

Dinamica și caracteristicile creșterii a șase clone de plop hibrid pe parcursul unui ciclu de producție într-o plantație comparativă din Depresiunea Rădăuți

I.C. Dănilă, D. Avăcăriței, A. Savin, C.C. Roibu, O. Bouriaud, M.L. Duduman, L. Bouriaud

Dănilă I.C., Avăcăriței D., A. Savin, Roibu C.C., Bouriaud O., Duduman M.L., Bouriaud L. 2015. The dynamics and growth characteristics of six hybrid poplar clones during a production cycle in a comparative plantation from Rădăuți Depression. Bucov. For. 15(1): 19-30.

Abstract. The poplar (*Populus* spp.) plays an important role in worldwide forest economy, responding to the necessities of obtaining high biomass production in a short time. Short rotation forests (SRF) are developing continuously in Romania. Several studies have been undertaken to identify the clones with high productivity and suitable technologies. The aim of this study was to register the annual increments in diameter, height and volume in an experimental poplar crops with a short-term rotation of 5 years. The poplar cultures are composed from 6 types of hybrid poplar clones (AF2, AF6, Monviso, A4A, Pannonia and Max4) with a density of 2667 trees ha⁻¹. The research results show a clear differentiation among clones' increments. The highest increments were obtained with AF2 and AF6 clones in five years, with almost 0.038 m³ an⁻¹. The lowest increment was observed for Max4 clone with 0.028 m³.

Keywords poplar clones, short rotation forestry, growth productivity

Autori. Iulian-Constantin Dănilă (iuliandanila@usm.ro) - Universitatea „Ștefan cel Mare” Suceava, Facultatea de Silvicultură, str. Universității 13, 720229, Suceava, jud. Suceava, Laboratorul de Ecologie Aplicată, Laboratorul de Biometrie Forestieră; Daniel Avăcăriței, Cătălin-Constantin Roibu - Universitatea „Ștefan cel Mare” Suceava, Facultatea de Silvicultură, str. Universității 13, 720229, Suceava, jud. Suceava, Laboratorul de Biometrie Forestieră; Alexei Savin, Mihai-Leonard Duduman - Universitatea „Ștefan cel Mare” Suceava, Facultatea de Silvicultură, str. Universității 13, 720229, Suceava, jud. Suceava, Laboratorul de Ecologie Aplicată; Olivier Bouriaud - Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare în Silvicultură “Marin Drăcea”, Stațiunea de Cercetare-Dezvoltare și Experimentare-Producție Câmpulung Moldovenesc, Calea Bucovinei 73 bis, 725100 - Câmpulung Moldovenesc; Laura Bouriaud - Universitatea „Ștefan cel Mare” Suceava, Facultatea de Silvicultură, str. Universității 13, 720229, Suceava, jud. Suceava.

Manuscris primit 15 mai 2015, revizuit 25 iulie 2015, acceptat 3 august 2015, publicat online 16 august 2015.

Introducere

Presiunile actuale pe piața lemnului conduc la disfuncționalități pentru livrările de materie primă către beneficiari (Nichiforel și Bouriaud 2004). Astfel, aceștia reușesc din ce în ce mai greu să acceseze resursa lemnoasă clasică (păduri cu ciclu de producție ridicat). O alternativă viabilă în acest sens este utilizarea de lemn provenit din culturi artificiale cu productivitate ridicată și cu cicluri de producție scurte, reducând totodată presiunea asupra pădurilor naturale (Maini și Cayford 1968, John 2001).

La nivel global se observă un interes tot mai mare față de producția de biomasă pentru energie (Goldemberg și Teixeira 2004, Coelho 2004, Bioenergy 2009) pe fondul limitării rezervelor de combustibili fosili și în contextul creșterii avantajelor pe linie de protecția mediului (Uri et al. 2002, Kauter et al. 2003, Don et al. 2012).

Importanța creșterii cantității de biomasă forțează obținerea unui randament de creștere tot mai mare în intervale de timp cât mai scurte (Stoffel 1998, Röhle et al. 2008). Plopii (*Populus* spp.) prin numeroșii lor hibrizi răspund acestor cerințe, iar cultivarea lor devine o parte importantă a economiei forestiere (Keays et al. 1974, Ball et al. 2005). În regiunile temperate plopii hibrizi prezintă o creștere rapidă și produc lemn cu calități superioare (Heilman 1999, Dickmann 2001).

În România, a crescut interesul pentru culturile cu ciclu scurt de producție pe fondul modernizării tehnologiilor de cultivare. În același timp, țara noastră oferă un potențial ridicat de terenuri marginale care se pretează pentru instalarea acestor culturi (MEF 2010, Werner et al. 2012), aspect care a atras atenția la numeroși investitori. Astfel, începând cu anul 2009, investitorul privat FE Agrar Rădăuți a instalat suprafețe semnificative cu culturi de acest gen în podișul Sucevei (STRoMA 2012).

Pe plan internațional există numeroase studii

comparative privind productivitatea diferitelor clone de plop, realizate în locații geografice ce prezintă condiții pedo-climatice diferite de cele specifice podișului Sucevei (Paris et al. 2010, Nielsen et al. 2014). Pe de altă parte, studiile efectuate în România până în prezent au fost realizate în locații de luncă (luncile Dunării, Prutului, Jiului etc.) (Filat et al. 2010, Fara et al. 2010), nefiind studiată dezvoltarea unor astfel de culturi în zone colinare. În acest context, în anul 2009 a fost instalată prima cultură experimentală cu scopul de a compara productivitatea mai multor clone de plop ținând cont de schema de plantare și de tipul de material de regenerare folosit, în condițiile staționale locale specifice zonei dintre localitățile Rădăuți și Dornești (Coșofreț și Dănilă 2014). Primele investigații realizate în aceste culturi au avut ca scop analiza dinamicii și a caracteristicilor creșterilor radiale, în înălțime și volum pentru șase clone de plop hibrid pe parcursul unui ciclu de producție de 5 ani.

