile IPCC și baza de date a FAO privind producția de materiale de construcții bazate pe lemn, efectul de substituie va fi, în 2030, cu 33% mai mic decât s-a estimat inițial, iar în 2100 cu 96% [44].

Preocupările legate de impactul asupra mediului și a sănătății oamenilor necesită campanii de informare și implicare a publicului pentru a facilita acceptarea biomasei ca sursă de energie. Prima țară ce a făcut progrese remarcabile în această direcție este Suedia, ce a pus la punct tehnologii adecvate încă din anii 80 ai secolului trecut [45]. Chiar și așa, acceptanța socială este un alt factor cheie, încorporat cumva în tehnologie, ce depinde de impactul pe care culturile energetice îl au asupra peisajului [46, 47]. La aceasta se adaugă acordul publicului larg și, în egală măsură, acordul politicianilor și al celorlalți factori interesați implicați importanți, precum organizațiile de protecția mediului.

Pe lângă cultivarea unor specii cu creștere rapidă, biomasa energetică poate proveni și din resturile de exploatare, cunoscute sub denumirea de combustibil forestiere primar. Costul de producție al acestei biomase depinde de numărul fazelor intermediare dintre recoltarea din pădure a arborilor exploatabili și producția propriu-zisă de energie [48, 49]. La fel de adevărat este faptul că o cultură energetică ce necesită variate inputuri, poate afecta calitatea pânzei freatică, printr-un proces asemănător salinizării secundare ce s-a produs în terenurile agricole în secolul trecut [50]. În egală măsură, culturile energetice pot readuce în circuitul economic terenuri salinizate sau halde de cenușă de termocentrală. Aceste aspecte pot încuraja acceptanța socială pentru că, așa cum nota [41, 51], acceptanța socială nu este un bun sau un serviciu ce se oferă o singură dată, ci un proces, ce trebuie periodic reluat, în funcție de schimbările ce apar în mediu și societate.

4. CONCLUZII

Dezvoltarea de noi tehnologii pentru utilizarea biomasei ca sursă de energie, în perspectiva reducerii atât a emisiilor de GES cât și a costurilor, este esențială pentru a spori competitivitatea

Hollerbach & Borlea: Provocările culturilor energetice de arbori ...

acestui tip de energie, ce se dorește a fi complementară energiei verzi produse de sistemele eoliene și solare.

Odată adoptată noua strategie forestieră europeană, o serie de specialiști și politicieni s-au întrebat, pe bună dreptate, dacă noul document programatic va dicta politicile forestiere ale statelor membre prin intermediul indicatorilor silviculturii durabile. Cele două documente – strategia forestieră, pe de o parte, și Forest Europe, pe de altă parte – reflectă două procese foarte diferite. Setul pan-european de criterii și indicatori a fost elaborat în contextul Forest Europe, un proces informal al miniștrilor europeni responsabili pentru păduri și al CE. Documentele Forest Europe, deși sunt programatice, nu sunt obligatorii din punct de vedere juridic și se bazează pe consens.

Deși Forest Europe și-a asumat mai multe angajamente în ceea ce privește gestionarea durabilă a pădurilor, setul de indicatori în sine nu conține ținte și nici măcar obiective sau angajamente calitative pentru gestionarea durabilă a pădurilor, ci definește în mod sistematic indicatorii care ar trebui monitorizați pentru a evalua progresele înregistrate în direcția gestionării durabile a pădurilor. Cu alte cuvinte, Forest Europe asigură doar o platformă unitară din punct de vedere conceptual pentru evaluarea diferitelor sisteme de gestionare multifuncțională și durabilă a pădurilor. Cele 34 de criterii de gestionare durabilă a pădurilor au fost stabilite prin consensul reprezentanților celor 45 țări semnatare ale procesului paneuropean și au fost revizuite de două ori, pe când Strategia forestieră europeană a fost stabilită prin consultarea unui număr redus de factori interesați și este un mai degrabă un document politic, nu tehnic, cu toate dezavantajele ce decurg dintr-un asemenea statut.

Având în vedere progresele înregistrate în ameliorarea genetică a sălciilor energetice, este evident că plantațiile cu cicluri scurte de producție reprezintă o soluție viabilă, ceea ce nu exclude însă administrarea după câteva cicluri de producție a unor îngrășăminte chimice, ceea ce va crește, în final, amprenta de carbon, la fel cum s-a întâmplat cu pomii de crăciun cărora li s-au administrat cantități mari de azot, pentru scurtarea ciclurilor de producție [52] sau pentru a obține o valoare comercială mai mare a pomilor de iarnă [53].

Utilizarea biomasei lemnoase la producerea de energie prin conversie termo-chimică este îndelung testată și folosită pe scară largă în țări ale căror politici de mediu urmăresc reducerea emisiilor nete de GES, prin substituirea combustibililor fosili.

Aspectele logistice și utilizarea optimă a terenurilor constituie adevăratele provocări, în sensul că politicile de subvenționare a culturilor energetice pot reduce producția agricolă, ceea ce ridică probleme de etică a schimbării folosinței funciare.

Culturile cu cicluri scurte de producție, recomandate pe terenurile marginale din punct de vedere al productivității agricole, reprezintă o soluție fezabilă, doar că oferta unor terenuri adecvate acestor culturi este limitată. În aceste condiții, resturile de exploatare a lemnului pot fi considerate surse complementare de biomasă. Extragerea acestora din fondul forestier va reduce cu siguranță, pe termen lung, productivitatea terenurilor forestiere.

EXTENDED ABSTRACT – REZUMAT EXTINS***Title in English: The challenges of tree energy crops with short production cycles***

Introduction: The widespread use of energy crops with short production cycles (SRC) has entered the public agenda since the last century as a solution to the many challenges raised by the need to reduce greenhouse gas (GHG) emissions by replacing fossil fuels with alternative energy sources. Given that the sources of biomass are very diverse and their utilization has multiple consequences on the environment and society, it is necessary to study them in a systematic manner, in order to be able to detect the technological evolution trends of the so-called green energy.

Materials and method: The bibliographic study was carried out using Google and Scopus search engines, and the results were saved and managed in a Zotero bibliography. In total, 53 research and synthesis articles were studied, most of them published after the year 2000. In order to structure the analysis, six thematic areas were chosen, as follows: 1) sustainability, 2) greenhouse gas emissions (GHG), 3) logistics and legislation, 4) inter- and intraspecific biodiversity 5) impact on land use, 6) social acceptance.

Results and discussions: 1) Sustainability can be ensured if the fertilizers necessary to maintain the high productivity of short-cycle crops are managed responsibly, if energy willows, capable of drying naturally, are used, and if those energy crops do not endanger forest biodiversity by giving up to the conservation objectives of forest habitats and species. 2) GHG emissions can only be negative if the raw material supply chains of the pellet mills are shortened, if sawdust from timber cutting is used and if the pellet combustion is carried out in high-efficiency thermal centrals. The caloric value of pellets is at least three times higher than that of wood chips, but this comparative advantage disappears if the transport distances are long. 3) Legislation on biomass used for energy purposes does not keep up with technological progress because it imposes procedural standards similar to those used for the recovery of working wood. At least for Romania, marking each wire, as the forestry code provides for any tree, makes it difficult and increases the cost of applying the legal provisions. Also, storing and drying biomass raises special logistical problems, which require a holistic approach to them. From the point of view of biodiversity, after decades of testing poplars and acacias, the range of species and cultivars has significantly reduced, leaving only Euramerican willows and poplars as species of interest. 4) The genetic improvement of hybrid poplars and willows has been particularly successful in countries whose forestry policies have focused on increasing forest productivity by shortening production cycles. In Romania, the native willow varieties are better adapted to the pedoclimatic conditions than the Swedish ones, considered as a reference. Poplar crops with short production cycles are also; one of the main advantages of willows is the ability to dry naturally, which gives a comparative advantage in terms of sustainability and GHG emissions. 6) The social acceptance of energy crops is positive if marginal lands are used from the point of view of agricultural productivity, if this use does not compete with the agricultural one and if exploitation residues are also exploited for energy purposes.

Conclusions: The present study analyzed only the thermochemical conversion of woody biomass, not the biochemical one, which allows the utilization of a wider and more complex range of biomass sources to produce, mainly, liquid biofuels. The use of wood for energy purposes, as such or processed in the form of pellets, especially through the installation of SRC, allows the exploitation of marginal lands from the point of view of agricultural productivity, which leads to a more rational use of the land fund. However, the European forest strategy does not clearly highlight the role of energy crops in the wider context of sustainable land management, which justifies the fear that the forest will be seen as a passive carbon stock and a shelter for biodiversity rather than a source of energy and wood.

REFERINȚE

- [1] S. van Renssen, 2014: A bioeconomy to fight climate change, *Nature Climate Change*, vol. 4, nr. 11, Art. nr. 11, oct., doi: 10.1038/nclimate2419.

Hollerbach & Borlea: Provocările culturilor energetice de arbori ...

- [2] G. E. Kindermann, I. McCallum, S. Fritz, și M. Obersteiner, 2008: A global forest growing stock, biomass and carbon map based on FAO statistics, *Silva Fennica*, vol. 42, nr. 3, Art. nr. 3, doi: 10.14214/sf.244.
- [3] M. Banja, R. Sikkema, M. Jégard, V. Motola, și J.-F. Dallemand, 2019: Biomass for energy in the EU–The support framework, *Energy Policy*, vol. 131, pp. 215–228,
- [4] T. Locatelli *et al.*, 2016: Modelling wind risk to *Eucalyptus globulus* (Labill.) stands, *Forest Ecology and Management*, vol. 365, pp. 159–173, doi: 10.1016/j.foreco.12.035.2015
- [5] D. Rockwood, K. Reddy, E. Warrag, C. Comer, 1987: Development of *Eucalyptus amplifolia* for woody biomass production, *Australian forest research*, vol. 17, nr. 2, pp. 173–178.
- [6] R. White, 2017: Reparative justice, environmental crime and penalties for the powerful”, *Crime, Law and Social Change*, vol. 67, pp. 117–132.
- [7] L. Gouveia și P. C. Passarinho, 2017: Biomass conversion technologies: biological/biochemical conversion of biomass, *Biorefineries: Targeting Energy, High Value Products and Waste Valorisation*, pp. 99–111.
- [8] M. Hoogwijk, A. Faaij, R. van den Broek, G. Berndes, D. Gielen, W. Turkenburg, 2003: Exploration of the ranges of the global potential of biomass for energy, *Biomass and Bioenergy*, vol. 25, nr. 2, pp. 119–133, doi: 10.1016/S0961-9534(02)00191-5.
- [9] F. Popescu, D. Postolache, D. Pitar, 2015: Aspecte privind conservarea și managementul resurselor genetice forestiere din România, *Revista de Silvicultură și Cinegetică*, vol. 37, pp. 13–17.
- [10] L. H. R. Alvarez și E. Koskela, 2006: Does risk aversion accelerate optimal forest rotation under uncertainty?, *Journal of Forest Economics*, vol. 12, nr. 3, Art. nr. 3, dec, doi: 10.1016/j.jfe.2006.06.001.
- [11] F. X. Aguilar, Z. Cai, și A. W. D’Amato, 2014: Non-industrial private forest owner’s willingness-to-harvest: How higher timber prices influence woody biomass supply”, *Biomass and Bioenergy*, vol. 71, pp. 202–215, doi: 10.1016/j.biombioe.2014.10.006.
- [12] J. J. Zięty, E. Olba-Zięty, M. J. Stolarski, M. Krzykowski, M. Krzyżaniak, 2022: Legal Framework for the Sustainable Production of Short Rotation Coppice Biomass for Bioeconomy and Bioenergy”, *Energies*, vol. 15, nr. 4, p. 1370.
- [13] Alexei, S. Avăcăriței D. Dănilă I-C., Duduman, M. Rotaru Buzdugan, C., 2019: Studiu privind impactul culturilor de ploi hibridi asupra proprietăților solului. Bucovina Forestieră, 19(1), pp: 19-29,
- [14] P. Lauri, P. Havlík, G. Kindermann, N. Forsell, H. Böttcher, M. Obersteiner, 2014: Woody biomass energy potential in 2050, *Energy Policy*, vol. 66, pp. 19–31, mar., doi: 10.1016/j.enpol.2013.11.033.
- [15] B. Ru, S. Wang, G. Dai, L. Zhang, 2015: Effect of Torrefaction on Biomass Physicochemical Characteristics and the Resulting Pyrolysis Behavior”, *Energy Fuels*, vol. 29, nr. 9, pp. 5865–5874, sep. 2015, doi: 10.1021/acs.energyfuels.5b01263.
- [16] K. A. Abdulyekeen, A. A. Umar, M. F. A. Patah, W. M. A. W. Daud, 2021: Torrefaction of biomass: Production of enhanced solid biofuel from municipal solid waste and other types of biomass, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 150, p. 111436, oct., doi: 10.1016/j.rser.2021.111436.
- [17] K. L. Iroba, O.-D. Baik, L. G. Tabil, 2017: Torrefaction of biomass from municipal solid waste fractions II: Grindability characteristics, higher heating value, pelletability and moisture adsorption, *Biomass and Bioenergy*, vol. 106, pp. 8–20, nov., doi: 10.1016/j.biombioe.2017.08.008.
- [18] P. S. Lam, „Steam explosion of biomass to produce durable wood pellets, 2011: Diss. University of British Columbia, 180 p.
- [19] Y. Tang, R. P. Chandra, S. Sokhansanj, J. N. Saddler, 2018: Influence of steam explosion processes on the durability and enzymatic digestibility of wood pellets, *Fuel*, vol. 211, pp. 87–94.
- [20] D. R. Nhuchhen, P. Basu, B. Acharya, 2014: A Comprehensive Review on Biomass Torrefaction, *Int. J. Renew. Energy Biofuels*, vol. 2014, pp. 1–56.
- [21] P. Abelha, M. Cieplik, M. Carbo, 2016: Explosivity properties of dusts from torrefied biomass pellets, *Chemical Engineering Transactions*, vol. 48, pp. 403–408.

Hollerbach & Borlea: Provocările culturilor energetice de arbori ...

