

Efectul aplicării lucrărilor de întreținere a terenului asupra acumulărilor de biomasă din culturile de plop hibrid

D. Avăcăriței, A. Savin, C. Palaghianu, I.-C. Dănilă

Avăcăriței D., Savin A., Palaghianu C., Dănilă I.-C., 2016. The effect of harrowing and weed control on biomass yields of hybrid poplar crops. Bucov. For. 16(2): 175-185.

Abstract. Intensive hybrid poplar crops can produce an important biomass if adequate measures of management are being used. During the last years, there is a constant involvement on refining poplar cultivation technology, regarding installation, maintenance and harvesting, in order to obtain superior production at lower costs. The present study has analysed the effect of an experimental maintaining treatment (TI) (harrowing and weed control) on poplar crops' biomass yields. The results were obtained after two vegetation seasons and compared with the results recorded in a control plot where no maintaining practices (TN) were used. The experimental crop was set up in the spring of 2013, in the vicinity of Dornești site (Suceava County). Three hybrid poplar clones were tested (AF2, AF8 and Pannonia) in each plot, and there were installed by long rods, using the 3.0 x 1.5 m spacing. The biomass was assessed for all the harvested individuals and every tree component using the gravimetric method. The experimental maintaining treatment (TI) led to important differences between the two plots. The total biomass in TI plot was nearly eight-times superior to the biomass obtained in the control plot. All the three clones reacted significantly to the experimental treatment TI, even though minor differences were observed between the clones' productivity. The effect of TI treatment was also substantial to the biomass' structure on tree components. It is considered that the massive biomass increase was encouraged by a consistent shift of biomass proportion in the favour of the crown proportion (branches biomass), rather than subterranean elements. **Keywords** poplar energy plantations, short rotation crops, biomass yield, effects of disc harrowing, weed control.

Authors. Daniel Avăcăriței - Ștefan cel Mare" University of Suceava, Faculty of Forestry, Forest Biometry Laboratory, Universității Street 13, 720229, Suceava, jud. Suceava; Alexei Savin (alexeisavin@gmail.com), Ciprian Palaghianu - "Ștefan cel Mare" University of Suceava, Faculty of Forestry, Applied Ecology Laboratory, Universității 13, 720229 Suceava, jud. Suceava; Iulian-Constantin Dănilă - Ștefan cel Mare" University of Suceava, Faculty of Forestry, Applied Ecology Laboratory, Forest Biometry Laboratory, Universității Street 13, 720229, Suceava, jud. Suceava;

Manuscript received October 03, 2016; revised December 5, 2016; accepted December 19, 2016; online first December 30, 2016.

Introducere

Preocupările recente legate de politicile energetice moderne, coroborate cu impactul negativ asupra mediului dat de utilizarea combustibililor fosili (Song et al., 2012, Evans et al., 2010), au condus, printre altele, la creșterea interesului pentru utilizarea biomasei lemnoase în scopul obținerii unei energii mai curate. În acest context, pentru a nu spori presiunea asupra pădurilor, s-au dezvoltat noi culturi intensive de plante lemnoase repede crescătoare capabile să ofere un spor suficient de biomasă energetică industriei de profil (Perlack et al., 2005), dar și de fibre lemnoase pentru industria de profil (Robison and Raffa, 1998, Cannell, 2003).

Unul dintre principalele avantaje ale acestor culturi intensive este ciclul scurt de producție de până la 10 ani, acesta fiind direct influențat de densitatea de plantare și de sortimentul de biomasă urmărit (Röhle et al., 2015, Nassi o di Nasso et al., 2010). Oportunitatea folosirii culturilor specializate pentru obținerea de biomasă a fost sesizată încă din anii '70, iar odată cu succesul primelor încercări s-a trecut ușor de la stadiul de testare și cercetare la cel de producție pe scară largă (Iodice et al., 2016, Börjesson et al., 2016).