Material și metodă

Locul cercetărilor

Suprafața experimentală a fost instalată în primăvara anului 2009 în depresiunea Rădăuților (în partea de nord-est a României) (47° 50' 52,87" N, 25° 57' 59,09" E), pe o suprafață de teren de cca. 3,25 ha ce a avut anterior folosință agricolă. Condițiile staționale sunt caracteristice unui climat temperat continental, cu o temperatură medie anuală de cca. 7°C și precipitații care cumulează în medie cca. 600 mm an⁻¹ (Sandu 2008). Solul este de tip Faeoziom cambic (clasa Cernisoluri), moderat acid (pH = 5.0-5.5), intens humifer (H > 4%) cu o troficitate ridicată, omogen și bine echilibrat textural, prielnic instalării culturilor de plop (Savin et al. 2014).

Design experimental

Studiul efectuat este parte componentă (ca bloc experimental distinct) din cadrul unui experiment mai amplu, care a vizat testarea diferențelor privind producția de biomasă în funcție de clona testată, schema de plantare și tipul de material reproducător. Suprafața în cauză a fost pregătită pentru instalare în anul 2008 prin efectuarea unor lucrări de desfundare a solului, cât și prin aplicarea unui erbicid total pe întreaga suprafață. În primăvara anului 2009, după operațiunile de mărunțire și afânare a solului, au fost instalate blocurile experimentale constituite din unități monoclonale (60 x 9 m), dispuse după metoda pătratului Latin. Au fost instalate 6 clone de plop: “A4A” *P. x canadensis*, “AF6” *P. nigra* L. x *P. x generosa* A. Henry, “AF2” *P. x canadensis* Moench, “Monviso” *P. x generosa* A. Henry, “Max4” *P. nigra* x *P. maximowiczii* și “Pannonia” *P. x euramericana*, fiecare clonă fiind plantată în minim două unități monoclonale. Ca tip de material reproducător, au fost utilizate sade (cca. 180 cm lungime și diametru de 1,5-3 cm), care au fost plantate mecanizat la o adâncime de cca. 65 cm, utilizând o schemă de plantare de 3 x 1,25 m (instalând câte 3 rânduri pentru fiecare unitate monoclonală), însumând 144 exemplare unitatea⁻¹ și 2667 exemplare ha⁻¹. După instalarea suprafeței experimentale, în primii doi ani de vegetație s-au efectuat o serie de lucrări de întreținere, constând în două afânări pe an și erbicidări specifice. De asemenea, în al doilea an, pe spațiile dintre rândurile de plop s-au administrat nămoluri din bazinele de decantare a apelor pluviale de pe platforma industrială vecină culturii experimentale, fără însă a exista informații privind cantitatea și calitatea acestora.

Colectarea datelor

Datele necesare efectuării analizelor de creștere au fost colectate direct în teren după încheierea unui ciclu de producție de 5 ani, în acest scop,

în perioada ianuarie – februarie 2014 fiind recoltate 80 de exemplare de plop din cele 6 clone. Din fiecare unitate monoclonală omogenă s-au recoltat câte 5 exemplare alese sistematic de pe rândul din mijloc, în total pentru clonele A4A, AF6, Max4 și Pannonia recoltându-se câte 10 exemplare, iar pentru clonele AF2 respectiv Monviso câte 20 exemplare.

Fiecare exemplar doborât a fost supus unui protocol de măsurători biometrice, care prevedea determinarea creșterilor anuale în înălțime și rază. Înălțimile au fost măsurate direct pe fusul arborelui (asigurând o precizie de 1 cm), în locul de inserție pe ax a segmentelor de trunchi de ordin inferior. Pentru măsurarea creșterilor radiale anuale au fost prelevate rondele de-a lungul fusului din trunchi de la diverse înălțimi (de la bază, 1 m, 2 m și jumătatea piesei cu diametrul cuprins între 8 și 2 cm). Acestea au fost uscate, șlefuite și scanate la rezoluție de 2400 DPI pentru citirea cu ajutorul programului Coorecorder și CDendro 7.8 (Electronik, 2007). Analiza creșterilor în rază au fost efectuate pe rondeaua de la baza ($h \approx 0,01$ m, cu corelație $r = 0,792$ cu rondeaua de la 1 m), care surprinde toți anii de vegetație.

Pe baza creșterilor anuale radiale (fără coajă) și înălțime s-a determinat volumul fiecărui exemplar recoltat, acesta a fost împărțit în piese de trunchi și s-a determinat prin formula trunchiului de con (unde au fost disponibile diametre la ambele capete pentru fiecare an de vegetație) și formula conului pentru creșterile terminale.

Analiza datelor

Testarea diferențelor dintre clonele studiate în ce privesc creșterile în diametru, înălțime sau volum s-a făcut utilizând testul ANOVA atunci când distribuțiile au fost normale (aspect verificat cu testul Shapiro-Wilk), în caz contrar folosindu-se testul nonparametric Kruskal-Wallis. Pentru stabilirea semnificației diferențelor s-a folosit testul Tukey HSD ($P \leq 0,05$) (ANOVA) și testul Dunn ($P \leq 0,05$) (Kruskal-Wallis) (Zar 2009). Analiza corelației s-a efectuat

pe baza coeficienților Pearson și Spearman (pentru datele care nu urmează o distribuție normală). Pentru clasificarea clonelor s-a uti-

lizat analiza “cluster”, cu metoda Ward pentru calculul distanțelor dintre variabile (Anderberg 2014). Prelucrarea și analiza datelor s-a

Tabel 1 Rezultatele testului ANOVA privind diferențele dintre creșterile radiale a clonelor de plop testate

Factorul de influență	<i>DF</i>	<i>F</i>	<i>P</i>
Analiza creșterilor radiale curente:			
Clona	5	3,1973	0,0077
Anul	4	291,0418	< 0,0001
Analiza creșterilor radiale cumulate:			
Clona (2009: cultura de 1 an)	5	17,676	< 0,0001
Clona (2010: cultura de 2 ani)	5	14,724	< 0,0001
Clona (2011: cultura de 3 ani)	5	6,275	< 0,0001
Clona (2012: cultura de 4 ani)	5	4,325	0,002
Clona (2013: cultura de 5 ani)	5	4,254	0,002

Notă. Abrevieri: *DF* - numărul gradelor de libertate, *F* - mărimea efectului conform distribuției Fischer, *P* - semnificația statistică a rezultatelor.