- [22] P. Alizadeh, T. Dumonceaux, L. G. Tabil, E. Mupondwa, M. Soleimani, D. Cree, 2022: Steam Explosion Pre-Treatment of Sawdust for Biofuel Pellets, *Clean Technologies*, vol. 4, nr. 4, pp. 1175–1192.
- [23] J. Horváth, K. Balog, și D. Scarafilo, 2014: Hazards of Explosibility Dust from Wood Pellets, *Advanced materials research*, vol. 1001, pp. 324–329.
- [24] A.-C. Cozma și M. V. Achim, 2023: A SWOT Analysis on Illegal Logging and Corruption: Romania Case Study, în *"Economic and Financial Crime, Sustainability and Good Governance"*, Springer, pp. 53–72.
- [25] M. A. Dărau, A. Oprea, C. Ciontu, și G. Borlea, 2022: Recent trends of the wood market in Romania, *Journal of Horticulture, Forestry and Biotechnology*, 26 (2), pp: 20-24.
- [26] M.-C. Bălăcescu și Ș. Ungurean, 2022: Politica de contracarare a tăierilor ilegale de păduri din românia. Problema încrederii, *Psihologia Sociala*, 49, pp. 77–98.
- [27] R. A. Giljam, 2016: Towards a Holistic Approach in EU Biomass Regulation, *Journal of Environmental Law*, vol. 28, nr. 1, pp. 95–124, mar., doi: 10.1093/jel/eqv025.
- [28] J. K. Gigger, W. K. P. van Loon, J. V. van den Berg, C. Sonneveld, G. Meerdink, 2000: „Natural wind drying of willow stems”, *Biomass and Bioenergy*, vol. 19, nr. 3, pp. 153–163, sep., doi: 10.1016/S0961-9534(00)00029-5.
- [29] S. Nishiguchi și T. Tabata, 2016: Assessment of social, economic, and environmental aspects of woody biomass energy utilization: Direct burning and wood pellets, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 57, pp. 1279–1286, doi: 10.1016/j.rser.2015.12.213.
- [30] M. Drăgoi și S. Horodnic, 2010: Wood for energy, sustainable forestry and rural development, *Journal of horticulture, Forestry and biotechnology*, vol. III, pp. 79–84.
- [31] Y. Bajaj, 1986: Biotechnology of tree improvement for rapid propagation and biomass energy production”, în *Trees I*, Springer, pp. 1–23.
- [32] H. Heybroek, 1974: The development of forest tree breeding in the Netherlands, *The development of forest tree breeding in the Netherlands.*, pp. 30–39.
- [33] G. Namkoong și H. Kang, 1990: Quantitative genetics of forest trees, *Plant breeding reviews*, vol. 8, pp. 139–188.
- [34] C. Hernea, W. Hollerbach, D. Trava, M. Corneanu, 2015: The behaviour for SRC willow Inger in experimental trial Ghilad, Romania. *Buletin USAMV Horticulture*, 72(2), pp: 377-380; DOI: 10.15835/buasvmcn-hort:11657.
- [35] K. C. Straker, L. D. Quinn, T. B. Voigt, D. Lee, G. J. Kling, 2015: Black locust as a bioenergy feedstock: a review, *BioEnergy Research*, vol. 8, pp. 1117–1135.
- [36] B. Ruben T. A. Ioan, 2015: Some Aspects Regarding The Tillering Capacity In Two Acacia Varieties, *Analele Universității din Oradea, Fascicula: Protecția Mediului*, vol. 24, pp. 293–298.
- [37] A. Fuertes *et al.*, 2023: Assessing the potential of poplar short rotation plantations to contribute to a low-carbon bioeconomy under water-limited conditions, *Journal of Environmental Management*, vol. 347, p. 119062.
- [38] Popp, J *et al.*, 2021: Bioeconomy: Biomass and biomass-based energy supply and demand. *New Biotechnology* 60, pp 76-84, DOI 10.1016/j.nbt.2020.10.004.
- [39] I. Santé-Riveira, M. Boullón-Magán, R. Crecente-Maseda, D. Miranda-Barrós, 2008: Algorithm based on simulated annealing for land-use allocation, *Computers & Geosciences*, vol. 34, nr. 3, Art. nr. 3, mar. 2008, doi: 10.1016/j.cageo.2007.03.014.
- [40] S. Kang, W. Post, D. Wang, J. Nichols, V. Bandaru, și T., West, 2013: Hierarchical marginal land assessment for land use planning, *Land Use Policy*, vol. 30, nr. 1, Art. nr. 1, ian., doi: 10.1016/j.landusepol.2012.03.002.
- [41] J. Ananda G. Herath, 2003: The use of Analytic Hierarchy Process to incorporate stakeholder preferences into regional forest planning, *Forest policy and economics*, vol. 5 (1), pp: 13-26,,
- [42] Zambujal-Oliveira, J., Mouta-Lopes, M., Bangueses, R., 2021: Real options appraisal of forestry investments under information scarcity in biomass markets. *Resources Policy*, 84-101735 DOI 10.1016/j.resourpol.2020.101735.

Hollerbach & Borlea: Provocările culturilor energetice de arbori ...

-
- [43] Cosofret, VC, Ciurlă, C, Coslovschi MV, 2016: Percepții ale proprietarilor cu privire la conversia terenurilor agricole în plantații de plop cu ciclu scurt de producție. *Bucovina Forestieră* 16(1), pp: 59-71
- [44] P. Brunet-Navarro, H. Jochheim, G. Cardellini, K. Richter, și B. Muys, 2021: Climate mitigation by energy and material substitution of wood products has an expiry date, *Journal of Cleaner Production*, vol. 303, p. 127026.
- [45] L. Christersson, 1986: High technology biomass production by *Salix* clones on a sandy soil in southern Sweden, *Tree physiology*, vol. 2, nr. 1-2-3, pp. 261-272.
- [46] R. Wüstenhagen, M. Wolsink, M. J. Bürer, 2007: Social acceptance of renewable energy innovation: An introduction to the concept", *Energy Policy*, vol. 35, nr. 5, Art. nr. 5, doi: 10.1016/j.enpol.2006.12.001.
- [47] M. Junginger, A. Faaij, R. Björheden, și W. C. Turkenburg, 2005: Technological learning and cost reductions in wood fuel supply chains in Sweden, *Biomass and Bioenergy*, vol. 29, nr. 6, Art. nr. 6, dec, doi: 10.1016/j.biombioe.2005.06.006.
- [48] P. Lamers și M. Junginger, 2013: The 'debt' is in the detail: A synthesis of recent temporal forest carbon analyses on woody biomass for energy, *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*, vol. 7, nr. 4, pp. 373-385.
- [49] A. Singh, 2019: An overview of drainage and salinization problems of irrigated lands, *Irrigation and Drainage*, vol. 68, nr. 3, pp. 551-558.
- [50] B. A. Shindler, M. Brunson, G. H. Stankey, 2002: Social acceptability of forest conditions and management practices: A problem analysis, *USDA Forest Service - General Technical Report PNW*, nr. 537, Art. nr. 537, 2002.
- [51] B. Shindler, W. Brunson, Mark, A. C. Kristin, 2004: Social Acceptability in Forest and Range Management, în *Society and Natural Resources: A Summary of Knowledge*, M. Manfredo, J. Vaske, B. Bruyere, D. Field, și P. Browns, Ed., 2004, pp. 1-18.
- [52] D. E. Rothstein, 2005: Nitrogen management in a Fraser fir (*Abies fraseri* [Pursh] Poir.) Christmas tree plantation: effects of fertilization on tree performance and nitrogen leaching, *Forest Science*, vol. 51, nr. 2, pp. 175-184.
- [53] L. E. Hinesley, L. K. Snelling, C. R. Campbell, D. Roten, J. Hartzog, 2000: Nitrogen increases fresh weight and retail value of fraser fir Christmas trees, *HortScience*, vol. 35, nr. 5, pp. 860-862.



TESTAREA VALORII GENETICE A UNOR SURSE DE SEMINTE DE FAG (*FAGUS SYLVATICA* L.) DIN ROMÂNIA

Cristiana Ciuvăţ^a, Maria Teodosiu^{b*}, Elena Alina Todirică^b, Anca Botezatu^b,
Ciprian Tudor^c, Ecaterina Nicoleta Apostol^a

^aInstitutul Național de Cercetare-Dezvoltare în Silvicultură "Marin Drăcea", 077190, Voluntari, România

^bInstitutul Național de Cercetare-Dezvoltare în Silvicultură "Marin Drăcea", Stațiunea Câmpulung Moldovenesc, 725100, Câmpulung Moldovenesc, România

^cInstitutul Național de Cercetare-Dezvoltare în Silvicultură "Marin Drăcea", Stațiunea Focșani, 620018, Focșani, România

REPERE

- Culturile comparative de proveniențe ar trebui să clarifice care proveniență va răspunde cel mai bine în condițiile unui mediu în schimbare.
- Cea mai mare diferențiere a populației s-a identificat în fenologia înmuguririi, un bun indicator al variației genetice adaptative la fag.
- O trăsătură adaptativă - fenologia și una morfologică - forma coroanei - au prezentat variații ale populației determinate de climă.

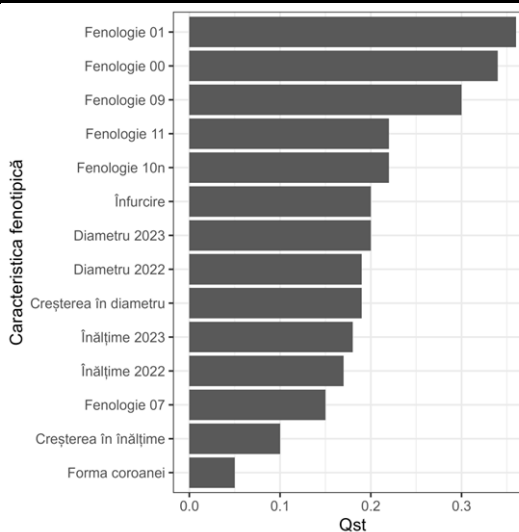
INFORMAȚII ARTICOL

Istoricul articolului:
Manuscris primit la: 29 Mai 2024
Primit în forma revizuită: 04 Iunie 2024
Acceptat: 12 Iunie 2024
Număr de pagini: 19 pagini.

Tipul articolului:
Cercetare originală

Cuvinte cheie:
*culturi de proveniențe
supraviețuire*

REZUMAT GRAFIC



REZUMAT

Pentru o gestionare durabilă a pădurilor, adaptată schimbărilor climatice, este esențială utilizarea materialelor forestiere de reproducere adecvate condițiilor climatice ale locului de plantare. Există o tradiție îndelungată de testare a arborilor în culturi comparative de proveniențe, inițial cu scopul de a stabili cele mai bune surse de semințe pentru plantații, pe baza echilibrului între productivitate și adaptare. Prezentul studiu a analizat supraviețuirea, creșterea, fenologia înmuguririi, morfologia și plasticitatea fenotipică a arborilor tineri de fag din 12 populații naturale din Carpații României, constituite ca arborete surse de semințe selecționate. În fiecare cultură

*creștere
morfologie
diferențiere populațională*

au fost măsurate caracteristicile asociate cu supraviețuirea, creșterea și morfologia și fenologia. Variațiile populației sugerează un rezervoar bogat de populații de fag diverse genetic în Carpații României. Creșterea și morfologia arborilor tineri sunt influențate de condițiile locului de testare, dar niciunul dintre locurile de testare pe teren nu a putut explica pe deplin acest lucru. Diferențierea populației și plasticitatea fenotipică au fost găsite pentru primele două fenofaze de înmugurire. Relația cu caracteristicile de mediu la locul de origine a proveniențelor a fost determinată atât de temperatură (două caracteristici fenologice), cât și de precipitații (două caracteristici de creștere și una morfologică).

1. INTRODUCERE

Pentru asigurarea unui management forestier durabil și adaptat schimbărilor climatice, utilizarea de materiale forestiere de reproducere adecvate condițiilor climatice din locul de plantare este esențială [1,2]. În prezent, urmare a schimbărilor rapide de mediu, este posibil ca proveniențele locale să nu se mai găsească în optimul lor ecologic, astfel încât se impune testarea altor proveniențe, mai ales în cazul speciilor vulnerabile. Culturile comparative de proveniențe ar trebui să clarifice care proveniență va răspunde cel mai bine în condițiile unui mediu în schimbare.

Activitatea de ameliorare a arborilor are o lungă tradiție, fiind testați arbori în culturi comparative de proveniențe, inițial cu scopul stabilirii celor mai bune surse de semințe pentru plantații, pe baza echilibrului dintre productivitate și adaptare [3], iar mai recent pentru a face predicții cu privire la răspunsul populațiilor la schimbările climatice [4]. Prin urmare, aceste culturi servesc unor scopuri multiple, iar printre obiectivele urmărite se numără: identificarea proveniențelor cu cele mai bune performanțe pentru o anumită regiune, selecție și recomandări pentru utilizarea și transferul materialelor forestiere de reproducere, evaluarea variației fenotipice și genetice în scopul stabilirii unor strategii optime de conservare și ameliorare, precum și furnizarea de informații esențiale referitoare la impactul schimbărilor climatice asupra capacității adaptative a speciilor forestiere.

Fagul (*Fagus sylvatica* L.) este cea mai răspândită specie de foioase din Europa și una dintre cele mai importante specii forestiere, atât din punct de vedere economic, cât și al rolului de specie-cheie în creșterea stabilității ecosistemelor forestiere din zona temperată [5]. În România, fagul este cea mai importantă specie ca suprafață - 31% din întregul fond forestier [6], cu o suprafață ocupată de 2,12 milioane ha (INS, 2016) și o distribuție altitudinală cuprinsă între 200 și 1600 m. În România, fagul atinge, totodată, și limita estică a arealului de distribuție a acestei specii. Adaptarea la condițiile de mediu este o consecință a distribuției extinse a fagului [7], chiar dacă temperaturile scăzute, seceta și soluri cu exces de umiditate [8] îi limitează distribuția, cel mai frecvent acesta putând fi întâlnit în stațiuni umede cu climă oceanică și temperată, cu ierni blânde și veri umede, evitând clima continentală pronunțată [5].

Arealul estic al speciei este limitat ca răspândire din cauza iernilor lungi, severe și a secetei de vară. Precipitațiile scăzute, temperatura extremă din timpul verii și o frecvență crescută a

Ciuvăț et al.: Testarea valorii genetice a unor surse de semințe de fag ...

înghețurilor târzii de primăvară se numără printre factorii sensibilității sale la schimbările climatice [9–11]. Prognozele pe termen lung care au în vedere schimbările climatice consideră că distribuția fagului se va deplasa către altitudini și latitudini mai mari sau chiar se va putea diminua [12,13].

Regenerarea aproape exclusiv pe cale naturală a făcut ca, până în prezent, în România să nu fie derulate programe de ameliorare și nici de evaluare și testare a valorii genetice a surselor de semințe de fag. Totuși, începând cu anul 1975 s-au făcut o serie de cercetări privind variabilitatea fenotipică a fagului în populații naturale [14–17], studii care au indicat o largă variabilitate intra- și interpopulațională.

În ceea ce privește testarea valorii genetice în culturi comparative de proveniențe, la nivel internațional s-au pus bazele unor serii de teste în anii 1995 și 1998, unde sunt testate peste 200 de proveniențe de fag în 60 de culturi comparative localizate în 19 țări Europene, astfel încât este acoperit aproape tot arealul speciei din Europa [18]. În cadrul acestor serii internaționale, în România sunt instalate patru culturi comparative unde sunt testate 5 proveniențe românești. Evaluările în aceste culturi au fost efectuate în perioada 2005-2008, rezultatele obținute indicând un comportament diferit al proveniențelor românești, atât ca performanțe de creștere, cât și din punct de vedere al caracterelor adaptative [19].

Arborii se pot adapta la schimbările climatice prin plasticitate fenotipică, definită drept capacitatea indivizilor de a-și modifica fenotipul ca răspuns la mediul lor [20]. Plasticitatea fenotipică permite arborilor individuali să-și adapteze fiziologia și creșterea la noile stadii de dezvoltare și variații sezoniere, acționând posibil ca un temporizator împotriva schimbărilor bruște de mediu [21]. Populațiile de arbori autohtoni sunt frecvent adaptate la mediul lor local ca urmare a selecției naturale pe termen lung, iar aceste adaptări și variații ale populației în caracteristicile adaptative la niveluri morfologice și fiziologice pot fi observate de-a lungul gradientelor de mediu [22]. La *F. sylvatica*, plasticitatea fenotipică a fost raportată pentru fenologia înmuguririi [20,23], creșterea radială [24] sau anatomia frunzei [25]. [20] a analizat plasticitatea fenotipică în populații half-sib și a arătat că puietii de fag s-au dezvoltat mai repede într-o stațiune de plantare mai caldă și mai umedă, la o altitudine mai joasă, decât într-un loc de plantare la o altitudine mai ridicată, mai rece și mai uscată.

Creșterea și morfologia sunt caracteristici cheie ale arborilor juvenili, importante în selectarea ca arbori de viitor pentru producerea de lemn de calitate [26]. Creșterea și morfologia arborilor juvenili sunt influențate de condițiile genetice ale populațiilor [27] și de condițiile atât abiotice [28], cât și biotice (de exemplu, intensitatea pășunatului) [29]. Morfologia este un atribut important, deoarece arborii juvenili cu o formă de creștere dreaptă oferă în viitor un lemn de calitate mai bună decât indivizii cu o formă de creștere alterată (de exemplu, bifurcat, spiralat, răsucit)[26].

În studiul de față s-a analizat supraviețuirea, creșterea, morfologia și plasticitatea fenotipică a arborilor juvenili de fag în populații din Carpații românești. Scopul acestui studiu a fost de a investiga influența asupra supraviețuirii, creșterii și morfologiei arborilor juvenili de fag a: (1) condițiilor locului de testare (mediul abiotic), (2) diferențelor genetice între populații, adică între arbori de diferite proveniențe și (3) modului în care acestea sunt conectate cu mediul și climatul locului de origine al proveniențelor. Rezultatul studiului va fi util pentru înțelegerea mai detaliată

Ciuvăț et al.: Testarea valorii genetice a unor surse de semințe de fag ...

a caracteristicilor arborilor juvenili de fag, mai ales că studiile anterioare similare au fost efectuate doar în Europa Centrală [20,23,26].