Literatura de specialitate pune la dispoziție numeroase studii privind modalitățile de cultivare a speciilor de arbori repede crescătoare, făcându-se referire atât la tehnicile de pregătire a terenului, instalare și recoltare a culturilor, cât și la modalitățile de utilizare finală a biomasei (DeBell et al., 1996, Benomar et al., 2012).

Dintre numeroasele specii repede crescătoare care se pretează instalării în culturi energetice, cel mai adesea sunt preferate speciile de plop sau salcie. Plopul (*Populus ssp.*) este folosit preponderent nu doar pentru rezistența sa sau pentru capacitatea de a reintroduce în circuitul productiv terenurile marginale, ci și pentru calitatea superioară a fibrelor lemnoase (Benomar et al., 2012, Jürgensen et al., 2014). Culturile intensive de plop sunt distribuite la

nivel global pe suprafețe întinse ce acoperă peste 7 milioane de hectare (Dickmann and Kuzovkina, 2014, FAO, 2012). În România, suprafața culturilor intensive, și în special a celor de plop hibridi este în creștere, observându-se o tranziție a acestora dinspre luncile râurilor către zona colinară (Coșofreț and Dănilă, 2014, Dănilă et al., 2015). Interesul ridicat acordat acestor culturi a fost susținut și de faptul că România are un important sector de cercetare în acest domeniu, reușind să dezvolte hibridi locali competitivi (Fara et al., 2009, Filat et al., 2010).

Reușita culturilor intensive de plop hibrid depinde în zona colinară de existența unor caracteristici favorabile ale solului (Savin et al., 2014), respectarea unor tehnologii adecvate de instalare (referitoare la materialul săditor, densitate de plantare și ciclul de vegetație) specifice zonei (Rossi, 1991; Armstrong et al., 1999) și adoptarea unui sistem corespunzător de întreținere (irigare, amendamentare, combaterea dăunătorilor și buruienilor) (Dickmann, 2006, Hoogwijk et al., 2009). Unele studii apreciază că folosirea puieților (butașilor înrădăcinați) este la fel de eficientă ca și utilizarea butașilor neîn rădăcinați (Böhlenius și Övergaard, 2015). Majoritatea cercetărilor sugerează utilizarea materialului săditor de mari dimensiuni pentru instalare pentru a permite o rată mare de supraviețuire după primul sezon de vegetație (Stanturf et al., 2001).

Este evidentă tendința din ultimii ani de a rafina tehnologia de instalare a acestor culturi în scopul obținerii unor producții de biomasă importante la costuri cât mai scăzute (Robison și Raffa, 1998, Surendran Nair et al., 2012). Eficientizarea se reflectă în toate etapele, operațiile și aspectele care țin de instalarea, întreținerea sau exploatarea culturii. Diminuarea unor cheltuieli poate fi o prioritate, chiar prin eliminarea sau reducerea frecvenței unor operații, dar simplificarea excesivă a tehnologiei poate conduce la penalizări legate de productivitatea culturilor. În acest context, s-a dorit a se stabili care este efectul realizării lucrărilor de

întreținere a culturilor intensive de plop hibrid destinate obținerii de biomasă asupra acumulării de biomasă, în condițiile oferite de zona colinară din NE României.

Material și metodă

Locul cercetărilor

Cultura experimentală de plop hibrid necesară prezentului studiu a fost instalată în primăvara anului 2013, pe o suprafață omogenă de teren de 2,3 ha aflată în proprietatea societății FE AGRAR S.R.L. Rădăuți, situată pe dealul Fântâna Mare de pe raza comunei Dornești din județul Suceava (47°53'40,54"N; 26°00'32.86"E; 385m altitudine). Folosința inițială a terenului a fost agricolă, în anii anteriori pe această suprafață fiind cultivate în special rapița, cartoful și porumbul.