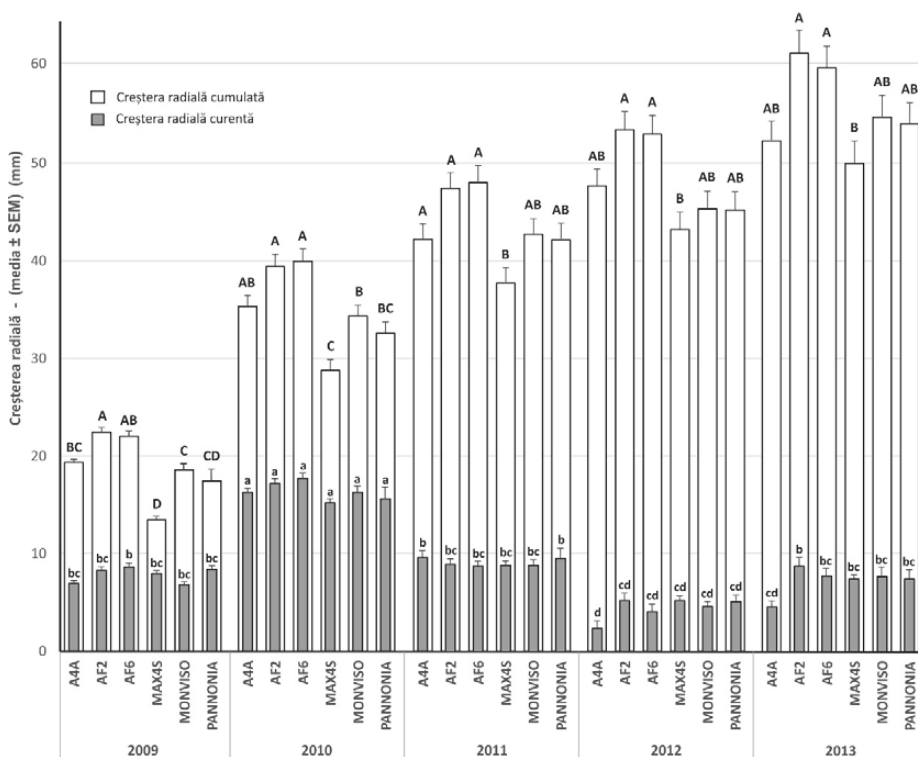


Figura 1 Dinamica creșterilor radiale curente și cumulate

Notă. A,B,C,D – semnificația testului statistic a creșterilor cumulate pentru fiecare clonă și an de vegetație; a,b,c,d – semnificația testului statistic pentru creșterile curente a clonelor pe întreg ciclu de vegetație. Creșterile radiale cumulate aferente unui anumit an însoțite de aceeași literă nu diferă semnificativ de la o clonă la alta pentru $P \leq 0,05$ (testul Tukey). Creșterile radiale curente însoțite de aceeași literă nu diferă semnificativ de la o clonă la alta indiferent de an pentru $P \leq 0,05$ (testul Tukey).

realizat cu aplicația XLStat 2012.

Rezultate

Dinamica creșterilor radiale

Creșterile radiale curente au variat semnificativ pe parcursul celor 5 ani indiferent de clonă (tabelul 1). Cele mai importante creșteri s-au înregistrat în anul al doilea (2010), acestea fiind semnificativ diferite de cele înregistrate în restul anilor. Cele mai reduse creșteri radiale s-au înregistrat în anul al patrulea (2012). Creșterile radiale din anul 2009 sunt similare cu cele din anii 2011 și 2013 indiferent de clonă (figura 1).

La nivel de clonă, cele mai reduse creșteri s-au înregistrat în anul 2012 pentru clona A4A ($3,29 \pm 1,17$ mm), iar cele mai importante s-au înregistrat la clona AF6 în anul 2010 ($17,73 \pm 2,23$ mm). În general, creșterile radiale anuale au variat nesemnificativ de la o clonă la alta, mai puțin în anul al cincilea (2013), când A4A a crescut semnificativ mai puțin decât AF2. De la un an la altul, cea mai mare variabilitate a creșterii radiale se înregistrează la clona A4A, care s-a departajat în sens negativ de celelalte clone prin creșterile reduse înregistrate în ultimii doi ani (figura 1).

Dinamica creșterilor radiale cumulate înregistrate pe parcursul celor 5 ani este similară pentru clonele testate. Diferențele semnificative între creșterile radiale cumulate se reduc de la un an la altul, menținându-se însă pentru clona Max4, care - radial - a acumulat semnificativ mai puțin comparativ cu clonele AF2 și AF6. Clonele MONVISO și PANNONIA au avut un comportament similar al creșterilor radiale pe tot parcursul experimentului, depășind în ultimul an clona A4A.

Gruparea ierarhică a clonelor arată în primul rând similaritatea dintre clonele AF6 și AF2 (cu cea mai mică distanță dintre centre, conform dendrogramei), și cea dintre clonele Pannonia și Monviso. Ultimele două clone se asociază cu clona A4A într-o categorie secundară de valori medii. Depășind primul pas de similaritate clona Max4 se grupează în categoria clonelor de valori medii, care se unește în final cu grupul clonelor cu cele mai mari creșteri (primul grup menționat) la distanța Ward cea mai mare (figura 2).