2. MATERIALE ȘI METODE

Pentru testarea valorii genetice a unor arborete surse de semințe selecționate, dar și în scopul îmbunătățirii cunoștințelor privind variabilitatea genetică a populațiilor de fag din România, în anul 2010, în cadrul unui proiect de cercetare, s-au identificat, cartat și descris 60 de populații de fag constituite ca arborete surse de semințe și înscrise în Catalogul Național al Materialelor de Bază [30], în toamna aceluiași an fiind recoltate semințe din 12 populații, care au stat la baza instalării a două culturi comparative de descendențe materne și de proveniențe în cadrul Bazelor Experimentale Tomnatic și Vidra ale Institutului Național de Cercetare-Dezvoltare în Silvicultură "Marin Drăcea". Caracteristicile arboretelor surse de semințe selecționate testate sunt prezentate în Tabelul 1.

Tabelul 1. Caracteristicile proveniențelor analizate

Proveniență	Latitu- dine N	Logitu- dine E	Altitudi- ne (m)	MAT	MAP	PPT_sm	MCMT	Tave_sp	MWMT	NFFD	FFP	PPT_wt
Fântanele	46°44'	26°45'	376	8.2	478.8	215.3	-5.1	8.2	19.5	223.8	173.0	68.0
Văratec	47°04'	26°27'	495	7.7	533.5	254.0	-5.2	7.7	19.0	217.8	169.0	63.1
M-rea Cașin	46°05'	26°45'	546	8.2	604.2	248.7	-4.5	8.0	19.4	223.2	173.6	91.9
Traian	46°44'	27°08'	373	8.4	633.3	284.5	-5.1	8.5	20.1	232.1	179.7	86.2
Dumbrăveni	46°10'	24°31'	486	7.9	675.4	322.6	-5.0	8.1	18.6	228.4	177.9	72.4
StrâmbuBăiuț	47°37'	24°05'	829	5.3	812.6	293.1	-7.0	5.3	15.9	202.8	155.2	137.7
Târgu Lăpuș	47°38'	23°52'	786	5.7	924.4	336.8	-6.5	5.7	16.0	209.4	162.2	152.8
Râșca	47°18'	26°04'	799	7.2	745.8	368.7	-5.2	7.1	18.1	209.4	162.8	73.1
Zalău	47°00'	23°00'	455	8.9	644.8	249.4	-3.9	9.0	19.9	241.0	185.0	111.4
Dolhasca	47°23'	26°34'	411	8.2	594.8	269.6	-5.0	8.3	19.8	229.0	178.3	70.8
Soveja	46°02'	26°40'	549	8.5	672.9	280.4	-4.2	8.4	19.7	223.0	172.8	95.1
Solca	47°37'	25°55'	413	7.8	629.7	299.2	-5.0	7.8	18.8	220.8	172.4	65.0

Abrevieri: MAT - temperatură medie anuală, MAP - precipitații totale anuale, PPT_sm - precipitații medii de vară, MCMT - temperatura medie a lunii celei mai reci, Tave_sp - temperatura medie a primăverii, MWMT - temperatura medie a lunii cele mai calde, NFFD - numărul de zile fără îngheț, FFP - cea mai lungă perioadă fără îngheț, PPT_wt - precipitații medii de iarnă. Valorile temperaturilor sunt în °C, iar ale precipitațiilor în mm.

2.1. Instalarea culturilor de proveniențe

Pentru a instala culturi comparative de descendențe materne și de proveniențe s-au selectat, în cursul anului 2010, 12 populații naturale de fag ca surse de semințe [30] (Tabelul 1). Semințele, recoltate din cele 12 populații, care au fost semănate în toamna aceluiași an în pepiniera Mihăești - Argeș. În primăvara anului 2013, în luna martie, puietii de doi ani au fost pregătiți pentru transferul în cele două locații de testare în teren situate în Carpații Orientali, în medii contrastante (Tabelul 2).

Cultura de proveniențe Tomnatic (47° 43', 25° 26'), a fost instalată la o altitudine de 880 m („locația de la o altitudine mai ridicată”), iar cultura Vidra (46° 00', 26° 44') la o altitudine de 560 m

Ciuvăț et al.: Testarea valorii genetice a unor surse de semințe de fag ...

(„locația de altitudine mai joasă”). În cultura Tomnatic au fost testate 65 de familii (semințele provenite dintr-un singur arbore mamă). Schema experimentală a fost un bloc complet randomizat cu trei repetiții, fiecare parcelă unitară constând din 9 exemplare (3 x 3) la o schemă de plantare de 2 x 2 metri; în total, au fost 80 de parcele în fiecare repetiție. În cultura Vidra schema experimentală a fost un bloc complet randomizat de 6 x 6 cu patru repetiții la o schemă de plantare de 2 x 2 metri.

Tabelul 2. Caracteristicile principale ale culturilor experimentale de fag studiate

Descriere	Cultura	
	Tomnatic	Vidra
Localizare (B.E., U.P., u.a.,)	B.E Tomnatic, U.P I Demăcușa, u.a. 97 I	B.E. Vidra, U.P. IV Vizantea, u.a 76 B
Latitudine	47° 43'	46° 00'
Longitudine	25° 26'	26° 44'
Altitudine (m)	880	560
Expoziție	estică	sud-vestică
Versant	ondulat	mijlociu ondulat
Înclinare	24°	20°
Tip de sol	3101-eutricambosol tipic	2212-luvosol stagnic
T _{medie}	5,8°C	8,7°C
P _{medie}	840 mm	879 mm

2.2. Caracteristici fenotipice măsurate

În fiecare cultură s-au măsurat caracteristici biometrice și morfologice, iar în cultura Tomnatic, de asemenea, și fenologia. Fiecare diametru individual a fost măsurat la 2 cm de sol cu ajutorul unui șubler electronic, iar înălțimea totală, de la sol până la mugurele terminal cu ajutorul unei rigle telescopice. Forma trunchiului a fost evaluată vizual conform unei clasificări în 3 clase [26], care conține (1) arbori drepți, (2) arbori îndoșiți și (3) arbori puternic îndoșiți, în timp ce forma coroanei pe o scară de 4 clase, cu: (1) ramuri fine (cea mai bună valoare silviculturală), (2) ramuri abrupt-oblice, (3) ramuri bifurcate și (4) formă arbustivă [26]. Observațiile fenologice au fost efectuate în șase stadii, conform clasificării codului BBCH [31]: 00 - muguri dormanți închiși, 01 - muguri umflați și elongați, 07 - debutul crăpării mugurilor, 09 - muguri cu vârfuri verzi (10 mm), 10n - primele frunze separate și 11 - primele frunze desfăcute. Toate evaluările fenologice s-au realizat în anul 2023. O descriere a tuturor măsurătorilor este prezentată în tabelul 3.

Tabelul 3. Descrierea caracteristicilor fenotipice analizate

Caracteristici fenotipice	Unități/nivele	Tip de date	Descriere
Supraviețuire	%	cantitativ	Procentul de arbori vii per proveniență
Diametru	mm	cantitativ	Diametrul la 2 cm deasupra solului
Înălțime	cm	cantitativ	Înălțimea (distanța verticală de la bază până la mugurele terminal)
BBCH 00	ZI	ordinal	Muguri dorminzi, închiși
BBCH 01	ZI	ordinal	Muguri umflați și elongați

Ciuvăț et al.: Testarea valorii genetice a unor surse de semințe de fag ...

Caracteristici fenotipice	Unități/nivele	Tip de date	Descriere
BBCH 07	ZI	ordinal	Debutul crăpării mugurilor; se observă vârful frunzelor la extremitatea distală a mugurelui
BBCH 09	ZI	ordinal	Muguri cu vârful verzi (10 mm);
BBCH 10n	ZI	ordinal	Primele frunze separate
BBCH 11	ZI	ordinal	Primele frunze desfăcute
Caracteristici morfologice			
Înfurcirea	0, 1	binar	Prezența înfurcării pe trunchi
Forma trunchiului	1, 2, 3	ordinal	Forma trunchiului: 1 – drept, 2 – curbat (deviere de la verticală de 22.5–45°), 3 – sinuos [26]
Forma coroanei	1, 2, 3, 4	ordinal	Forma coroanei: 1 - ramuri fine, 2 - ramuri abrupt-oblice, 3 - ramuri bifurcate și 4 - formă arbustivă [26]

Abreviere: ZI - ziua iuliană.

2.3. Analiza datelor

Modelul cu efecte mixte folosit pentru a analiza caracteristicile de mai sus a fost:

$$Y_{ijkl} = \mu + C_i + R_j + P_k + F(P)_{kl} + \varepsilon_{ijkl}$$

unde: Y_{ijkl} este valoarea familiei $l(F)$ din populația $k(P)$ din repetiția $j(R)$ din cultura $i(C)$. C este efectul fix al culturii, R este efectul fix al repetiției, P și $F(P)$ sunt efectele random ale populației (provenienței) și familiei în interiorul provenienței. În cazul datelor combinate, termenul $F(P)$ nu a fost utilizat, datele la nivel de familie fiind disponibile doar pentru cultura Tomnatic. Pentru analiza varianței supraviețuirii, creșterii, atributelor morfologice și fenologice au fost utilizate modele mixte, raportat la tipul de date (**Tabelul 3**).

S-a determinat diferențierea populațională (Q_{st}) [26], o mărime cu valoarea între 0 și 1 care indică gradul de diferențiere a populației și care se bazează pe variația din cadrul populației în raport cu variația genetică aditivă în cadrul populației [32,33]. În acest sens, s-au utilizat componentele varianței din întregul model cu efecte mixte pentru a determina $Q_{st} = \sigma_P^2 / (\sigma_P^2 + \sigma_{a(P)}^2)$, unde σ_P^2 – varianța datorată populației și $\sigma_{a(P)}^2 = 3\sigma_{F(P)}^2$, unde $\sigma_{a(P)}^2$ – varianța aditivă datorată populației, $\sigma_{F(P)}^2$ – varianța familiei în cadrul populației [34].

Relațiile dintre fenotipurile arborilor juvenili și factorii de mediu din locul de origine al proveniențelor s-au analizat cu modele liniare simple între efectele random ale populației derivate din analizele varianței și variabilele de mediu din locația originală a provenienței [20]. Pentru a descrie caracteristicile de mediu ale proveniențelor, s-au folosit datele globale de sol [35] și date climatice din setul ECLIPS [36]. Toate variabilele de mediu au fost testate în raport cu efectele random și s-au reținut doar modelele cu covariabile semnificative ($p < 0,05$).

3. REZULTATE

În ceea ce privește diferențele dintre culturi, în toate proveniențele supraviețuirea a fost mai mare în cultura Tomnatic decât în cultura Vidra (Figura 1).

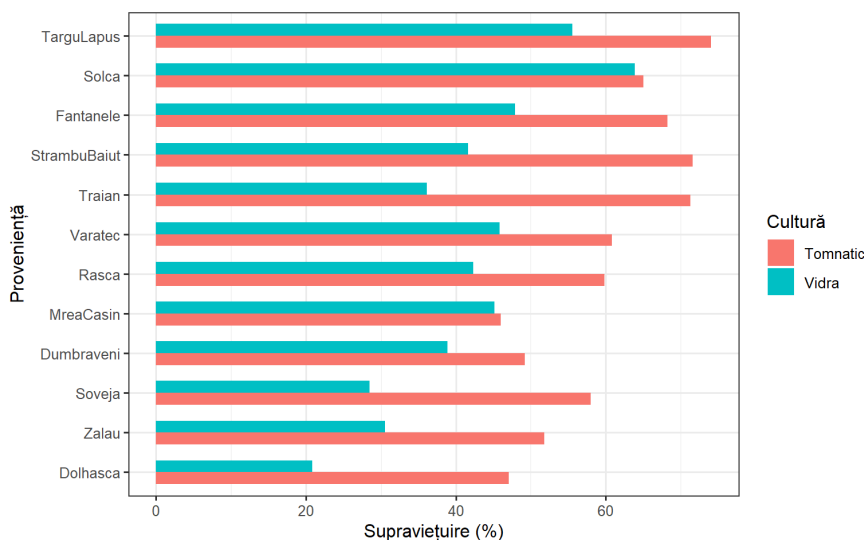


Figura 1. Ratele supraviețuirii la nivel de proveniență în cele două culturi comparative

Supraviețuirea în cele două culturi comparative la nivelul anului 2022, la vârsta de 10 ani de plantare, variază de la 43,5 % în cultura Vidra la 60,2 % în cultura Tomnatic. În cultura Vidra procentul de supraviețuire este cuprins între 23,6% (proveniența Dolhasca) și 64,6% (proveniența Solca). Procent bun de supraviețuire au mai înregistrat proveniențele Târgu Lăpuș (57,3 %), Fântânele (47,4 %) și Văratec (46,2 %), cele mai slabe proveniențe din punct de vedere al supraviețuirii, pe lângă Dolhasca, fiind Soveja (27,8%) și Zalău (31,9 %). În cadrul culturii Tomnatic, cea mai bună supraviețuire au avut-o proveniențele Târgu Lăpuș (73%) și Strâmbu Băiuț (72,8%), în timp ce proveniențele Dolhasca și Mănăstirea Cașin înregistrează cea mai redusă supraviețuire, de 46,8%, respectiv 46%. Se poate observa că proveniențele Solca și Mănăstirea Cașin au o rată de supraviețuire apropiată în cele două culturi, diferențele între cele două în ceea ce privește supraviețuirea fiind de 1 %. La nivelul anului 2023 (11 ani de la plantare) nu s-a înregistrat o schimbare în ceea ce privește supraviețuirea.

În ceea ce privește diametrul la colet, diferențe au fost observate atât între cele două culturi, cât și între proveniențe (Figura 2). În general, cu excepția proveniențelor Solca și Soveja (2023), proveniențele din cultura Tomnatic au înregistrat valori mai mari ale diametrului mediu decât cele din cultura Vidra. În interiorul proveniențelor, coeficientul de variație este cuprins între 35% și 51%, valori determinate pentru proveniențele Solca, respectiv Zalău, cu o valoare medie pentru toate proveniențele de 39%. Valoarea cea mai mare a diametrului mediu (date combinate) s-a obținut pentru proveniențele Dumbrăveni (55,1 mm) și Traian (52,4 mm), iar cea mai mică pentru proveniențele Zalău (45,82 mm) și Soveja (47,4 mm).

În cultura comparativă Tomnatic, amplitudinea de variație pentru diametrul la colet are o valoare medie a coeficientului de variație de 33%, cu un diametru minim măsurat de 13,6 mm (Traian) și 109,9 mm (Soveja), valoarea medie fiind de 51,5 mm. Cele mai bune proveniențe sunt

Ciuvăț et al.: Testarea valorii genetice a unor surse de semințe de fag ...

Strâmbu Băiuț (37,92 mm) și Dumbrăveni (34,75 mm), iar cele mai slabe Zalău (33,14 mm) și M-rea Cașin (31,79 mm). În cultura comparativă Vidra, amplitudinea de variație pentru diametrul la colet este mult mai largă, cu o valoare medie a coeficientului de variație de 46%, cu diametre extreme măsurate de 8,1 mm (Zalău) și 126,4 mm (Văratec), valoarea medie fiind de 49,2 mm. Cele mai bune proveniențe sunt Traian (34,9 mm) și Solca (35,6 mm), iar cele mai slabe Zalău (24,8 mm) și Strâmbu Băiuț (27,14 mm).

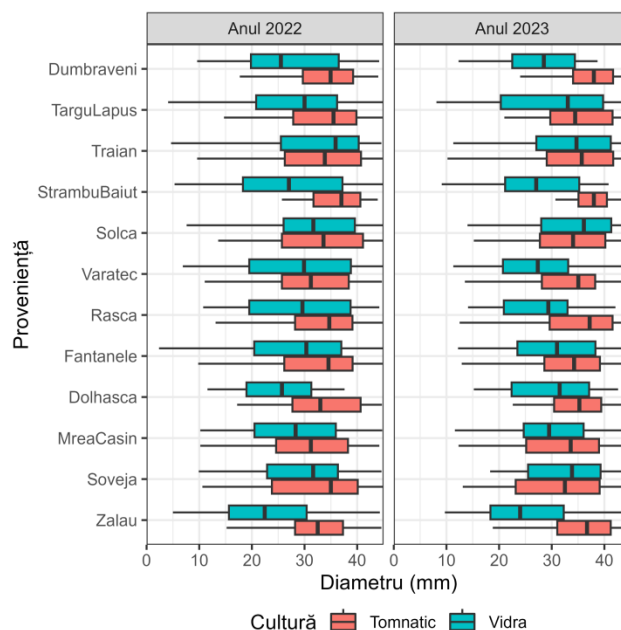


Figura 2. Diametrele medii la nivel de proveniență, anii 2022 și 2023

Înălțimile au fost mai mari în cultura Vidra, exceptând proveniențele Dolhasca, Strâmbu Băiuț și Zalău (în ambii ani de măsurători) (Figura 3). În cultura Tomnatic, coeficientul de variație pentru acest caracter, la nivelul anului 2023 (la 11 ani de la plantare) este de 31,99%, iar înălțimea medie are o valoare de 263 cm, variind între 231 cm (proveniența Soveja) și 289 cm (proveniența Strâmbu Băiuț). Ca amplitudine de variație, înălțimea minimă măsurată a fost de 60 cm, în proveniența Soveja, iar cea maximă a fost de 515 cm, în proveniența Râșca. Creșterea medie pentru intervalul studiat (2021-2023) este de 69,86 cm. În cultura Vidra, coeficientul de variație al acestui caracter este de 40,6% (în 2023); valoarea medie a înălțimii totale este de 278,4 cm, variind de la 179 cm în proveniența Zalău la 311 cm în proveniența Traian. Cea mai mare înălțime măsurată este de 660 cm în proveniența Văratec.