Organizarea experimentului

Dispozitivul experimental a fost alcătuit din două blocuri, unul parcurs cu lucrări de întreținere (TI), celălalt neparcurs (TN). În fiecare bloc experimental s-au plantat câte trei rânduri de sade din trei clone de plop (AF2, AF8 și Pannonia), care s-au dovedit prin experimente

anterioare (Dănilă 2015, Dănilă et al. 2016) a fi cele mai productive. Întreg experimentul a fost mărginit de o parte și de alta a suprafeței de câte o zonă tampon, sub forma unor benzi de plop din clona AF8. Pe fiecare rând al fiecărui bloc au fost instalate cca. 70 de sade. Distanța dintre rânduri a fost de 3 m, iar cea dintre exemplarele de pe același rând de 1,5 m, astfel că desimea de plantare a fost de 2222 exemplare/ha (fig.1). Problema evidențierii efectului combinat al activității de întreținere (grăpare + erbicidare) s-a pus chiar de la începutul experimentului, fără a se încerca decelarea efectului separat al celor două modalități de intervenție.

Instalarea și întreținerea experimentului

Pregătirea terenului și instalarea materialului de reproducere a fost similară pentru cele două blocuri experimentale și a presupus efectuarea unei desfundări (2012) și a unei grăpări a terenului în primăvara anului 2013. Instalarea efectivă a întregului experiment s-a efectuat în luna mai 2013, cu ajutorul unui utilaj de plantat (fig.2). Materialul de reproducere utilizat a constat în sade de plop hibrid cu lungimea de 2 m și diametrul la capătul subțire de minim 1,5 cm, acestea fiind introduse 60 cm în sol. Întreținerea terenului din blocul experimental (TI) a constat în aplicarea a două grăpări pe an (pri-

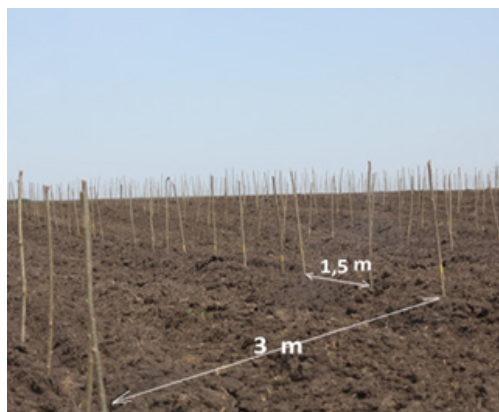


Figura 1 Detalii de instalare a experimentului
Field experiment installation details



Figura 2 Plantarea sadelor de plop
Poplar rods planting



Figura 3 Prelevarea probelor în vederea cântării lor pentru determinarea biomasei
Sampling individual components for biomass determination

ma grăpare în mai – iunie, a doua în august a fiecărui an) între rânduri și erbicidarea spațiului dintre exemplarele de pe același rând, realizată concomitent cu efectuarea primei grăpări.

Culegerea datelor

Pentru o bună reprezentativitate la nivel statistic, din cele două blocuri experimentale (TI – Teren întreținut și TN - Teren neîntreținut) au fost recoltate 120 exemplare de plop, câte 60 exemplare din fiecare bloc experimental. Arborii au fost prelevați în întregime, atât partea supraterană (trunchiul și ramurile), cât și cea subterană (întreg sistemul radicular: cioata și rădăcina) cu ajutorul unui utilaj industrial, după o schemă sistematică (Fig. 3). Recoltarea s-a efectuat în perioada de repaus vegetativ, după două sezoane de vegetație, mai exact, în lunile ianuarie – februarie a anului 2015.

Din cele 60 de exemplare recoltate din fiecare bloc experimental, cele trei clone au fost reprezentate în număr de câte 20 de exemplare pentru fiecare clonă cercetată (Pannonia, AF8 și AF2).

De menționat este faptul că, înainte de recoltarea celor 120 de arbori, nu s-a efectuat o evaluare a ratei de supraviețuire a exemplarelor

din blocurile experimentale, iar pentru prelevare s-a extras fiecare al patrulea exemplar după trei exemplare rămase pe picior.

După recoltare, cele 120 de exemplare de plop au fost transportate pe o platformă de lucru, unde rădăcinile au fost curățate de sol prin spălare cu un jet de apă.