Dinamica creșterilor în înălțime

Dinamica creșterilor în înălțime prezintă o corelație puternică și pozitivă cu cea a diametrelor (cca. 0,89), unde coeficientul de corelație variază de la 0,91 pentru clona Pannonia la

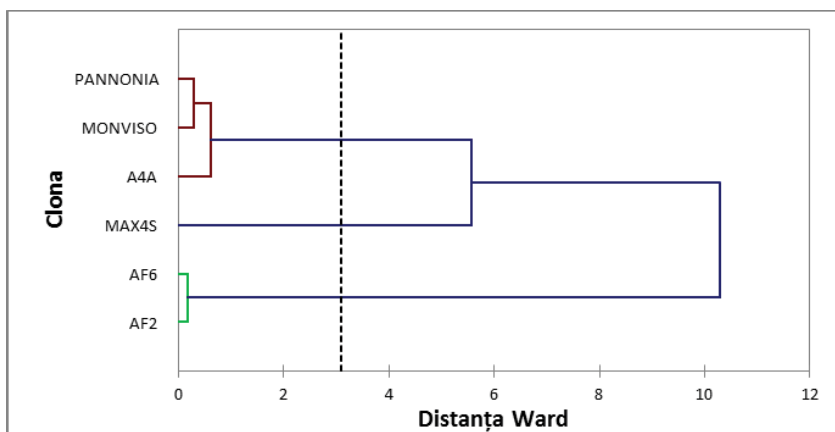


Figura 2 Gruparea clonelor în raport cu creșterile radiale

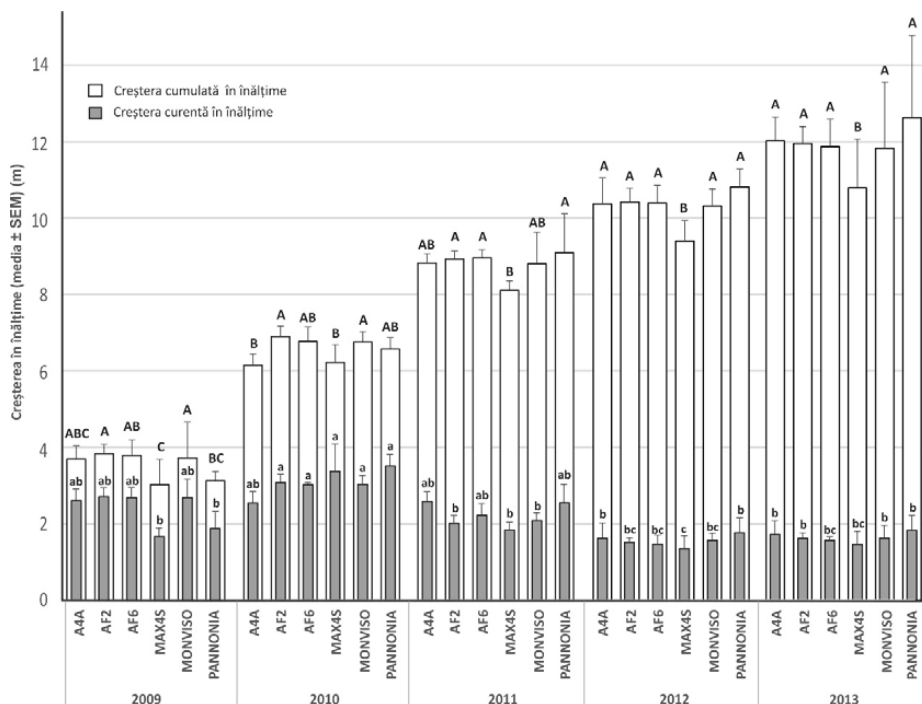


Figura 3 Dinamica creșterilor curente și cumulate în înălțime

Notă. A,B,C – semnificația testului statistic a creșterilor cumulate pentru fiecare clonă și an de vegetație; a,b,c – semnificația testului statistic pentru creșterile curente a clonelor pe întreg ciclul de vegetație. Creșterile cumulate în înălțime aferente unui anumit an însoțite de aceeași literă nu diferă semnificativ de la o clonă la alta pentru $P \leq 0,05$ (testul Dunn). Creșterile curente în înălțime însoțite de aceeași literă nu diferă semnificativ de la o clonă la alta indiferent de an pentru $P \leq 0,05$ (testul Dunn).

0,84 pentru clona AF2.

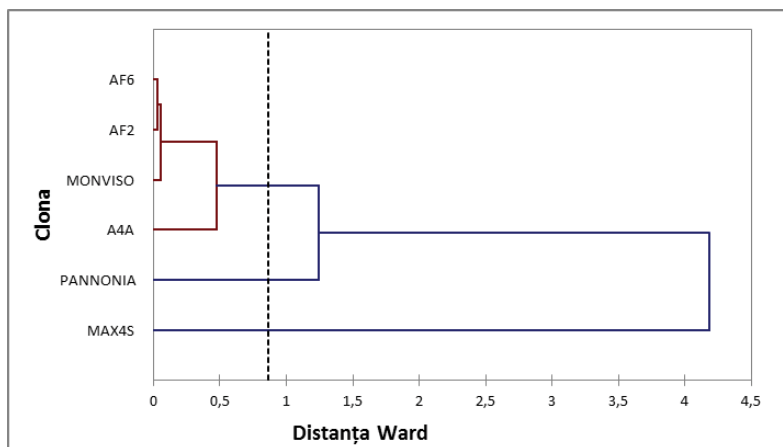
Cele mai mari creșteri în înălțime s-au înregistrat în anul doi de vegetație (2010), mai puțin pentru clona A4A care a crescut mai bine în anul trei de vegetație (2011). Începând cu cel de-al treilea an de cultură (sau al patrulea în cazul clonei A4A), creșterile în înălțime s-au redus semnificativ (figura 3). Înălțimile variază de la $3,53 \pm 0,35$ m în primul sezon de vegetație la o valoare de $11,84 \pm 0,81$ m în ultimul an de vegetație. Se remarcă clona Pannonia care atinge în 5 ani înălțimea de $12,62 \pm 2,18$ m și clona A4A care ajunge la $12,02 \pm 0,94$ m. Cele mai reduse înălțimi sunt atinse de către Max4, de $10,78 \pm 0,37$ m. Aceasta din urmă, prezintă cea mai slabă creștere în înălțime pentru tot ciclul de vegetație, mai puțin în al doilea sezon de vegetație, unde prezintă o creștere superioară

clonei A4A.