Creșterile în diametru au fost mai mari la Vidra, exceptând proveniențele Dolhasca, Dumbrăveni și Zalău (Figura 4a), în timp ce creșterile în înălțime au fost mai mari în cultura Tomnatic, cu excepția proveniențelor Fântănele și Solca (Figura 4b).

Diferențele între caracteristicile fenotipice ale culturilor de proveniențe au fost semnificative ($p < 0,05$) în ceea ce privește supraviețuirea, în cinci din cele șase caracteristici fenotipice de creștere analizate și în două din trei caracteristici fenotipice morfologice (Tabelul 4).

Supraviețuirea a fost mai ridicată la Tomnatic decât la Vidra (Tabelul 5), diametrul a fost mai mare la Tomnatic decât la Vidra (și în anul 2022 și în 2023), iar înălțimea a fost mai mare în cultura Vidra decât în cultura Tomnatic în anul 2022 și nediferențiată în 2023.

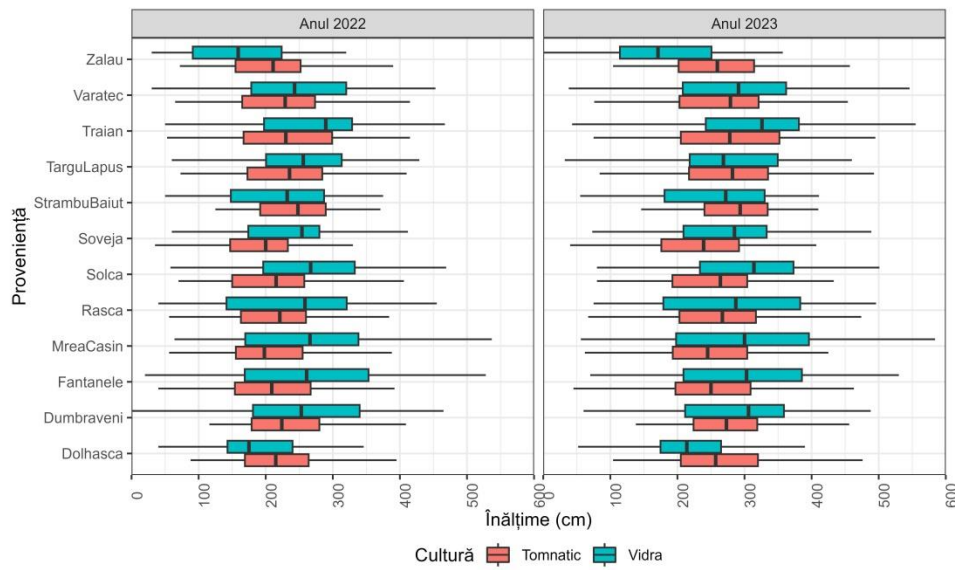


Figura 3. Înălțimile medii la nivel de proveniență, anii 2022 și 2023

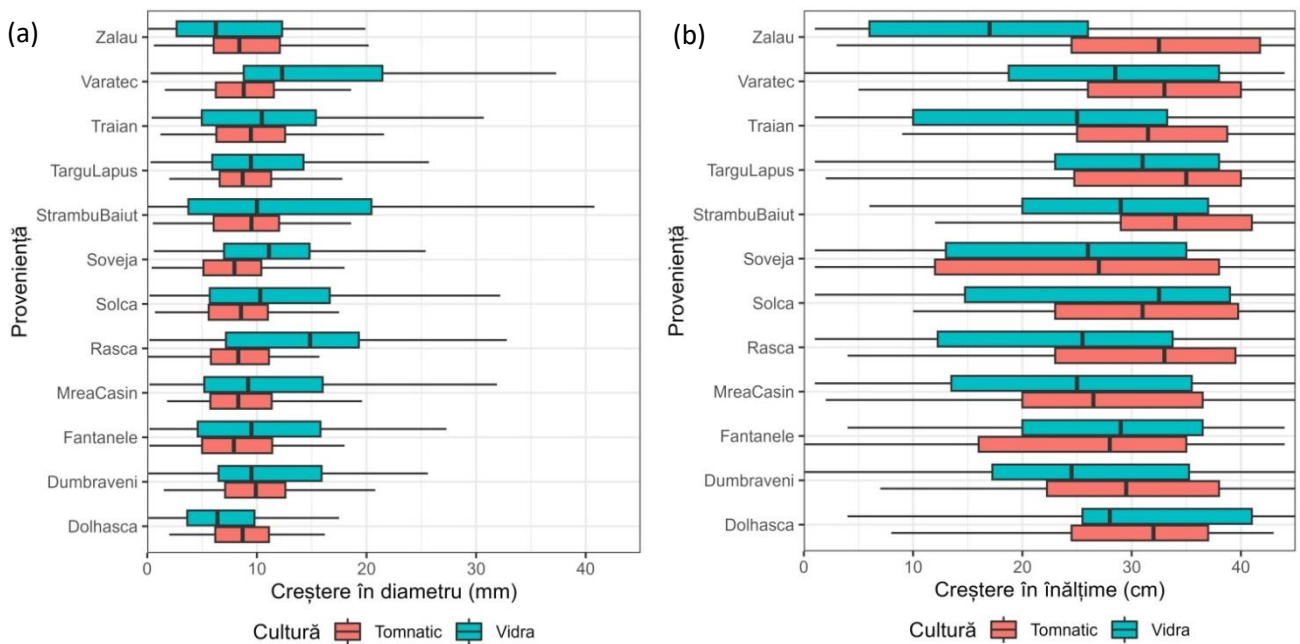


Figura 4. Creșterile medii în diametre (a) și înălțime (b) la nivel de proveniență

În cazul caracteristicilor fenotipice morfologice, la Tomnatic au fost mai mulți arbori înfurciți și mai mulți arbori cu coroane cu valoare silviculturală decât la Vidra (Tabelul 4).

Tabelul 4. Semnificația și interpretarea efectelor fixe ale culturii în modelele mixte ale caracteristicilor fenotipice analizate

Caracteristica fenotipică	Efect fix	Nivel de semnificație	Interpretare
---------------------------	-----------	-----------------------	--------------

Ciuvăț et al.: Testarea valorii genetice a unor surse de semințe de fag ...

Caracteristica fenotipică	Efect fix	Nivel de semnificație	Interpretare
<i>Supraviețuire</i>	-0.80351	***	Supraviețuire mai ridicată la Tomnatic decât la Vidra
<i>Creștere</i>			
Diametru 2022	-6.4867	***	Diametre mai mari la Tomnatic decât la Vidra
Diametru 2023	-4.6934	***	Diametre mai mari la Tomnatic decât la Vidra
Înălțime 2022	8.836	*	Înălțimi mai mici în 2022 la Tomnatic decât la Vidra
Înălțime 2023	3.137	n.s.	Nicio diferență între înălțimile din 2023 între Tomnatic și Vidra
Creșterea în diametru	1.7492	**	Creșteri în diametru mai mari la Tomnatic decât la Vidra
Creșterea în înălțime	-5.9469	***	Creșteri în înălțime mai mici la Tomnatic decât la Vidra
<i>Morfologie</i>			
Înfurcire	-0.64767	***	Mai mulți arbori înfurciți la Tomnatic decât la Vidra
Forma trunchiului	0.02623	n.s.	Nicio diferență în ceea ce privește forma trunchiului între Tomnatic și Vidra
Forma coroanei	0.576216	***	Mai mulți arbori cu coroane cu valoare silviculturală la Tomnatic decât la Vidra

p < 0.001; p < 0.01; p < 0.05; n.s. = ne semnificativ

Tabelul 5. Statisticile caracteristicilor fenotipice analizate

Cultură	Caracteristică fenotipică	Media	Abaterea standard	Minima	Maxima
Tomnatic	Supraviețuire (%)	60,2	10,0	46,0	74,1
Vidra	Supraviețuire (%)	43,5	11,8	20,8	63,9
Tomnatic	Diametru 2022 (mm)	42,0	14,3	10,2	90,4
Vidra	Diametru 2022 (mm)	36,9	17,7	7,3	96,0
Tomnatic	Diametru 2023 (mm)	51,5	19,4	13,6	109,9
Vidra	Diametru 2023 (mm)	49,2	22,6	8,1	126,4
Tomnatic	Înălțime 2022 (cm)	219,7	75,9	35,0	456,0
Vidra	Înălțime 2022 (cm)	240,1	101,9	30,0	570,0
Tomnatic	Înălțime 2023 (cm)	263,0	84,1	40,0	515,0
Vidra	Înălțime 2023 (cm)	278,4	112,3	32,0	660,0
Tomnatic	Creșterea în diametru 2023 (mm)	9,5	10,7	0,0	58,3
Vidra	Creșterea în diametru 2023 (mm)	12,4	10,1	0,0	70,0
Tomnatic	Creșterea în înălțime 2023 (mm)	43,3	21,0	0,0	121,0
Vidra	Creșterea în înălțime 2023 (mm)	38,2	25,5	0,0	190,0

Ciuvăț et al.: Testarea valorii genetice a unor surse de semințe de fag ...

Abreviere: ZI – ziua iuliană.

În ceea ce privește diferențierea populațională (Q_{st}), pentru caracteristicile de creștere, aceasta a variat de la 0,1 (creșterea în înălțime) la 0,36 (fenofaza 01 - debutul umflării mugurilor), cu o medie de 0,21 (**Figura 5**). Pentru caracteristicile morfologice, Q_{st} a variat de la 0,05 (forma coroanei) la 0,2 (înfurcire), cu o medie de 0,12. Toate caracteristicile fenotipice luate în considerare au arătat o diferențiere populațională redusă ($Q_{st} < 0,2$), cu excepția fenofazelor 00 - muguri dorminzi și 01 - muguri umflați și elongați, care au indicat o diferențiere populațională ($Q_{st} > 0,3$).

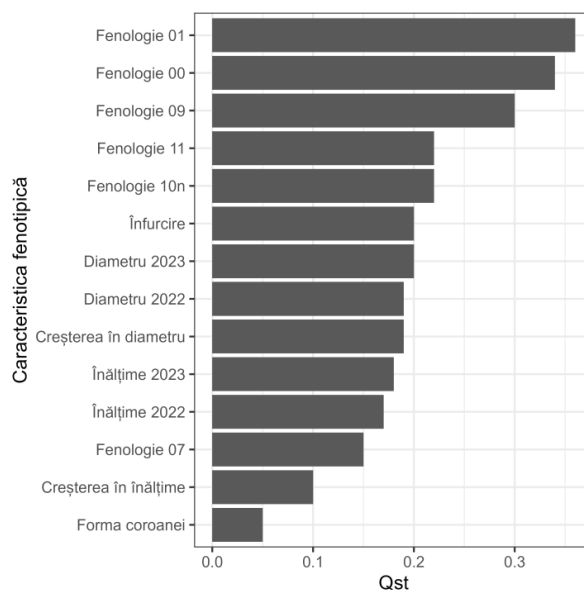


Figura 5. Diferențierea populațională (Q_{st} ; [0, 1]) pentru caracteristicile fenotipice ale arborilor juvenili de fag; abrevieri în concordanță cu tabelul 1, fazele fenologice sunt identificate prin codul BBCH.

Dintre caracteristicile fenotipice analizate, diametrul, unele fenofaze și forma coroanei au fost legate de factorii climatici ai locului de origine al proveniențelor. Cele mai bune modele au explicat peste 40% din variabilitatea datelor (**Tabelul S1**) și toate caracteristicile au fost legate pozitiv de covariabilele lor (**Tabelul 6**). Diametrul și forma coroanei au fost determinate de precipitațiile medii din timpul verii ($R^2 = 0,402$, $p = 0,027$ și $R^2 = 0,422$, $p = 0,022$), astfel încât un sezon de vară umed înseamnă diametre mai mari și o formă mai bună a coroanei. Dintre fenofaze, temperatura medie a celei mai reci luni a fost cel mai bun predictor pentru prima fenofază, 00 - muguri dorminzi ($R^2 = 0,470$, $p = 0,014$), temperatura medie a sezonului de primăvară a fost covariabila pentru a doua fenofază, 01 - muguri umflați și elongați ($R^2 = 0,411$, $p = 0,025$), în timp ce precipitațiile totale anuale au fost variabila explicativă pentru fenofaza 11 - primele frunze desfăcute ($R^2 = 0,459$, $p = 0,016$).

Tabelul 6. Modele liniare ale efectelor random cu climatul

Carcateristici fenotipice	Variabilă climatică	Estimare	Eroare standard	p	R^2
Diametru	Precipitațiile medii din timpul verii	0.027	0.010	0.027	0.402
Forma coroanei	Precipitațiile medii din timpul verii	0.001	0.000	0.022	0.422

Carcateristici fenotipice	Variabilă climatică	Estimare	Eroare standard	p	R ²
00 Muguri dorminzi închiși	Temperatura medie a celei mai reci luni	0.255	0.086	0.014	0.470
01 Muguri umflați și elongați	Temperatura medie a sezonului de primăvară	0.201	0.076	0.025	0.411
11 Primele frunze desfăcute	Precipitațiile totale anuale	0.006	0.002	0.016	0.459

Abrevieri: *p* – probabilitatea de transgresiune, R² – coeficientul de determinare.

4. DISCUȚII

Rezultatele au arătat că supraviețuirea, dezvoltarea și calitatea arborilor juvenili de fag au fost influențate de mediul de plantare, deși nu a fost observată o tendință clară între cele două culturi. Pentru fag rata de supraviețuire scade mult odată cu înaintarea în vârstă, atât din cauza diversilor factori destabilizatori (secetă, înghețuri, dăunători), cât și a competiției intraspecifice. De exemplu, într-un test internațional cu 22 de proveniențe din Bosnia și Herțegovina, procentul de supraviețuire mediu la 3 ani de plantare a fost de 72 %, în scădere cu aproximativ 15% față de supraviețuirea la înființare [37]. Cele două proveniențe românești testate (Aleșd și Alba Iulia) au avut o supraviețuire de 75%, respectiv 53%. În România, în cultura comparativă Fântânele (Bacău), la 8 ani de la plantare, [38] a obținut un procent mediu de supraviețuire de 52%, cu o amplitudine de variație cuprinsă între 79% și 30%, proveniența românească Izbuc-Bihor având o supraviețuire de 74%.

Arborii au în mod semnificativ diametre mai mari și coroane mai bune în cultura de la altitudine mai mare, dar înălțimi mai mici și frecvența mai mare a înfircirii tulpinii decât în cultura de altitudine joasă. Unii factori pot contribui și ei la aceste diferențe; de exemplu, un impact substanțial asupra înălțimii și diametrului arborilor juvenili a fost atribuit variațiilor microstaționale, cu o mortalitate mai mare și habitate mai puțin potrivite din cauza fluctuațiilor de temperatură [39]. În special pe soluri sărace și pe stațiuni eterogene, efectul stațiunii poate fi suficient de puternic pentru a masca variabilitatea populației [40]. Diferența nu foarte mare de altitudine între locațiile de testare și posibila expunere diferită la pășunat ar putea explica, de asemenea, de ce niciuna dintre culturi nu s-a diferențiat semnificativ în ceea ce privește creșterea arborilor juvenili de fag, după cum a rezultat în alte studii [26].