A urmat împărțirea pe părți componente de arbore: rădăcini, cioată, trunchi și ramuri (din primul an și din cel de-al doilea an de vegetație).

În teren, cu ajutorul unei balanțe au fost determinată masa în stare verde a tuturor componentelor de arbore: masa totală; masa trunchiului, masa ramurilor din primul an, masa ramurilor din al doilea an, masa cioatei și masa rădăcinilor (Fig. 3).

Pentru calculul biomasei uscate s-a utilizat metoda gravimetrică. De la fiecare exemplar recoltat au fost prelevate o serie de eșantioane sub formă de rondele și segmente de ramuri. Acestea au fost cântărite în stare proaspătă, după recoltare și în stare uscată cu aceeași balanță electronică (cu precizia de 1g). Probele au fost uscate la laborator, în etuvă, la temperatura de 105°C, pentru un timp mediu de 48 de ore, timp în care s-a constatat că nu există diferențe între două cântăriri succesive. Valorile rezultate

au stat la baza calculului biomasei părților secționate.

Prelucrarea datelor

Datele au fost structurate și prelucrate primar cu Microsoft Office Excel 2013. Normalitatea distribuțiilor a fost verificată cu testul Shapiro-Wilk, iar analiza variabilității s-a efectuat cu testul ANOVA, evaluarea semnificațiilor dintre diferențe fiind testată cu Tukey HSD. Pentru analizele statistice s-a utilizat programul XLStat 2012 ce rulează sub Excel (Microsoft Office).

Rezultate

Efectul tratamentului cu lucrări de întreținere (TI) comparativ cu terenul neîntreținut (TN) este semnificativ pentru toate componentele de arbore analizate, indiferent de tipul de clonă ($p < 0,0001$) (Tab. 1). La analiza dintre clone se observă că apar diferențe doar la nivelul biomasei trunchiului ($p < 0,0001$) și a biomasei totale ($p = 0,0003$). Clona Pannonia diferă semnificativ de clonele AF2 și AF8 (Tab. 2). Diferențele sunt confirmate și după o analiză multiplă a varianței ("tratament*clonă") pentru aceleași componente de arbore. Pentru biomasa trunchiului diferențele sunt foarte semnificative ($p < 0,0001$), la fel și pentru biomasa totală a exemplarelor ($p = 0,001$). Pentru restul de variabile analizate nu se înregistrează diferențe, legătura fiind ne semnificativă ($p > 0,095$).

Distribuția biomasei totale exprimată în procente de părți componente de arbore din biomasa totală diferă semnificativ în situația terenului întreținut (TI), comparativ cu terenul neîntreținut (TN) (Fig. 4). În cadrul blocului experimental cu teren întreținut (TI) biomasa subterană (rădăcinile și cioata) prezintă un procent mediu din biomasa totală de 16,3%. Biomasa medie a trunchiului reprezintă 49%, iar cea a ramurilor este de 34,7%, față de biomasa totală. În blocul experimental în care nu s-au efectuat lucrări de întreținere (TN) situația se prezintă diferit. Biomasa subterană cumulează

Tab. 1 Analiza varianței pentru evidențierea diferențelor de acumulare a biomasei la nivelul componentelor biometrice studiate, ca efect al alegerii clonei și al aplicării tratamentului de întreținere a terenului.

Analysis of variance to highlight differences in biomass accumulation of the studied biometric components, as a result of clone selection and application of maintenance treatment.