Raportat la creșterile curente, nu apar diferențe semnificative interclonale, dacă se analizează creșterile pe întreaga perioadă ($P = 0,1307$), în schimb apar diferențe semnificative anuale indiferent de clona studiată ($P < 0,0001$) (tabelul 2). Suprafață experimentală se caracterizează printr-o creștere medie în înălțime după 5 ani de producție de $2,13 \pm 0,41$ m an⁻¹, indiferent de clonă. Unde cea mai mare creștere este atinsă de către clona Pannonia în anul doi de vegetație ($3,45 \pm 0,37$ m), iar cea mai mică de către clona Max4 în anul 4 de vegetație ($1,29 \pm 0,36$ m). Clona Max4 este clona cu cea mai mare variabilitate pe parcursul ciclului de vegetație (figura 3). Creșterile cumulate induc cea mai mare variabilitate a diferențelor interclonale în primul an de vegetație, iar cea mai

Tabel 2 Rezultatele testului Kruskal-Wallis privind diferențele dintre creșterile în înălțime a clonelor de plop testate

Factorul de influență	DF	K	P
Analiza creșterilor în înălțime curente:			
Clona	5	8,5008	0,1307
Anul	4	263,9076	<0,0001
Analiza creșterilor în înălțime cumulate:			
Clona (2009: cultura de 1 an)	5	29,6626	<0,0001
Clona (2010: cultura de 2 ani)	5	20,3869	0,0011
Clona (2011: cultura de 3 ani)	5	11,0800	0,0498
Clona (2012: cultura de 4 ani)	5	14,6642	0,0119
Clona (2013: cultura de 5 ani)	5	19,2068	0,0018

**Figura 4** Gruparea clonelor în raport cu creșterile în înălțime

mică în cel de-al treilea an (tabelul 2).

De asemenea, clonele prezintă o grupare ierarhică de similaritate puternică pentru clonele AF6, AF2, Monviso și A4A (figura 4), unde la primul pas de asociere clonele Max4 și Pannonia rămân izolate de restul clonelor, reprezentând practic valorile extreme ale analizei. Toate celelalte clone sunt considerate asemănătoare ca valori și se asociază în grupuri de similaritate de valori medii.

Dinamica creșterilor în volum

Volumul este corelat puternic cu creșterea diametrelor ($r = 0,81$) și moderat cu cea a înălțimilor ($r = 0,66$).

Indiferent de clonă și sezon de vegetație, la sfârșitul ciclului de vegetație se cumulează un volum unitar de $0,034 \pm 0,006 \text{ m}^3$, iar pentru întreg ciclu de vegetație se înregistrează un volum mediu anual de cca. $0,0068 \pm 0,0018 \text{ m}^3$. În ultimul sezon de vegetație se înregistrează un aport de creștere de cca. 36%, în comparație cu primul an unde creșterile însumează cca. 4% (figura 5). Potrivit creșterilor curente, ultimul an de vegetație diferă semnificativ de restul anilor, iar primul an de vegetație, cu cele mai reduse creșteri diferă în același timp și față de anul doi, trei și patru de vegetație ($P < 0,0001$) (tabelul 3).

Clonele AF2 și AF6 se remarcă încă din primii ani de vegetație cu cele mai bune

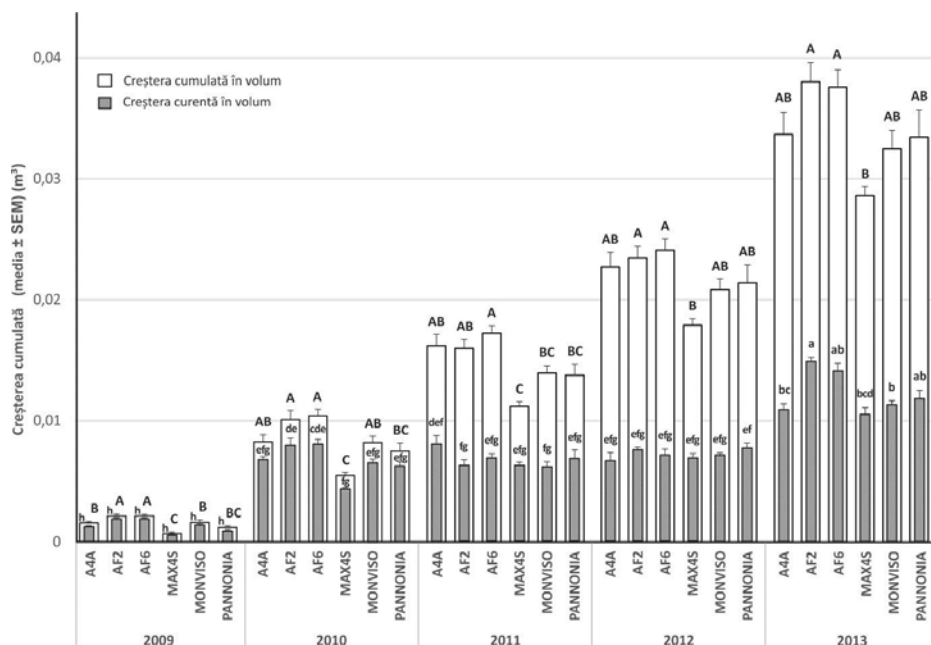


Figura 5 Dinamica creșterilor curente și cumulate în volum

Notă. A, B, C - semnificația testului statistic a creșterilor cumulate pentru fiecare clonă și an de vegetație; a, b, c, d, e, f, g, h - semnificația testului statistic pentru creșterile curente a clonelor pe întreg ciclu de vegetație. Creșterile cumulate în volum aferente unui anumit an însoțite de aceeași literă nu diferă semnificativ de la o clonă la alta pentru $P \leq 0,05$ (testul Tukey). Creșterile curente în volum însoțite de aceeași literă nu diferă semnificativ de la o clonă la alta indiferent de an pentru $P \leq 0,05$ (testul Tukey).