Rezultatele obținute susțin parțial rezultatele anterioare [20,23,26] cu privire la potențialul de plasticitate fenotipică, ceea ce înseamnă că genotipurile similare au capacitatea de a prezenta fenotipuri diferite în medii diferite. În studiul nostru se confirmă ipoteza că plasticitatea fenologică este un bun indicator al variației genetice adaptative la fag, similar cu [20], care a raportat cea mai mare diferențiere a populației și cea mai puternică asociere cu variabilele de mediu ale originii populațiilor în fenologia înmuguririi. Cele mai multe studii privind fenologia arborilor au arătat că aceste trăsături sunt foarte diferențiate datorită compromisurilor adaptative [41].

În cazul nostru, primele faze fenologice sunt un factor principal de diferențiere în populații. O confirmare a plasticității fenologice la fag poate fi găsită la [42], care a raportat variații în debutul dezvoltării frunzelor pe un aliniament cu 102 arbori de fag, distanțați uniform. La fag, fenologia

Ciuvăț et al.: Testarea valorii genetice a unor surse de semințe de fag ...

este considerată o trăsătură labilă, datorită schimbării rapide a fenotipului fiecărui individ aproape la fel de rapid ca mediul înconjurător, ceea ce duce la o lipsă de modele individuale care pot fi considerate o strategie de minimizare a riscurilor de sincronizare fenologică [7].

Trăsăturile fenotipice ale fagului sunt puternic influențate de schimbările sezoniere ale climatului [7]. Era de așteptat să existe variații genetice între diferite locații în ceea ce privește caracteristicile arborilor potențial adaptabili ca creștere și morfologie. În plus, din cauza selecției diversificatoare anterioare, era de așteptat ca aceste schimbări să fie conectate la mediile originare ale proveniențelor [41].

Rezultatele noastre, corelațiile efectelor random cu factorii climatici, au indicat că o trăsătură de creștere - fenologia și una morfologică - forma coroanei - au prezentat variații ale populației determinate de climă. S-a observat că o medie crescută a temperaturii lunii celei mai reci înseamnă că mugurii dorminzi rămân în această stare mai puțin, în timp ce o temperatură medie mai mare de primăvară înseamnă umflarea mai devreme a mugurilor. Pentru fenologia mugurilor, s-au găsit asocieri cu temperatura și în rândul populațiilor de fag din Pirinei și Alpii elvețieni [23,44].

În cazul caracteristicilor morfologice (forma coroanei), [26] au găsit un rezultat similar, explicat prin importanța deosebită pentru arborii tineri de a rezista în stadiul de dezvoltare juvenilă. O altă caracteristică morfologică, înfurcirea este un defect structural a cărui apariție este determinată atât genetic, cât și de factorii de mediu. Ritmul fenologic (pornirea în vegetație) asociat cu înghețurile târzii și dominanța apicală sunt factori determinați genetic, pe când o serie de factori cum ar fi competiția, vătămările cauzate de factori biotici, rupturile provocate de vânt sau zăpadă sunt factori determinați de mediu. Stabilirea frecvenței arborilor înfurciți poate furniza informații utile în stabilirea factorilor cu cea mai mare influență în apariția acestui defect. Frecvența arborilor înfurciți mai mare în cultura Tomnatic în comparație cu Vidra ar putea fi explicată și prin prezența la întrevale destul de dese a înghețurilor târzii în cultura de la altitudine mai mare.

Relația dintre fenofaze și precipitații trebuie interpretată cu precauție, nefiind doar una statistică atât timp cât a doua covariabilă candidată este precipitația medie din timpul iernii (**Tabelul S1**). Conform asocierilor noastre fenotip-mediu observate, disponibilitatea apei este o altă forță importantă a mediului care conduce la diferențierea populației; acest lucru este susținut și de prezența genului *Fagus* în emisfera nordică, care este legată atât de temperatură, cât și de umiditate [20]. Mai multe teste de teren au evidențiat că diferențierea genetică observată între populațiile de fag din diferite regimuri de apă a fost determinată de nivelurile contrastante de stres cauzat de secetă [20]. În studiul nostru, asocierile dintre fenotipuri și disponibilitatea apei sugerează că arborii tineri din locuri uscate - de exemplu, stațiuni caracterizate prin precipitații mai scăzute de iarnă, secetă mai lungă de vară, echilibru hidric mai scăzut în perioada de vegetație - au crescut cu cele mai slabe coroane din punct de vedere silvicultural și își desfac frunzele mai devreme.

5. CONCLUZII

Variabilitatea genetică a populațiilor de fag din Carpații românești demonstrează importanța acestui areal natural în menținerea biodiversității ecosistemelor forestiere din Europa. Supraviețuirea, creșterea și morfologia arborilor tineri este influențată de condițiile locului de testare (mediul abiotic), dar niciunul dintre locurile de testare din teren nu a putut să explice pe

Ciuvăț et al.: Testarea valorii genetice a unor surse de semințe de fag ...

deplin acest lucru. Diferențierea populațională și plasticitatea fenotipică au fost evidențiate pentru primele două fenofaze ale arborilor juvenili de fag. Relația cu caracteristicile staționale la locul de origine al proveniențelor a fost determinată atât de temperatură (două caracteristici fenologice), cât și de precipitații (două trăsături de creștere și una morfologică). Pentru a explora în continuare potențialul combinat al adaptării genetice și al plasticității fenotipice la fag este necesar ca studiile viitoare să fie efectuate cu structuri familiale cunoscute la nivelul proveniențelor.

FINANȚARE

Articolul s-a realizat în cadrul proiectului PN23090302 (din cadrul Programului Nucleu FORCLIMSOC 2023-2026, al INCDS "Marin Drăcea"), finanțat de Ministerul Cercetării, Inovării și Digitalizării.

MATERIALE SUPLIMENTARE

Nu este cazul.

CONFLICT DE INTERESE

Autorii nu declară niciun conflict de interese.

ANEXE

Tabelul S1. Modelele ale efectelor random cu factorii de mediu

Caracteristica fenotipică	Covariabilă	R ²	p	AIC
Diametru	Precipitațiile medii din timpul verii	0.402	0.027	42.067
Forma coroanei	Precipitațiile medii din timpul verii	0.422	0.022	-31.247
00 Muguri dormanți închiși	Temperatura medie a celei mai reci luni	0.452	0.017	19.186
00 Muguri dormanți închiși	Temperatura medie anuală	0.431	0.02	19.655
00 Muguri dormanți închiși	Temperatura medie a primăverii	0.409	0.025	20.099
00 Muguri dormanți închiși	Cea mai lungă perioadă fără îngheț	0.402	0.027	20.236
00 Muguri dormanți închiși	Numărul zilelor fără îngheț	0.402	0.027	20.243
00 Muguri dormanți închiși	Temperatura medie a celei mai calde luni	0.363	0.038	21.005
00 Muguri dormanți închiși	Procentul de argilă între 30-60 cm	0.341	0.046	21.415
00 Muguri dormanți închiși	Altitudine	0.339	0.047	21.45
01 Debutul umflării mugurilor	Temperatura medie a primăverii	0.412	0.025	23.913
01 Debutul umflării mugurilor	Cea mai lungă perioadă fără îngheț	0.39	0.03	24.345
01 Debutul umflării mugurilor	Procentul de argilă între 30-60 cm	0.386	0.031	24.426
01 Debutul umflării mugurilor	Temperatura medie anuală	0.385	0.031	24.452
01 Debutul umflării mugurilor	Temperatura medie a celei mai reci luni	0.383	0.032	24.481
01 Debutul umflării mugurilor	Altitudine	0.382	0.032	24.507
01 Debutul umflării mugurilor	Numărul zilelor fără îngheț	0.372	0.035	24.685
01 Debutul umflării mugurilor	Indicele annual al aridității	0.359	0.039	24.934
11 Primele frunze desfăcute	Precipitațiile anuale totale	0.459	0.016	29.529
11 Primele frunze desfăcute	Precipitațiile medii din timpul iernii	0.346	0.044	31.797

Abrevieri: R² – coeficientul de determinare, p – probabilitatea de transgresiune, AIC – Akaike Information Criterion. Cu bold sunt modelele finale selectate.

EXTENDED ABSTRACT – REZUMAT EXTINS

Title in English: Testing the genetic value of beech (Fagus sylvatica L.) seed sources from Romania

Introduction: For a sustainable forest management adapted to climate change, the use of reproductive forest materials appropriate to the climatic conditions of the planting site is essential. There is a long tradition of testing trees in comparative field trials of provenances, initially with the aim of establishing the best seed sources for plantations, based on the balance between productivity and adaptation. The beech (*Fagus sylvatica* L.) is the most widespread species of deciduous tree in Europe, and in Romania it is the most important species in terms of area - 31% of the entire forest fund. Trees can adapt to climate change through phenotypic plasticity, defined as the ability of individuals to change their phenotype in response to their environment. Growth and morphology are key characteristics of juvenile trees, important in selection as future trees for quality timber production. The present study analyzed the influence on survival, growth and morphology of juvenile beech trees of: (1) the test site conditions (abiotic environment), (2) the genetic differences between populations, i.e. between trees of different origins and (3) the way in which they are connected with the environment and climate of the place of origin of the provenances.

Materials and methods: As seed sources were used 12 beech populations, planted in 2010 and transferred in 2013 in two field tests – Tomnatic and Vidra; a total of 3888 of saplings were planted. In each culture, characteristics associated with survival, growth and morphology were measured, and in the Tomnatic field test also phenology. Each individual diameter was measured 2 cm from the ground using an electronic caliper, and the total height from the ground to the top using a telescopic ruler. Trunk shape was visually assessed according to a 3-class classification, while crown shape on a 4-class scale. Phenological observations were carried out in six stages. Mixed effects models were used in the analysis of variance and the population differentiation was determined based on their variances. Relationships between juvenile tree phenotypes and environmental factors at the provenance location were analyzed with simple linear models between population random effects derived from analyzes of variance and environmental variables at the original provenance location.

Results: Survival was higher in Tomnatic than in Vidra, diameter was greater in Tomnatic than in Vidra (both for 2022 and 2023 measurement years), and height was greater in Vidra field test than in Tomnatic field test in 2022 and was undifferentiated in 2023. Diameter growth was greater in Tomnatic than in Vidra, while height growth were less in Tomnatic than in Vidra. In the case of morphological phenotypic characteristics, the Tomnatic field test had more forked trees and more trees with crowns of silvicultural value than Vidra. We recorded population differentiation ($Qst > 3$) for the first two phenophases (dormant buds closed and onset of bud swelling). Among the traits, diameter, some phenophases and crown shape were linked to climatic factors at the place of origin of the provenances.

Discussion: The results showed that the development and quality of juvenile beech trees were influenced by the planting environment, although no clear trend was observed between the two field tests. Trees have significantly larger diameters and better crowns in the higher elevation field test, but lower heights and more stem bifurcation than in the lower elevation field test. Our results partially support previous results regarding the potential for phenotypic plasticity, meaning that similar genotypes have the ability to display different phenotypes in different environments. In our study we found support for phenological plasticity, which is a good indicator of adaptive genetic variation to the beech tree; most studies on tree phenology have shown that these traits are highly differentiated due to adaptive trade-offs. Our results, the correlations of random effects with climatic factors, indicated that one growth trait - phenology and one morphological - crown shape - showed climate-driven population variations.

Conclusions: Population variations suggest a rich reservoir of genetically diverse beech populations in the Romanian Carpathians. Young tree growth and morphology is influenced by test site conditions (abiotic environment), but none of the field test sites could fully account for this. Population differentiation and phenotypic plasticity were found for the first two phenophases of juvenile beech trees. The relationship with the environmental characteristics at the place of origin of the provenances was determined by both temperature (two phenological characteristics) and precipitation (two growth traits and one morphological).

Keywords: beech, provenance, phenotypic plasticity, survival, growth, morphology, phenology

REFERINȚE

1. Fady, B.; Cottrell, J.; Ackzell, L.; Alía, R.; Muys, B.; Prada, A.; González-Martínez, S.C., 2016: Forests and Global Change: What Can Genetics Contribute to the Major Forest Management and Policy

- Challenges of the Twenty-First Century? *Regional Environmental Change* 16, 927–939, doi:10.1007/s10113-015-0843-9.
2. Hazarika, R.; Bolte, A.; Bednarova, D.; Chakraborty, D.; Gaviria, J.; Kanzian, M.; Kowalczyk, J.; Lackner, M.; Lstibůrek, M.; Longauer, R.; et al., 2021: Multi-Actor Perspectives on Afforestation and Reforestation Strategies in Central Europe Under Climate Change. *Annals of Forest Science* 78, 60, doi:10.1007/s13595-021-01044-5.
3. Langlet, O. Two Hundred Years Genecology, 1971: *Taxon* 20, 653–721.
4. Aitken, S.N.; Yeaman, S.; Holliday, J.A.; Wang, T.; Curtis-McLane, S., 2008: Adaptation, Migration or Extirpation: Climate Change Outcomes for Tree Populations. *Evolutionary Applications* 1, 95–111.
5. Bolte, A.; Czajkowski, T.; Kompa, T., 2007: The North-Eastern Distribution Range of European Beech—a Review. *Forestry: An International Journal of Forest Research* 80, 413–429, doi:10.1093/forestry/cpm028.
6. Inventarul Forestier Național, 2024. Rezultate Inventarul Forestier Național, ciclul 2.
7. Capdevielle-Vargas, R.; Estrella, N.; Menzel, A., 2015: Multiple-Year Assessment of Phenological Plasticity Within a Beech (*Fagus sylvatica* L.) Stand in Southern Germany. *Agricultural and Forest Meteorology* 211–212, 13–22, doi:10.1016/j.agrformet.2015.03.019.
8. Ellenberg, H. Beech and Mixed Beech Woods, 1988: In *Vegetation ecology of Central Europe*; Cambridge University Press, pp. 71–138.
9. Vitasse, Y.; Bottero, A.; Cailleret, M.; Bigler, C.; Fonti, P.; Gessler, A.; Lévesque, M.; Rohner, B.; Weber, P.; Rigling, A.; et al. 2019: Contrasting Resistance and Resilience to Extreme Drought and Late Spring Frost in Five Major European Tree Species. *Global Change Biology* 25, 3781–3792, doi:10.1111/gcb.14803.
10. Leuschner, C., 2020: Drought Response of European Beech (*Fagus Sylvatica* L.)—A Review. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 47, 125576, doi:10.1016/j.ppees.2020.125576.
11. Rita, A.; Camarero, J.J.; Nolè, A.; Borghetti, M.; Brunetti, M.; Pergola, N.; Serio, C.; Vicente-Serrano, S.M.; Tramutoli, V.; Ripullone, F., 2020: The Impact of Drought Spells on Forests Depends on Site Conditions: The Case of 2017 Summer Heat Wave in Southern Europe. *Global Change Biology* 26, 851–863, doi:10.1111/gcb.14825.
12. Hanewinkel, M.; Cullmann, D.A.; Schelhaas, M.-J.; Nabuurs, G.-J.; Zimmermann, N.E., 2013: Climate Change May Cause Severe Loss in the Economic Value of European Forest Land. *Nature Climate Change* 3, 203–207, doi:10.1038/nclimate1687.
13. Zimmermann, J.; Hauck, M.; Dulamsuren, C.; Leuschner, C., 2015: Climate Warming-Related Growth Decline Affects *Fagus Sylvatica*, But Not Other Broad-Leaved Tree Species in Central European Mixed Forests. *Ecosystems (New York, N.Y.)*, 18, 560–572, doi:10.1007/s10021-015-9849-x.
14. Enescu, V.; Muhs, H.J., 1988: Introduction to a Variability Study in Beech (*Fagus sylvatica* L.) in Roumania. In *Korpel S., Paule L. (Eds.): 3. IUFRO Buchensymposium. Zvolen 1991*, pp. 85–92.
15. Ionitã, L.; Pârnutã, G., 2011: Current State of European Beech (*Fagus Sylvatica* L.) Gene-Pool in Romania. In *COST Action E 52 Genetic resources of beech in Europe – current state*; Johann Heinrich von

Thünen-Institut Federal Research Institute for Rural Areas, Forestry and Fisheries: Braunschweig, pp. 201–209.

16. Lazăr, A.N.; Bnadici, G., 2009: Interpopulational Variability in Natural Beech Populations (*Fagus Sylvatica* L.) of the Intra-Carpathian Area of Romania. *Analele Universității din Oradea, Fascicula: Protecția Mediului XIV*, 565–571.

17. Urechiatu, M., 1992: Diversite Et Polimorphisme de l'hetre de Roumanie. [Diversity and Polimorphisme of Beech in Romania]. In *Rosselo E. R. (Ed.): Actas del Congreso Internacional del Haya. Pamplona, Spain*, pp. 307–310.

18. von Wühlisch, G.; Muhs, H.J., 2010: Current State of European Beech (*Fagus Sylvatica* L.) Forests in Germany. In *Communicationes Instituti Forestalis Bohemicae. COST Action E52: Genetic resources of beech in Europe - current state. Implementing output of COST Action E52 Project 'Evaluation of beech genetic resources for sustainable forestry (2006-2010); Vol. 25*.

19. Mihai, G.; Sofletea, N.; Curtu, A.L.; Pârnută, G.; Ionitã, L.; Stuparu, E.; Popescu, F.; Teodosiu, M., 2008: Evaluări privind variatia genetică a principalelor specii de arbori forestieri din România în vederea stabilirii surselor de semințe testate. *Revista Pădurilor* 123, 3–10.

20. Frank, A.; Pluess, A.R.; Howe, G.T.; Sperisen, C.; Heiri, C., 2017: Quantitative Genetic Differentiation and Phenotypic Plasticity of European Beech in a Heterogeneous Landscape: Indications for Past Climate Adaptation. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 26, 1–13

21. Nicotra, A.B.; Atkin, O.K.; Bonser, S.P.; Davidson, A.M.; Finnegan, E.J.; Mathesius, U.; Poot, P.; Purugganan, M.D.; Richards, C.L.; Valladares, F.; et al., 2010: Plant Phenotypic Plasticity in a Changing Climate. *Trends in Plant Science* 15, 684–692, doi:10.1016/j.tplants.2010.09.008.

22. Bussotti, F.; Pollastrini, M.; Holland, V.; Brüggemann, W., 2015: Functional Traits and Adaptive Capacity of European Forests to Climate Change. *Environmental and Experimental Botany* 111, 91–113, doi:10.1016/j.envexpbot.2014.11.006.

23. Vitasse, Y.; Hoch, G.; Randin, C.F.; Lenz, A.; Kollas, C.; Scheepens, J.F.; Körner, C., 2013: Elevational Adaptation and Plasticity in Seedling Phenology of Temperate Deciduous Tree Species. *Oecologia* 171, 663–678, doi:10.1007/s00442-012-2580-9.

24. Eilmann, B.; Sterck, F.; Wegner, L.; de Vries, S.M.; Von Arx, G.; Mohren, G.M.; den Ouden, J.; Sass-Klaassen, U., 2014: Wood Structural Differences Between Northern and Southern Beech Provenances Growing at a Moderate Site. *Tree Physiology* 34, 882–893, doi:10.1093/treephys/tpu069.

25. Stojnić, S.; Orlović, S.; Miljković, D.; Galić, Z.; Kebert, M.; von Wuehlisch, G., 2015: Provenance Plasticity of European Beech Leaf Traits Under Differing Environmental Conditions at Two Serbian Common Garden Sites. *European Journal of Forest Research* 134, 1109–1125, doi:10.1007/s10342-015-0914-y.

26. Frank, A.; Heiri, C.; Kupferschmid, A.D., 2019: Growth and Quality of *Fagus Sylvatica* Saplings Depend on Seed Source, Site, and Browsing Intensity. *Ecosphere (Washington, D.C)* 10, e02580, doi:10.1002/ecs2.2580.

27. Matyas, C., 1996: Climatic Adaptation of Trees: Rediscovering Provenance Tests. *Euphytica: Netherlands Journal of Plant Breeding* 92, 45–54.

28. Petřík, P.; Grote, R.; Gömöry, D.; Kurjak, D.; Petek-Petrik, A.; Lamarque, L.J.; Sliacka Konôpková, A.; Mukarram, M.; Debta, H.; Fleischer, P., 2022: The Role of Provenance for the Projected Growth of Juvenile European Beech Under Climate Change. *Forests* 14, 26, doi:10.3390/f14010026.
29. Wallgren, M.; Bergquist, J.; Bergström, R.; Eriksson, S., 2014: Effects of Timing, Duration, and Intensity of Simulated Browsing on Scots Pine Growth and Stem Quality. *Scandinavian Journal of Forest Research* 29, 734–746, doi:10.1080/02827581.2014.960896.
30. Pârnuță, G.; Budeanu, M.; Stuparu, E.; Scărlătescu, V.; Chesnoiu, E.N.; Tudoroiu, M.; Filat, M.; Nica, M.S.; Teodosiu, M.; Lorent, A., 2012: *Catalogul Național al Materialelor de Bază pentru Producerea Materialelor Forestiere de Reproducere*; Editura Silvică: București
31. Meier, U., 1997: *Growth Stages of Mono- and Dicotyledonous Plants*. BBCH Monograph; Berlin: Blackwell
32. Prout, T.; Barker, J.S., 1993: F Statistics in *Drosophila Buzzatii*: Selection, Population Size and Inbreeding. *Genetics* 134, 369–375, doi:10.1093/genetics/134.1.369.
33. Spitze, K., 1993: Population Structure in *Daphnia Obtusa*: Quantitative Genetic and Allozymic Variation. *Genetics* 135, 367–374, doi:10.1093/genetics/135.2.367.
34. Campbell, R.K., 1979: Genecology of Douglas-Fir in a Watershed in the Oregon Cascades. *Ecology* 60, 1036–1050, doi:10.2307/1936871.
35. Hengl, T.; de Jesus, J.M.; Heuvelink, G.B.M.; Gonzalez, M.R.; Kilibarda, M.; Blagotić, A.; Shangguan, W.; Wright, M.N.; Geng, X.; Bauer-Marschallinger, B.; et al., 2017: SoilGrids250m: Global Gridded Soil Information Based on Machine Learning. *PLOS ONE* 12, e0169748, doi:10.1371/journal.pone.0169748.
36. Chakraborty, D.; Dobor, L.; Zolles, A.; Hlásny, T.; Schueler, S., 2021: High-Resolution Gridded Climate Data for Europe Based on Bias-Corrected EURO-CORDEX: The ECLIPS Dataset. *Geoscience Data Journal* 8, 121–131, doi:10.1002/gdj3.110.
37. Ballian D.; Zukić N., 2011: Analysis of the growth of common beech provenances (*Fagus sylvatica* L.) in the international experiment near Kakanj. *Radovi Šumarskog fakulteta Univerziteta u Sarajevu* 41(2): 75-91.
38. Ioniță L., 2009: Variația genetică a principalelor specii de arbori forestieri: evaluări în culturi compartive – fagul (*Fagus sylvatica* L.). În: Mihai, G. (ed), *Surse de semințe testate pentru principalele specii de arbori forestieri din România*. Editura Silvică, București, pp. 99-116.
39. Gömöry, D.; Paule, L.; Gömöryová, E., 2011: Effects of Microsite Variation on Growth and Adaptive Traits in a Beech Provenance Trial. *Journal of Forest Science* 57, 192–199, doi:10.17221/88/2010-JFS.
40. Dupré, S.; Thiébaud, B.; et al., 1986: Morphologie Et Architecture Des Jeunes hêtres (*Fagus sylvatica* L.) Influence Du Milieu, Variabilité génétique. *Annales des Sciences Forestières* 43: 85–102.
41. Alberto, F.J.; Aitken, S.N.; Alía, R.; González-Martínez, S.C.; Hänninen, H.; Kremer, A.; Lefèvre, F.; Lenormand, T.; Yeaman, S.; Whetten, R.; et al., 2013: Potential for Evolutionary Responses to Climate Change—Evidence from Tree Populations. *Global Change Biology* 19, 1645–1661, doi:10.1111/gcb.12181.

Ciuvăț et al.: Testarea valorii genetice a unor surse de semințe de fag ...

42. Baumgartner, A., 1952: Zur Phänologie von Laubböhlzern Und Ihre Anwendung Bei Lokalklimatischen Untersuchungen. *Berichte des DWD in der US-Zone* 42, 69–73.
43. Von Wuehlisch, G.; Krusche, D.; Muhs, H.-J., 1995: Variation in Temperature Sum Requirement for Flushing of Beech Provenances. *Silvae Genetica* 44, 343–346.
44. Vitasse, Y.; Delzon, S.; Bresson, C.C.; Michalet, R.; Kremer, A., 2009: Altitudinal Differentiation in Growth and Phenology Among Populations of Temperate-Zone Tree Species Growing in a Common Garden. *Canadian Journal of Forest Research* 39, 1259–1269, doi:10.1139/X09-054.



TECHNODIVERSITY'S SCIENTIFIC AUDIO-VISUALS: THE STORY BEHIND THEIR RATIONALE AND DEVELOPMENT

Stelian Alexandru Borz^{a,*}, Jörn Erler^b

^aDepartment of Forest Engineering, Forest Management Planning and Terrestrial Measurements, Faculty of Silviculture and Forest Engineering, Transilvania University of Braşov, Şirul Beethoven 1, Braşov 500123, Romania, stelian.borz@unitbv.ro (S.A.B.).

^bTUD Dresden University of Technology, Dresdener Straße 24, Tharandt 01737, Germany, joern.erler1@tu-dresden.de (J.E.).

HIGHLIGHTS

- Technodiversity's scientific audio-visuals came at the end of their development process;
- A full list of 47 files is available in the Appendix and can be accessed on the YouTube.

ARTICLE INFO

Article history:
Manuscript received: 06 March 2024
Received in revised form: 20 March 2024
Accepted: 10 April 2024
Page count: 10 pages.

Article type: Communication

Keywords:

Forest techniques
Sub-processes
e-learning
Audio-visuals
Media
Functions
Work cycle
Action
Description

GRAPHICAL ABSTRACT



ABSTRACT

This year, the Technodiversity project comes at the end of its implementation. Besides the dedicated e-learning platform, and Technodiversity booklet, one of the important results of the project was the production of scientific audio-visuals aimed at exemplifying and explaining the main sub-processes relevant to forest operations, in a harmonized way of presentation. The project consortium has succeeded to produce a number of 47 high-quality-media scientific audio-visuals, accounting for a total duration of close to 5.4 hours. These files cover the main description of the processes by a functiogram, the typical work cycle as of the depicted sub-process, and an audio-visual representation of the action in each sub-process by integrating video, media and voice components. A full list of the audio-visuals is available for watching on the YouTube, covering, among others, operations carried out with chainsaws, fellers, processors, harvesters, chippers, horse logging, farm tractors, cable skidders, grapple skidders, clambunk skidders, forwarders, sledge yarders, tower yarders, and processor tower yarders. The duration of the produced audio-visuals ranges from 3:59 to 11:19 minutes, averaging 6:52 minutes. This work presents the rationale behind the development, materials and methods used in their development, and the structure of audio-visuals.

* Corresponding author. Tel.: +40-742-042-455.
E-mail address: stelian.borz@unitbv.ro

1. TECHNODIVERSITY PROJECT

Technodiversity project – *Harmonizing European education in forest engineering by implementing an e-learning platform to support adaptation and evaluation of forest operations* – was setup as a transnational project aiming to harmonize the European education in forest operations. Its core idea is the diversity in forest operations techniques, from which a decision maker may select, evaluate and compare options based on objective indicators, in order to fit and set the optimal solutions as specific to the diversity in environmental, economic, social and technical conditions found across the European forests. Forest operations had the tendency to replace local techniques by standardization with less, if not at all, concerns on the differentiations in environment, climate and social needs, leading to increased damage to the stands and soils, and to a decline in knowledge about traditional solutions. Technodiversity project brings the European knowledge to the forest owners, contractors, scientists and, more importantly, to students, by building a common basis of technological knowledge and increasing the awareness and sensitivity for diversity in this field, acting this way as a bridge between regions and generations. This introductory part, as well as the rest of this paper use as a bibliographic source, where necessary, the project proposal document.

2. SCIENTIFIC AUDIO-VISUALS IN SHORT

A core-component of the project, supporting efficient teaching and learning, was the development of scientific audio-visuals to enable the interaction with the most commonly used forest techniques, to present them from an organized, system perspective, and to explain their features, advantages and limitations. From this point of view, the project aimed at covering the diversity in forest techniques, as well as the diversity in the forest environments and management systems in which they are typically used. Although the main focus was on explaining by video footage, speech and interactive media components the typical functions, structure of the work cycles, and the advantages and limitations of forest techniques, the scientific audio-visuals were also designed in a way that supported the explanation of important variations in their use.

We all know that knowledge and practical skills related to forest operations are best gained by field experiences, where the students may interact with the forest, machines and ways of doing the work. By observing, they experience these by all their biological sensors. However, safety concerns are sometimes in question, as well as a limited possibility to see a process from end to end. Often, these are coupled with limited possibilities of getting schematic representations and structured explanations on that process.

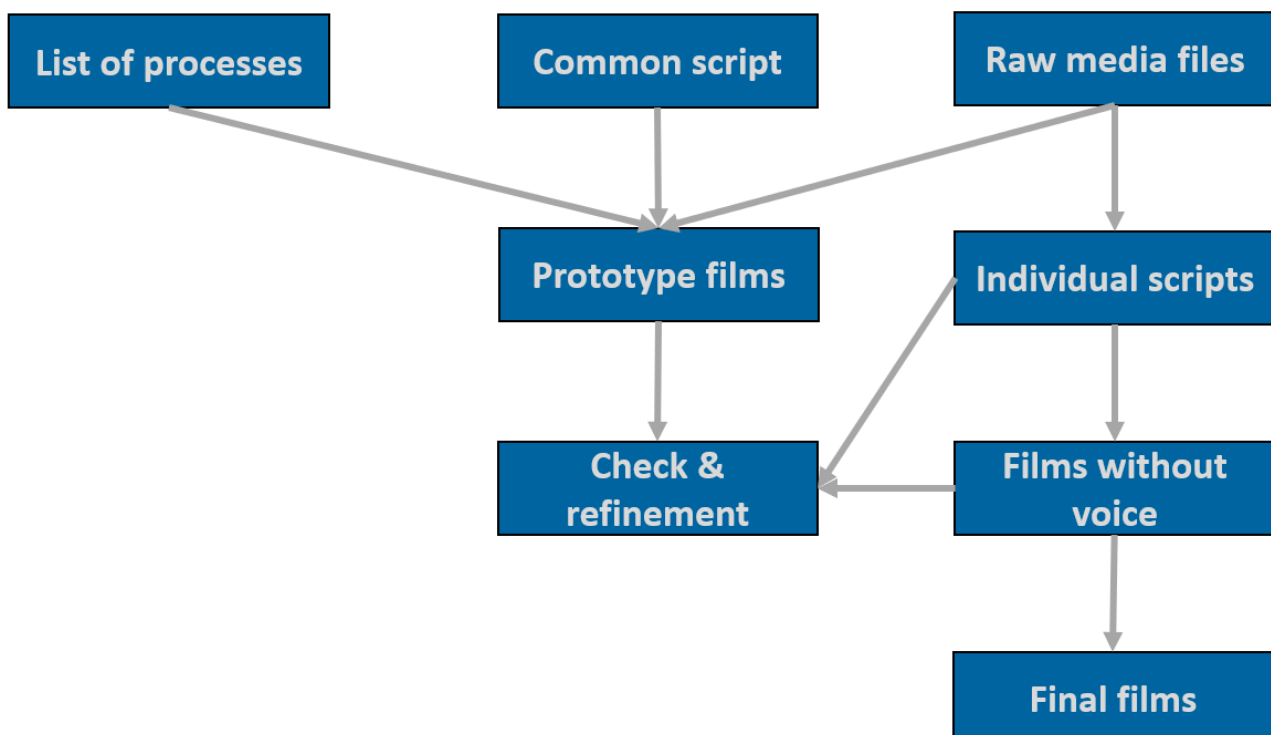
In the near future, the real-life experience used in learning forest operations is unlikely to change significantly, and it remains a good approach to teaching and learning. However, our experiences in the last years of pandemic have also shown us the limitations that such critical situations may bring in teaching and learning a technically-focused discipline, and we faced the need to adapt quickly in our teaching strategies. That is, we had to drop face-to-face attendance

and field experiences, and to rely on the virtual world of teaching by computers and the Internet. Then, as much as we would like to commit ourselves to teaching forest operations, at the end of the day, we may easily find that some real-world examples of harvesting techniques are not accessible to the teachers to show them to the students by field experiences.