Tabel 3 Rezultatele testului ANOVA privind diferențele dintre creșterile în volum a clonelor de plop testate

Factorul de influență	DF	F	P
Analiza creșterilor în volum curente:			
Clona	5	395,8778	<0,0001
Anul	4	8,6629	<0,0001
Analiza creșterilor în volum cumulate:			
Clona (2009: cultura de 1 an)	5	20,2581	<0,0001
Clona (2010: cultura de 2 ani)	5	9,6624	<0,0001
Clona (2011: cultura de 3 ani)	5	6,7533	<0,0001
Clona (2012: cultura de 4 ani)	5	3,5203	0,0066
Clona (2013: cultura de 5 ani)	5	3,9054	0,0034

creșteri curente față de restul clonelor. În comparație cu clona AF6, fără diferențe semnificative, clona AF2 prezintă o creștere superioară doar în ultimul sezon de vegetație. Cumulările cele mai reduse sunt înregistrate de către clona Max4 (figura 5). Diferența dintre cele două extremități se reduce cu înaintarea în

vârstă. Clona Pannonia are în primii doi ani de vegetație creșteri mai mici, în ultimii doi ani reușind să reducă din diferență față de clonele AF2 și AF6 ($r=0,640$). Clona A4A în cel de-al trei ani de vegetație prezintă creșteri superioare în volum clonei AF2, poziționându-se pe locul al doilea, după clona AF6. Clona AF2 prezintă

cea mai mare variabilitate a diferențelor pe creșterile curente în volum, iar clona Max4 diferă semnificativ de această în anul 2 și trei de vegetație.

Dendrograma grupurilor prezintă clona Max4 fiind cea mai diferită (cu cele mai mici valori), în primul grup de similaritate sunt incluse clonele cu valorile cele mai mari, clonele AF2 și AF6. Acestea se unesc la rândul lor după primul pas al algoritmului cu grupul valorilor medii, format din clona Pannonia și Monviso și de către clona A4A (figura 6).

Discuție

Toate clonele testate în prezentul experiment au avut o dezvoltare similară pe parcursul celor 5 ani de cultură. Diferențele de creștere curentă (radială, în înălțime și implicit în volum) s-au datorat în primul rând tipului de clonă folosit. În schimb creșterile curente au variat în mod similar și semnificativ de la un an la altul, indiferent de clonă. Acest aspect se datorează cel mai probabil unui cumul de factori (variația cantității de precipitații de la un an la altul - în anii 2011 și 2012 s-au înregistrat precipitații sub 600 mm (417 mm, respectiv 536 mm), efectuarea în primii doi ani de cultură a unor lucrări de întreținere specifice ogrului negru,

efectuarea de elagaje artificiale pe primii 3 m de tulpină, chiar distribuția în al doilea an de cultură (2010) a unor nămoluri de decantare pe spațiul dintre rândurile de plopi).

Dinamica creșterilor radiale

Clasificarea clonelor în ce privește creșterile radiale cumulate este similară de-a lungul celor 5 ani de experiment. Clonele AF2 și AF6 s-au diferențiat pozitiv față de restul clonelor, aspect întâlnit și în cazul unui experiment similar dezvoltat în sud-estul României, unde AF2 și AF6 au avut creșteri apropiate cu clona AF8 și au devansat după primul an de cultură celelalte clone testate: Monviso (în 3 din cele 5 suprafețe de test), Turcoaia și Sacrau 79 (Fara et al. 2009, Filat et al. 2010, Fara et al. 2010). Creșterile radiale înregistrate la testările comparative a clonelor AF2, AF6 și Monviso efectuate în nordul Italiei după doi sau trei ani de cultură, clasifică de asemenea pe prima poziție clonele AF2 și AF6 (Paris et al. 2011, Di Matteo et al. 2012, Paris et al. 2015). Totuși, alte testări similare efectuate în centrul Italiei arată că după un ciclu de producție de 2 ani clona Monviso poate realiza creșteri radiale similare cu AF2, clona AF6 acumulând în acest caz semnificativ mai puțin (Pannacci et al. 2009).

Clonele Pannonia și A4A au înregistrat

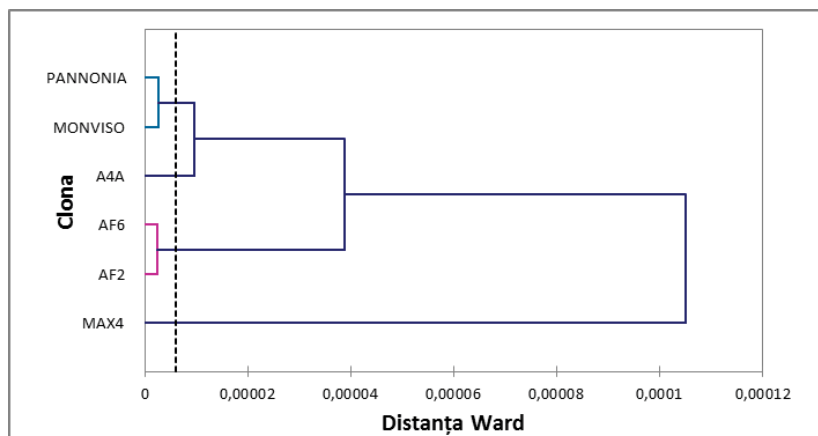


Figura 6 Gruparea clonelor în raport cu creșterile în volum

creșteri radiale similare cu cele ale clonei Monviso. De altfel, clona Pannonia testată în Serbia în culturi cu ciclul de producție de 5 ani s-a dovedit inferioară în ce privește creșterea radială față de alte 4 clone testate (B-81; B-229; PE 19/66; 182/81) (Orlović et al. 2006), dar atunci când schema de plantare a fost mai deasă, Pannonia a reușit după al doilea an de vegetație să concureze pentru prima poziție cu celelalte clone (Klašnja et al. 2012). Cele mai reduse creșteri radiale cumulate sunt înregistrate la clona Max4, cu toate că, indiferent de an, creșterile curente au fost similare cu a celorlalte clone. Această diferență este indusă cel mai probabil de calitatea sadelor folosite, care în cazul acestei clone au fost mult mai subțiri decât în cazul celorlalte.