From these points of view, the developed scientific audio-visuals have to main purposes: to fill the gap of real-world examples available for teaching activities, and to provide an important resource for learning which makes all the necessary information and explanations readily available in a short film for each technique. They act as a surrogate to field experience, enable a comprehensive learning of forest techniques, and are of help to other interested parties such as the forest operations professionals.

3. DEVELOPMENT OF SCIENTIFIC AUDIO-VISUALS

The process of developing the scientific audio-visuals may be largely divided in *gathering initial data*, *prototyping*, *checking & refinement*, and *final production*, as seen by the information shown in **Figure 1**. The first step was that of using a list of relevant processes, as an initial screening step for getting the raw media files required for the scientific audio-visuals. This list included a number of 45 processes depicting the variation from manual to fully mechanized techniques, and the diversity in tools and machines used in operations, as well as the assignment of the project partners in charge of providing the media files required for development. Roughly at the same time, a common (template) script was developed and discussed in the project's consortium for a general agreement on the organization of the scientific audio-visuals, features to be included, and the characteristics and contents of the raw video files to be collected and used for development.



Borz & Erler: Technodiversity's scientific audio-visuals

Figure 1. Steps used in the development of scientific audio-visuals

Then the necessary raw video files were procured and, along with the general specifications of the template script and the list of processes, the first prototypes of scientific audio-visuals were developed. Essentially, the prototypes were developed by considering several versions of a given process, then they went to a screening process, following the process of checking in the consortium and providing the feedback on improvement potential.

Once an agreement was reached on the best prototype, individual scripts were developed for all the processes based on the available media files. These files had two versions (word and excel) and were developed in two languages (English and Romanian), and they supported the development of films without speaking voice. As of the organization of files, a screening of the available raw media files was done to identify relevant segments in the videos and to match their logic with that intended to be depicted and explained in the final films without voice. This required a careful screening and determination of sequence order and duration, mainly by exact timing of the film sequences and matching with the intended text. Name of the sequences, durations, transitions, media components and their behavior were exactly specified in the excel version of the scripts.

Then, the development of the media components was in place. Microsoft PowerPoint was used to depict and animate the functiograms of the processes, to describe and animate the structure of the work cycles, and to point out in the effective video description part of each process the place of action, the functions observed, and the succession of work elements in a work cycle. These required a careful and detailed development of the media components in order to exactly fit with the visual action from the selected and used raw media files. At this point, intro- and outro short animated films were produced as well, to resemble the logic of the project (intro), and to point out the country from which the media file was gathered, resembling therefore the process characteristics as implemented in that country (outro); pointing out the country of origin was a requirement following the revision of scientific audio-visuals by PhD- and master-level students. The final part of the outro animated sequence was designed to describe the consortium, financing mechanism and terms of use of the scientific audio-visuals. A depiction of the general logic and sequence of the films (version without the voice) is given in **Figure 2**.



Figure 2. An example of the main components in a voiceless audio-visual. The example stands for mechanized harvesting of logs in coniferous forests and the raw media files were collected in Sweden.

Borz & Erler: Technodiversity's scientific audio-visuals

Based on the developed components, raw media files and individual scripts, the scientific audio-visuals were put together by the use of Adobe Premiere Pro ® software, then the resulting files were checked again for feedback from the consortium and from the master level students. All the checking and refining processes were supported by Google Drive ® where the relevant files were uploaded and made accessible to the interested parties. In parallel, the English versions of the scripts were checked and improved within the consortium, by mainly looking for improvements in the logic and technical vocabulary. Then, the script files, video files and the references to the Technodiversity's Glossary were submitted for English screening to a university-level English professor. Following the final corrections, the scripts were ready for integration in the form of a voice in the scientific audio-visuals.

For voice integration, the consortium had two important options, each of them with advantages and limitations. The first option was that of using a natural human voice as recorded when reading the scripts. Although this option would have been added a "human touch" to the scientific audio-visuals, and a more natural way of speaking and depicting the processes by voice, it had some foreseen limitations related to the exact matching with the context shown in the audio-visuals, as well as with a limited ability to alter the speed of speech. In addition, it would have been required a high amount of time spent to put together the media files by breaking all the script in individual sentences from which to produce high quality audio files. In addition, this option would have been implied the use of rather expensive equipment and likely the need to run several times the recording procedure to get to the best phrasing in the audio files. The second option, which was used to develop the final audio-visuals, was that of using AI-powered text-to-speech software. A commercial license of the NaturalReader ® online software was purchased in order to use segments of relevant text to produce the audio files needed. Mainly, this software enables the user to upload text in an on-line platform, alter the intonation, speaking pace and, once satisfied with the outcome as it can be listened by running online, to download the corresponding audio files. Under a commercial license, the software also features several voices in most languages, as well as the possibility to create new voices or to run the featured voices in several speaking contexts. By a random approach, a female voice was chosen and used to convert the text into audio files. Then, the files were matched to the video sequence of the audio-visuals using Adobe Premiere Pro ®, which was also a commercial license purchased for the project.

Once the final versions of the audio-visuals were ready, they were uploaded on the internal Google Drive ® storing platform for checking in the consortium. Following this internal check, the final audio-visuals were uploaded on the YouTube, under a public visibility clause. The links to the YouTube files is provided in **Appendix A**.

3. SUMMARY STATISTICS OF THE SCIENTIFIC AUDIO-VISUALS

In total, 47 high-quality scientific audio-visuals were produced in the lifetime of the project. Of course, this list can be extended in the future with integration of new processes. These audio-visuals cover the main description of the processes by a functiogram, the typical work cycle as of the depicted sub-process, and an audio-visual representation of the action in each sub-process by

Borz & Erler: Technodiversity's scientific audio-visuals

integrating video, media and speech components. Among others, they cover operations carried out with chainsaws, fellers, processors, harvesters, chippers, horse logging, farm tractors, cable skidders, grapple skidders, clambunk skidders, forwarders, sledge yarders, tower yarders, and processor tower yarders. The duration of the produced audio-visuals ranges from 3:59 to 11:19 minutes, averaging 6:52 minutes, of which the standard intro and outro parts account for less than 40 seconds. The processes shown in the final audio-visuals resemble well the European diversity in forests and forest techniques since they come from the northern (Sweden), eastern (Romania), southern (Croatia), western (France) and central Europe (Austria).

FUNDING

This work has received funding through the ERASMUS+ project No. 2021-1-DE01-KA220-HED-000032038: *“Technodiversity - Harmonising European education in forest engineering by implementing an e-learning platform to support adaptation and evaluation of forest operations”*.

ACKNOWLEDGEMENTS

The Authors would like to thank to the Technodiversity project partners for their active involvement in providing the raw media files, descriptions, and checking the content of the audio-visuals. Also, the Authors would like to thank to all companies and workers that accepted to support the project by providing filming access to their working sites, to the English teacher (proofreader) for her excellent work and improvements brought to the final scripts, as well as to the staff committed to the development of the scientific audio-visuals. The Authors acknowledge the support of the Department of Forest Engineering, Forest Management Planning and Terrestrial Measurements by the infrastructure and software licenses provided for the development of scientific audio-visuals.

APPENDIX A**Table A1. List of scientific audio-visuals and their main characteristics**

Name of the audio-visual	Link to YouTube	Length (minutes)	Length (seconds)
1.M_10-23 MECHANIZED HARVESTING OF LOGS - BROADLEAVED TREES	https://youtu.be/CVQuj0p7T3A	07:00	420
2.M_10-11 MOTOR-MANUAL FELLING WITH CHAINSAW	https://youtu.be/a301x5qXDRg	10:18	618
3.M_10-12 MOTOR-MANUAL HARVESTING OF TREE LENGTHS – BROADLEAVED TREES	https://youtu.be/Q4Pxu1VKOMw	08:01	481
4.M_10-13 MOTOR-MANUAL HARVESTING OF LOGS – BROADLEAVED TREES	https://youtu.be/o3duB5-p9Zs	08:40	520
5.M_11-21 PRE-SKIDDING OF FULL TREES WITH A CABLE SKIDDER – CONIFEROUS TREES	https://youtu.be/BRISFeMa3TE	07:37	457
6.M_10-11 MOTOR-MANUAL	https://youtu.be/81joNUS3mX4	05:06	306

Borz & Erler: Technodiversity's scientific audio-visuals

Name of the audio-visual	Link to YouTube	Length (minutes)	Length (seconds)
FELLING WITH CHAINSAW - CONIFEROUS TREES			
7.M_11-21 PRE-SKIDDING OF FULL TREES WITH ANIMALS – BROADLEAVED TREES	https://youtu.be/YAdp_9ELYN8	05:00	300
8.M_21-23 MECHANIZED PROCESSING ON THE TRAIL – BROADLEAVED TREES	https://youtu.be/ivIWZDT1LD8	06:03	363
9.M_21-23 MECHANIZED PROCESSING ON THE TRAIL – CONIFEROUS TREES	https://youtu.be/JfOeIjZfpCY	05:49	349
10.M_22-23 MECHANIZED PROCESSING ON THE TRAIL – BROADLEAVED TREE LENGTHS	https://youtu.be/ddaOJtmpOIE	05:12	312
11.M_11-21 PRE-SKIDDING OF FULL TREES WITH A CABLE SKIDDER – BROADLEAVED TREES	https://youtu.be/dw7iCzb7Zc8	05:02	302
12.M_11-31 PRE-SKIDDING AND SKIDDING OF FULL TREES WITH A CABLE SKIDDER – BROADLEAVED TREES	https://youtu.be/OvOJfF5uhzk	09:17	557
13.M_10-21 MECHANIZED FELLING WITH A FELLER – CONIFEROUS TREES	https://youtu.be/UgCacX6fuow	05:37	337
14.M_11-31 PRE-SKIDDING AND SKIDDING OF FULL TREES WITH A YARDER – BROADLEAVED TREES	https://youtu.be/6ZGfwT-F_bc	05:03	303
15.M_11-31 PRE-SKIDDING AND SKIDDING OF FULL TREES WITH A YARDER - CONIFEROUS TREES	https://youtu.be/Of55dmSvP68	06:08	368
16.M_12-32 PRE-SKIDDING AND SKIDDING OF TREE LENGTHS WITH A YARDER - BROADLEAVED TREE LENGTHS	https://youtu.be/qCYZrJ6Oqlg	05:03	303
17.M_12-32 PRE-SKIDDING AND SKIDDING OF TREE LENGTHS WITH A YARDER - CONIFEROUS TREES LENGTHS	https://youtu.be/KETJvM0gecs	07:03	423
18.M_13-33 PRE-SKIDDING AND SKIDDING OF LOGS WITH A YARDER - CONIFEROUS LOGS	https://youtu.be/ATTF-_2lkPg	06:23	383
19.M_10-22 MECHANIZED HARVESTING OF TREE LENGTHS – CONIFEROUS TREES	https://youtu.be/lplQ4wRkrpE	03:59	239
20.M_13-23 PRE-SKIDDING OF LOGS WITH A CABLE SKIDDER –	https://youtu.be/yBjliX3Alg0	06:16	376

Borz & Erler: Technodiversity's scientific audio-visuals

Name of the audio-visual	Link to YouTube	Length (minutes)	Length (seconds)
BROADLEAVED LOGS			
21.M_21-31 MECHANIZED SKIDDING OF FULL TREES WITH A GRAPPLE SKIDDER - CONIFEROUS TREES	https://youtu.be/Bmj_rPZw_rQ	06:08	368
22.M_23-33 MECHANIZED FORWARDING OF LOGS WITH A WINCH-ASSISTED FORWARDER – CONIFEROUS LOGS	https://youtu.be/frgoYD91Zow	06:28	388
23.M_23-33 MECHANIZED FORWARDING OF LOGS WITH A FORWARDER – BROADLEAVED LOGS	https://youtu.be/xq495qDlfvo	08:12	492
24.M_22-32 MECHANIZED FORWARDING OF TREE LENGTHS WITH A FARM TRACTOR AND A TRAILER - BROADLEAVED TREE LENGTHS	https://youtu.be/II2EL6ExgFg	10:44	644
25.M_31-33 MECHANIZED PROCESSING ON THE FOREST ROAD – CONIFEROUS TREES	https://youtu.be/b8XjA2T76Lc	05:53	353
26.M_31-33 MECHANIZED PROCESSING ON THE FOREST ROAD – BROADLEAVED TREES	https://youtu.be/b8XjA2T76Lc	05:34	334
27.M_10-23 MECHANIZED HARVESTING OF LOGS – CONIFEROUS TREES	https://youtu.be/nHUjErlXqDU	07:24	444
28.M_31-33 MECHANIZED PROCESSING ON THE FOREST ROAD WITH A PROCESSOR TOWER YARDER – CONIFEROUS TREES	https://youtu.be/0MJrXp7CEig	06:05	365
29.M_32-33 MECHANIZED PROCESSING ON THE FOREST ROAD WITH A PROCESSOR TOWER YARDER – CONIFEROUS TREE LENGTHS	https://youtu.be/zr2czmJBjHs	05:54	354
30.M_31-34 MECHANIZED CHIPPING OF FULL TREES ON THE FOREST ROAD – BROADLEAVED AND CONIFEROUS TREES	https://youtu.be/gYVobneP5iM	04:28	268
31.M_23-33 MECHANIZED FORWARDING OF LOGS WITH A FORWARDER – CONIFEROUS LOGS	https://youtu.be/6AXv94akPpo	10:29	629
32.M_33-34 MECHANIZED CHIPPING OF LOGS AT THE FOREST ROAD - BROADLEAVED LOGS	https://youtu.be/uU1xseTHpOU	05:35	335

Borz & Erler: Technodiversity's scientific audio-visuals

Name of the audio-visual	Link to YouTube	Length (minutes)	Length (seconds)
33.M_10-33 MECHANIZED FELLING, SKIDDING AND PROCESSING AT THE FOREST ROAD WITH A HARSKIDDER - BROADLEAVED AND CONIFEROUS TREES	https://youtu.be/QRp0c2yJY28	08:49	529
34.M_21-23 MECHANIZED PROCESSING OF FULL TREES ON THE TRAIL - BROADLEAVED AND CONIFEROUS TREES	https://youtu.be/gzqQATBWccY	06:24	384
35.M_31-32 MOTOR-MANUAL DELIMBING OF FULL TREES WITH A CHAINSAW AT THE FOREST ROAD – BROADLEAVED TREES	https://youtu.be/hGuImkUOa9U	04:13	253
36.M_32-33 MOTOR-MANUAL CROSS-CUTTING OF TREE LENGTHS WITH A CHAINSAW AT THE FOREST ROAD – BROADLEAVED TREE LENGTHS	https://youtu.be/-2jjbGcKc0w	05:18	318
37.M_23-33 MECHANIZED FORWARDING OF LOGS WITH A FARM TRACTOR AND A TRAILER – BROADLEAVED LOGS	https://youtu.be/2jGDuoSfP9Q	09:35	575
38.M_13-33 PRE-SKIDDING AND SKIDDING OF LOGS WITH A CABLE SKIDDER – BROADLEAVED LOGS	https://youtu.be/jOnJX5JjA14	09:11	551
39.M_22-32 SKIDDING OF TREE LENGTHS WITH A CLAM-BUNK SKIDDER – BROADLEAVED TREE LENGTHS	https://youtu.be/xUJ7cCC1b7I	09:03	543
40.M_13-33 PRE-SKIDDING AND SKIDDING OF LOGS WITH A FARM TRACTOR EQUIPPED WITH A WINCH – BROADLEAVED LOGS	https://youtu.be/t-ttzoMZQo0	10:32	632
41.M_13-23 PRE-SKIDDING OF LOGS WITH A FARM TRACTOR EQUIPPED WITH A WINCH – BROADLEAVED LOGS	https://youtu.be/AB-AFpSkkmG	06:20	380
42.M_21-31 SKIDDING OF FULL TREES WITH A CABLE SKIDDER – BROADLEAVED TREES	https://youtu.be/bXnjGC_zKiY	07:49	469
43.M_22-32 SKIDDING OF TREE LENGTHS WITH A CABLE SKIDDER – BROADLEAVED TREES LENGTHS	https://youtu.be/PxSbLT0WvFI	06:33	393
44.M_11-12 MOTOR-MANUAL DELIMBING OF FULL TREES – CONIFEROUS TREES	https://youtu.be/54eGc6-yyas	05:17	317

Borz & Erler: Technodiversity's scientific audio-visuals

Name of the audio-visual	Link to YouTube	Length (minutes)	Length (seconds)
45.M_13-23 PRE-SKIDDING OF LOGS WITH ANIMALS – BROADLEAVED LOGS	https://youtu.be/_zEHYHWXOBU	04:35	275
46.M_13-33 PRE-SKIDDING AND SKIDDING OF LOGS WITH A YARDER – BROADLEAVED LOGS	https://youtu.be/UL8SW_05TLk	11:19	679
47.M_32-33 MECHANIZED PROCESSING OF TREE LENGTHS AT THE FOREST ROAD – CONIFEROUS TREE LENGTHS	https://youtu.be/QL5JeyEye5E	06:21	381
TOTAL		5.381 hours	19370 seconds

EXTENDED ABSTRACT – REZUMAT EXTINS

Titlu în română: Materialele audiovizuale ale proiectului Technodiversity: povestea din spatele rațiunilor și dezvoltării lor

Rezumat: Anul acesta, proiectul Technodiversity ajunge la finalul implementării sale. Pe lângă platforma e-learning dedicată și cartea Technodiversity, unul dintre rezultatele importante ale proiectului a fost producerea de materiale audiovizuale științifice menite să exemplifice și să explice principalele sub-procese relevante pentru operațiile forestiere de exploatare a lemnului, într-un mod armonizat de prezentare. Consorțiul proiectului a reușit să producă un număr de 47 de materiale audiovizuale științifice de înaltă calitate, având o durată totală de aproape 5,4 ore. Aceste fișiere acoperă descrierea principalelor procese printr-o diagramă funcțională, ciclul de muncă tipic pentru (sub)procesul descris și o reprezentare audio-vizuală a acțiunii în fiecare proces, prin integrarea componentelor video, grafice și audio. O listă completă a materialelor audiovizuale este disponibilă pentru vizionare pe YouTube, care acoperă, printre altele, operațiile efectuate cu ferăstraie mecanice, mașini multifuncționale de recoltare, tocătoare, atelaje, tractoare agricole, tractoare forestiere și funiculare. Durata materialelor audio-vizuale produse variază de la 3:59 la 11:19 minute, cu o medie de 6:52 minute. Această lucrare prezintă rațiunea din spatele dezvoltării, materialele și metodele utilizate în dezvoltarea lor și structura materialelor audiovizuale.