Dinamica creșterilor în înălțime

După 5 ani de cultură clona Pannonia înregistrează cele mai mari înălțimi în comparație cu restul clonelor, cu toate că în primul an a avut cele mai slabe creșteri în înălțime, confirmând astfel rezultatele unor testări similare făcute de Orlović et al. (2006) sau de Klašnja et al. (2012). Clonele AF2, AF6 și Monviso au creșteri echivalente pe toată durata ciclului de producție de 5 ani, în contrast cu testări similare din România (Fara et al. 2009, Fara et al. 2010) unde în anumite situații clona Monviso a înregistrat înălțimi superioare celorlalte două clone. De asemenea, în Italia, după doi ani de cultură, clona AF2 realizează înălțimi semnificativ mai mari față de AF6 și Monviso (Di Matteo et al. 2012, Paris et al. 2015).

Clona Max4 înregistrează cele mai mici înălțimi indiferent de an. Totuși în alte experimente efectuate în Cehia, aceasta a reușit să surclaseze alte 4 clone de plop (J-104, P-494, P-524, P-473) pe perioada unui ciclu de producție de 6 ani (Trnka et al. 2008).

Dinamica creșterilor în volum

Acumulările în volum la nivelul trunchiurilor

exemplarelor de plop au fost puternic influențate de tipul de clonă folosit, diferențele semnificative existente menținându-se pe parcursul întregului ciclu de producție, contrar rezultatelor obținute în alte cercetări similare, care au arătat că diferențele semnificative dintre clone, se reduc cu odată creșterile din cel de-al doilea sezon de vegetație (Paris et al. 2011, Klašnja et al. 2012, Paris et al. 2015).

Creșterile superioare în volum ale clonelor AF6 și AF2 se mențin de-a lungul celor 5 ani de producție, totuși, în condiții staționale diferite este posibil ca aceste clone să se comporte diferit (Paris et al. 2011). Importanța stațiunii asupra diferențierii clonelor în ce privește acumularea în volum este scoasă în evidență de rezultatele unor serii de cercetări efectuate în Lunca și Delta Dunării, unde clona Monviso obține creșteri superioare clonelor AF2 și AF6 (Fara et al. 2009, Fara et al. 2010). Aceste rezultate sunt susținute și de Pannacci et al. (2009), care arată că în anumite situații, clonele AF2 și Monviso obțin un randament superior clonei AF6.

În ce privește productivitatea clonelor testate, în condițiile unor culturi cu ciclu scurt de producție de 5 ani, pentru cele mai performante clone (AF2 sau AF6) se poate obține un volum de până la cca. 0,038 m³ (fără coajă și ramuri). Rezultate apropiate au fost obținute în Serbia pentru clona Pannonia, care a produs în 7 ani cca. 0,04 m³ (Klašnja et al. 2012), comparativ cu o valoare medie de 0,033 m³ volum obținut în condițiile prezentului experiment.

Cea mai slabă productivitate o are clona Max4 (0,028 m³), o valoare similară a volumului de lemn pentru un ciclu de 5 ani fiind obținută în Danemarca (0,030 m³) (Nielsen et al. 2014).

Rezultatele obținute prezintă diferențele dintre creșterile înregistrate la nivelul fusului pentru cele șase clone studiate. Însă sunt necesare noi cercetări care să ia în considerare și creșterile realizate la nivelul ramurilor, căci este posibil ca să existe variații importante de la o clonă la alta în ce privește proporția volumului ramurilor din volumul total, aspect care

poate conduce la o nouă clasificare a clonelor în ce privește productivitatea.

Concluzii

Studiul creșterilor radiale, în înălțime și volum al celor șase clone testate pe parcursul unui ciclu de producție de 5 ani face posibilă obținerea unei imagini clare privind potențialul productiv al acestora în condițiile colinare din nord-estul României.

Dintre toate clonele, cele mai productive în ce privește acumularea în volum la nivelul fusului s-au dovedit clonele AF2 și AF5, la distanță mică fiind situate clonele A4A Panonia și Monviso. Cea mai puțin productivă clonă este Max4.

Per ansamblu, în ultimul an din ciclul de producție de 5 ani se înregistrează un aport de creștere de până la 36% din volumul total. În experimentul efectuat, cele mai mici creșteri curente în diametru și înălțime sunt aferente anului 4 de vegetație (2012).

Culturile cu ciclu scurt de producție pot genera o producție de biomasă peste $100 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ în condițiile staționale descrise, pentru un ciclu de producție de 5 ani de vegetație folosind o schemă de plantare de $1,25 \times 3 \text{ m}$.

Mulțumiri

Cercetările prezentei lucrări au fost efectuate în cadrul Proiectului PN II STRoMA (Sustenabilitatea culturilor cu specii forestiere cu ciclu scurt de producție pe terenuri din afara fondului forestier). Proiect PNII-PTPCA-2011-3.2-1574, contract nr. 119/2012, autoritatea Contractantă: Unitatea Executivă pentru Finanțare a Învățământului Superior, a Cercetării, Dezvoltării și Inovării (UEFIS-CDI).