Cuvinte cheie: tehnici forestiere, sub-procese, e-learning, materiale audio-vizuale, media, funcții, ciclu de muncă, acțiune, descriere.



20 DE ANI DE SILVICULTURĂ LA U.S.A.M.V. BUCUREȘTI

Mihai Enescu^a

Programul de studii Silvicultură, Facultatea de Agricultură, Universitatea de Științe Agronomice și Medicină Veterinară din București (U.S.A.M.V.B.), Bulevardul Mărăști, nr. 59, București-011464, România, mihai.enescu@agro-bucuresti.ro

REPERE

- În urmă cu 20 de ani, au fost reluate cursurile de Silvicultură la Facultatea de Agricultură din București.
- Evenimentul festiv a avut loc în Aula Magna "Petre S. Aurelian" a U.S.A.M.V. București.
- La manifestare, au fost prezenți peste o sută de participanți, cadre didactice, absolvenți și studenți.

INFORMAȚII ARTICOL

Istoricul articolului:
Manuscris primit la: 10 iunie 2024
Primit în forma revizuită: 13 iunie 2024
Acceptat: 15 iunie 2024
Număr de pagini: 3 pagini.

Tipul articolului:
Comunicare

Cuvinte cheie:

Silvicultură
U.S.A.M.V. București
Agricultură
20 de ani
Festivitate

REZUMAT GRAFIC



REZUMAT

În 28 mai 2024, a fost organizat în Aula Magna "Petre S. Aurelian" a Universității de Științe Agronomice și Medicină Veterinară din București, evenimentul festiv de marcare a 20 de ani de la reluarea studiilor la programul Silvicultură, în cadrul Facultății de Agricultură. Manifestarea s-a bucurat de participarea a peste o sută de persoane, cadre didactice, absolvenți și studenți. Întâlnirea a fost condusă de domnul prof. univ. dr. Leonard Ilie, decanul Facultății de Agricultură, iar, pe rând, membrii prezidiului au adresat auditoriului mesajele încărcate cu povețe și emoții. La rândul lor, absolvenții au adresat cuvinte de mulțumire cadrelor didactice și au rememorat unele dintre cele mai frumoase momente trăite în anii studenției. Întâlnirea a fost, de asemenea, un bun prilej pentru absolvenți și studenți de a împărtăși reciproc din experiențele și aspirațiile personale. *Vivat, Crescat, Floreat, Silvicultură U.S.A.M.V. București!*

20 DE ANI DE SILVICULTURĂ LA U.S.A.M.V. BUCUREȘTI

În urmă cu 20 de ani, în cadrul Facultății de Agricultură din Universitatea de Științe Agronomice și Medicină Veterinară din București se reluau cursurile la programul de studii Silvicultură. În acest context, în 28 mai 2024, în Aula Magna "Petre S. Aurelian" a Universității de Științe Agronomice și Medicină Veterinară din București a fost organizat un eveniment festiv, la care au participat cadre didactice, absolvenți și studenți.

Istoria programului de Silvicultură începe în anul 1867 când "Școala Națională de Agricultură de la Pantelimon" primește denumirea de "Școala Centrală de Agricultură și Silvicultură" de la Herăstrău.

Festivitatea a fost deschisă de domnul prof. univ. dr. Leonard Ilie, decanul Facultății de Agricultură din București. Au urmat luările de cuvânt din partea domnului prof. univ. dr. Mircea Mihalache, prorector U.S.A.M.V. București, domnului dr. ing. Ioan Seceleanu, domnului conf. univ. dr. Mihai Daia, doamnei dr. ing. Georgeta Mihai, domnului dr. ing. Gheorghe Mohanu și absolventului primei promoții, respectiv domnul dr. ing. Cătălin Gutue.

În continuare, în semn de apreciere atât pentru prestigioasa activitatea didactică și științifică, cât și pentru contribuția adusă la dezvoltarea programului de studii Silvicultură și pentru formarea specialiștilor în domeniul Silvicultură, domnul decan a acordat diplome de excelență cadrelor didactice, titulare și asociate, care au activat ori încă activează în cadrul facultății.

Partea cea mai emoționantă a festivității a fost cea în care, pe rând, mai mulți absolvenți din promoții diferite au luat cuvântul și au exprimat cuvinte de apreciere și mulțumire la adresa profesorilor. Printre aceste intervenții, remarcăm discursul domnului dr. ing. Albert Ciceu care, în prezent, urmează studiile postdoctorale la Centrul Federal Austriac de Cercetare pentru Păduri din Viena. Au fost, de asemenea, trei intervenții ale absolvenților care în prezent conduc ocoale silvice, respectiv domnul ing. Ciprian Silvestru, șeful O.S. Vintilă Vodă, D.S. Buzău, domnul ing. Bogdan Mihalache, șeful O.S. Brănești, D.S. Ilfov și domnul ing. Ionuț Militaru, șeful O.S. Ghimpați, D.S. Giurgiu. Tot din rândul absolvenților care activează în administrația silvică un discurs motivațional a avut și domnul ing. Ionel Uță, secretarul Consiliului de Administrație al Regiei Naționale a Pădurilor ROMSILVA.

Un alt discurs încărcat cu emoție a fost cel al domnului dr. ing. Flavius Bălăcenoiu, cercetător științific în cadrul Institutului Național de Cercetare-Dezvoltare în Silvicultură "Marin Drăcea" și cadru didactic asociat la Facultatea de Agricultură, Specializarea Silvicultură. Și domeniul înființării de noi culturi forestiere a fost bine reprezentat, prin domnul ing. Cosmin Sandu, administratorul unei firme atestate pentru lucrări de împădurire, respectiv prin doamna ing. Georgiana Arsene și domnul ing. Anton Căramidă, membri ai inițiativei *Plantăm fapte bune în România*.

În încheiere, domnul prof. univ. dr. Leonard Ilie a adresat mulțumiri participanților și a subliniat importanța și rolul jucat de programul de studii Silvicultură în pregătirea specialiștilor a căror misiune este aceea de a asigura o gestionare sustenabilă a fondului forestier.

Vivat, Crescat, Floreat!

Enescu: 20 de ani de Silvicultură la USAMV București



a



b

Aspecte din timpul întâlnirii: a – Prof. univ. dr. Leonard Ilie, decanul Facultății de Agricultură, b – Participanți (cadre didactice, absolvenți și studenți)

MULȚUMIRI

Adresăm mulțumiri absolvenților noștri, ing. George Paul Nicolae, ing. Cosmin Sandu și ing. Aurel Tudor pentru sprijinul acordat în realizarea acestui eveniment deosebit, precum și domnului ing. Adrian Ilie care, prin puieții ornamentali produși în pepiniera proprie, ne-a creat un decor viu.

REZUMAT EXTINS – EXTENDED ABSTRACT

Title in English: 20 years of Forestry at U.A.S.V.M. Bucharest

Abstract: On May 28, 2024, the festive event marking 20 years since the resumption of studies in the Forestry program, within the Faculty of Agriculture, was organized in the "Petre S. Aurelian" Aula Magna of the University of Agronomic Sciences and Veterinary Medicine in Bucharest. The event was attended by over a hundred people, teachers, graduates and students. The meeting was led by Prof. Dr. Leonard Ilie, Dean of the Faculty of Agriculture, and, one by one, the members of the presidium addressed the audience with messages full of stories and emotions. The graduates thanked to the teaching staff and recalled some of the most beautiful moments experienced during their studies. The meeting was also a good opportunity for alumni and students to share personal experiences and aspirations. Vivat, Crescat, Floreat, Forestry U.A.S.V.M. Bucharest!

Keywords: Silviculture, U.A.S.V.M. București, Agriculture, 20 years, Forestry

Erată

Caracteristici biometrice ale arborilor din parcurile Brașovului- Studii de caz: Parcul Gheorghe Dima și Parcul Ina Schaeffler

László DUDÁS^{a,b}, Elena Camelia MUSAT^{a,*}

^aDepartamentul de Exploatare Forestiere, Amenajarea Pădurilor și Măsurători Terestre, Facultatea de Silvicultură și Exploatare Forestiere, Universitatea Transilvania din Brașov, Șirul Beethoven 1, Brașov 500123, România, dudaslaszlo28@gmail.com (L.D.), elena.musat@unitbv.ro (E.C.M.).

^b Departamentul de Ingineria Mediului, Universitatea Tehnico-Economică, Budapesta, Ungaria

În articolul publicat în Revista Pădurilor 138(4) (2023), 1-22, secțiunea: „În cazul aceleiași treceri au fost măsurate și înălțimile arborilor, cu același aparat, însă acesta a fost setat în modul „VD” pentru măsurarea distanțelor verticale. Operatorul s-a deplasat la o distanță de arbore astfel încât vârful acestuia să fie vizibil și s-a poziționat astfel încât picioarele operatorului să fie pe aceeași curbă de nivel cu baza arborelui. Apoi s-a vizat la vârful arborelui după care s-a notat în caietul de teren valoarea indicată de aparat. Ulterior, la aceste date s-a adăugat și înălțimea de la nivelul ochilor operatorului până la sol (**Figura 1a**). În cazurile în care operatorul nu s-a putut poziționa pe aceeași curbă de nivel cu arborele, aflându-se mai jos de baza arborelui, s-a vizat la baza trunchiului, iar valoarea obținută s-a scăzut din valoarea ulterior măsurată prin vizarea la vârful arborelui (**Figura 1b**). La aceasta nu s-a adăugat înălțimea operatorului. În cazurile în care operatorul era poziționat mai sus de baza arborelui, la prima măsurătoare s-a vizat la baza arborelui și a rezultat o valoare negativă, care s-a adăugat la cea de-a doua, obținută prin viză la vârful arborelui (**Figura 1c**). Nici la aceste date nu a fost adăugată înălțimea operatorului.

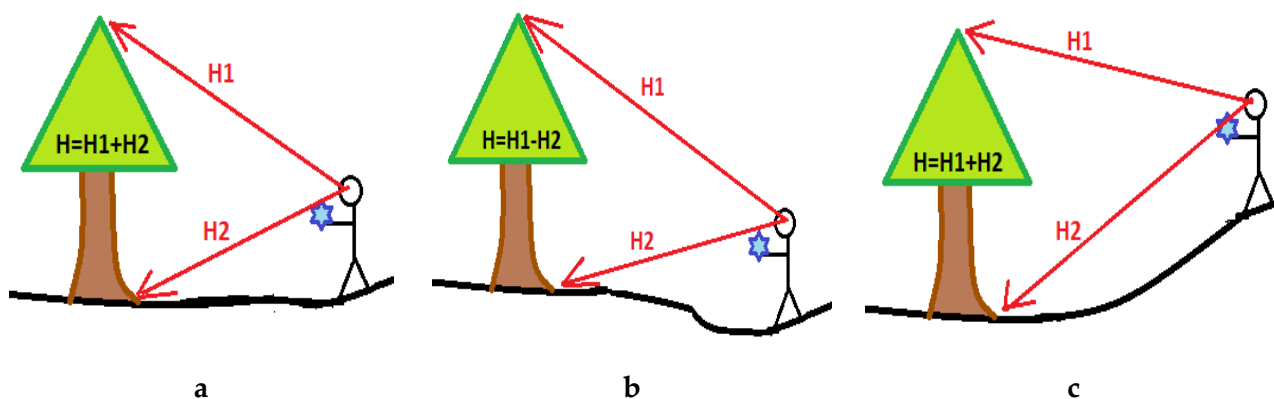


Figura1. Metodologia aplicată în cazul măsurării înălțimii arborilor: a - situația în care operatorul s-a aflat pe aceeași curbă de nivel cu arborele măsurat; b - situația în care baza arborelui s-a situat mai sus de operator; c - situația în care baza arborelui s-a aflat mai jos de operator."

se înlocuiește cu:

„În cazul aceleiași treceri au fost măsurate și înălțimile arborilor, cu același aparat, însă acesta a fost setat în modul „VD” pentru măsurarea distanțelor verticale. Operatorul s-a deplasat la o distanță de arbore astfel încât vârful acestuia să fie vizibil și s-a poziționat astfel încât picioarele operatorului să fie pe aceeași curbă de nivel cu baza arborelui. Apoi s-a vizat la vârful arborelui după care s-a notat în caietul de teren valoarea indicată de aparat. Ulterior, la aceste date s-a adăugat și înălțimea de la nivelul ochilor operatorului până la sol (Figura 1).

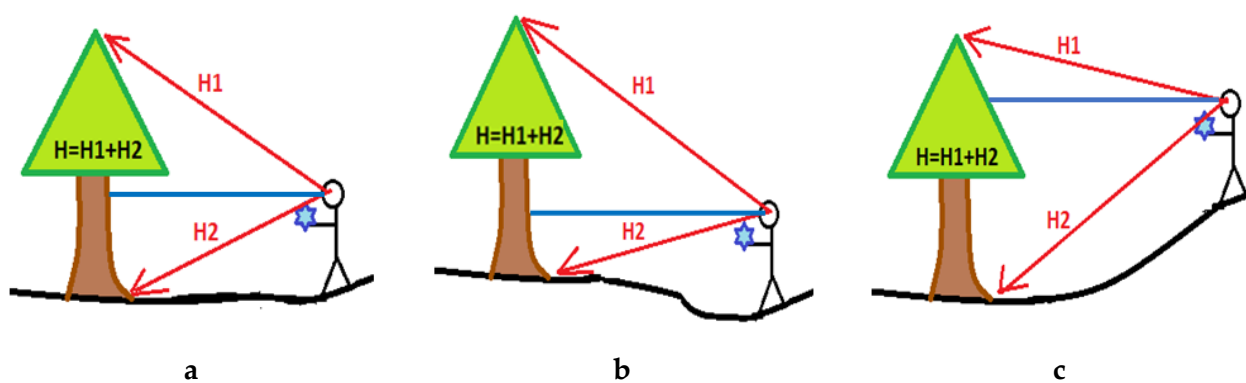


Figura1. Metodologia aplicată în cazul măsurării înălțimii arborilor: a - situația în care operatorul s-a aflat pe aceeași curbă de nivel cu arborele măsurat; b - situația în care baza arborelui s-a situat mai sus de operator; c - situația în care baza arborelui s-a aflat mai jos de operator."