Bibliografie

- Anderberg M. R., 2014. Cluster analysis for applications: probability and mathematical statistics. A series of monographs and textbooks, Academic Press, 376 p.
- Ball J., Carle J., Del Lungo A. 2005. Contribution of poplars and willows to sustainable forestry and rural development. UNASYLVA-FAO 56, 3.
- Bioenergy I., 2009. Bioenergy - a sustainable and reliable energy source. International Energy Agency Bioenergy, Paris, France, 108 p.
- Coșofreț C., Dănilă I., 2014. Sustenabilitatea culturilor cu specii forestiere cu ciclu scurt de producție pe terenuri din afara fondului forestier: proiectul STRoMA. Bucovina Forestieră 14(2): 252-254.
- Di Matteo G., Sperandio G., Verani S. 2012. Field performance of poplar for bioenergy in southern Europe after two coppicing rotations: effects of clone and planting density. iForest-Biogeosciences and Forestry 5: 224.
- Dickmann D. I., 2001. An overview of the genus *Populus*. Poplar culture in north America, 1e42: 1-42.
- Don A., Osborne B., Hastings A., Skiba U., Carter M. S., Drewer J., Flessa H., Freibauer A., Hyvönen N., Jones M. B., 2012. Land-use change to bioenergy production in Europe: implications for the greenhouse gas balance and soil carbon. GCB Bioenergy 4: 372-391.
- Elektronik C., 2007. Coorecorder, Cdendro. Web: <http://www.cybis.se>.
- Fara L., Cincu C., Hubca G., Filat M., Chira D., Nutescu C., Fara S., Zaharia C., Diaconu A., Comaneci, D. 2010. Cultivation and utilization of specific wood biomass for synthesis of cellulose based bioethanol. Cultivarea si utilizarea de biomasei pentru sinteza bioetanolului.
- Fara L., Filat M., Chira D., Fara S., Nutescu C., 2009. Preliminary research on short cycle poplar clones for bioenergy production. Proceedings of the International Conference RIO, pp. 127-132.
- Filat M., Chira D., Nică M. S., Dogaru M., 2010. First year development of poplar clones in biomass short rotation coppiced experimental cultures. Annals of Forest Research 53: 151-160.
- Goldemberg J., Teixeira Coelho S., 2004. Renewable energy - traditional biomass vs. modern biomass. Energy Policy 32: 711-714.
- Heilman P. E., 1999. Planted forests: poplars. New Forests 17: 89-93.
- John L. S., 2001. Hybrid poplar: An alternative crop for the intermountain west. USDA, Natural Resources Conservation Service, Department of Agriculture, Technical notes. Boise. 11.
- Kauter D., Lewandowski I., Claupein W. 2003. Quantity and quality of harvestable biomass from *Populus* short rotation coppice for solid fuel use - a review of the physiological basis and management influences. Bio-mass and Bioenergy 24: 411-427.
- Keays J., Hatton J., Bailey G., Neilson R., 1974. Present and future uses of Canadian poplars in fibre and wood products, Aspen Bibliography, Canada, pp. 49.

- Klašnja B., Orlović S., Galić Z., 2012. Energy potential of poplar plantations in two spacings and two rotations. *Šumarski list* 136: 161-167.
- Maini, J., Cayford J. 1968. Growth and utilization of poplars in Canada, Government of Canada, Department of Forestry and Rural Development, Ottawa, Ontario. Departmental publication 1205, 267 p.
- MEF, 2010. Programul național de împădurire (National Afforestation Programme). Ministry of Environment and Forests. Web: http://www.mmmediu.ro/paduri/informatii/17.11.2010_Programul-National-Impadurire.pdf. Accesat 01.2015.
- Nielsen U. B., Madsen P., Hansen J. K., Nord-Larsen T., Nielsen A. T., 2014. Production potential of 36 poplar clones grown at medium length rotation in Denmark. *Biomass and Bioenergy* 64: 99-109.
- Nichiforel L., Bouriaud L., 2004. Factori perturbatori ai pieței lemnului din perspectiva agenților economici și a gestionarului pădurilor publice. *Analele Universității "Ștefan cel Mare" din Suceava, Secția Silvicultură* 2: 175-182.
- Orlović S., Pilipović A., Galić Z., Ivanišević P., Radosavljević N., 2006. Results of poplar clone testing in field experiments. *Genetika* 38: 259-266.
- Pannacci E., Bartolini S., Covarelli G., 2009. Evaluation of four poplar clones in a short rotation forestry in central Italy. *Italian Journal of Agronomy* 4: 191-198.
- Paris P., Mareschi L., Sabatti M., Pisanelli A., Ecosse A., Nardin F., Scarascia-Mugnozza G. 2011. Comparing hybrid *Populus* clones for SRF across northern Italy after two biennial rotations: Survival, growth and yield. *Biomass and Bioenergy* 35: 1524-1532.
- Paris P., Mareschi L., Sabatti M., Tosi L., Scarascia-Mugnozza G., 2015. Nitrogen removal and its determinants in hybrid *Populus* clones for bioenergy plantations after two biennial rotations in two temperate sites in northern Italy. *iForest-Biogeosciences and Forestry*, 657.
- Sandu I., Pescaru V. I., Poiana I., Geicu A., Căndea I., Tăstea D., 2008. *Clima României*. Editura Academiei Romane, București, 365 p.
- Savin A., Trifan O., Covatariu S., Ciurlă C., Bouriaud L., 2014. Influența profunzimii solurilor aluviale asupra biodiversității subterane și a unor caracteristici biometrice în culturi de clone de plop hibrid: rezultate preliminare. *Bucovina Forestieră* 14(1): 60-67.
- Stoffel, R., 1998. Short rotation woody crops-hybrid poplar. *Proceedings of the Conference Improving Forest Productivity for timber. USA, Duluth. Vol. 1, pp. 1-6.*
- STRoMA 2012. *Sustenabilitatea culturilor cu specii forestiere cu ciclu scurt de producție pe terenuri din afara fondului forestier. Proiect STRoMA, PN II-PT-PCCA-2011-3.2-1574/ Contract nr. 119/2012.*
- Trnka M., Trnka M., Fialová J., Koutecký V., Fajman M., Žalud Z., Hejduk S., 2008. Biomass production and survival rates of selected poplar clones grown under a short-rotation system on arable land. *Plant Soil Environment* 54: 78-88.
- Uri V., Tullus H., Löhmus K., 2002. Biomass production and nutrient accumulation in short-rotation grey alder (*Alnus incana* (L.) Moench) plantation on abandoned agricultural land. *Forest Ecology and Management* 161: 169-179.
- Werner C., Haas E., Grote R., Gauder M., Graeff-Hönniger S., Claupein W., Butterbach-Bahl K., 2012. Biomass production potential from *Populus* short rotation systems in Romania. *GCB Bioenergy* 4: 642-653.