Variabila analizată	DF	F	p
<u>Biomasa trunchi</u>			
Tratament	1	466,447	< 0,0001
Clona	2	12,855	< 0,0001
Tratament*Clona	2	12,173	< 0,0001
<u>Biomasa ramuri an 1</u>			
Tratament	1	200,418	< 0,0001
Clona	2	2,398	0,095
Tratament*Clona	2	1,314	0,273
<u>Biomasa ramuri an 2</u>			
Tratament	1	261,108	< 0,0001
Clona	2	1,633	0,200
Tratament*Clona	2	1,602	0,206
<u>Biomasa ramuri (total)</u>			
Tratament	1	318,968	< 0,0001
Clona	2	1,856	0,161
Tratament*Clona	2	1,384	0,255
<u>Biomasă rădăcini</u>			
Tratament	1	378,9	< 0,0001
Clona	2	1,743	0,180
Tratament*Clona	2	1,253	0,290
<u>Biomasă cioată</u>			
Tratament	1	28,589	< 0,0001
Clona	2	1,474	0,233
Tratament*Clona	2	0,041	0,96
<u>Biomasă subterană (total)</u>			
Tratament	1	198,83	< 0,0001
Clona	2	2,329	0,102
Tratament*Clona	2	0,371	0,691
<u>Biomasă totală</u>			
Tratament	1	635,384	< 0,0001
Clona	2	8,632	0,0003
Tratament*Clona	2	7,277	0,001

ză o proporție superioară biomasei ramurilor (33,7% vs. 9,5%), iar biomasa trunchiului reprezintă 56,8%.

S-a observat că apar diferențe între terenul întreținut și cel neîntreținut pentru fiecare tip de clonă în parte, dar mai puțin pentru clona AF2, la care biomasa cioatei nu diferă semnificativ între cele două situații analizate ($p = 0,053$).

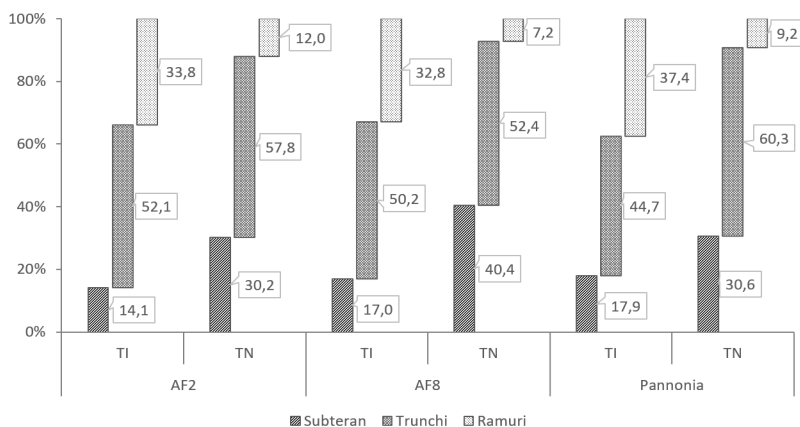


Figura 4 Proporția biomasei părților componente ale arborilor (subteran, trunchi, ramuri) din biomasa totală în blocul experimental TI comparativ cu blocul martor TN, separat pe cele trei clone
The proportion of biomass for the trees' components (underground, trunk, branches) from the total biomass in experimental block TI against the control block TN, separately on the three clones

Tabelul 2 Semnificația diferențelor de biomasă pe componente de arbore (kg, media \pm s.d) pentru blocul experimental TI și blocul martor TN, în cazul celor trei clone utilizate.
The significance of biomass differences for the trees' components (kg, mean \pm s.d) for the experimental block TI and control block TN, separately on the three clones.

Componenta de arbore Tratament	Clona			Total
	AF2	AF8	PANNONIA	
Biomasa trunchi				
TI – teren întreținut	1,277 \pm 0,381 ^a	1,117 \pm 0,294 ^a	0,781 \pm 0,258 ^b	1,059 \pm 0,374
TN - teren nelucrat	0,179 \pm 0,042 ^c	0,146 \pm 0,036 ^c	0,166 \pm 0,085 ^c	0,164 \pm 0,059
Biomasa ramuri an 1				
TI – teren întreținut	0,280 \pm 0,155 ^a	0,208 \pm 0,109 ^a	0,231 \pm 0,090 ^a	0,24 \pm 0,123
TN - teren nelucrat	0,024 \pm 0,012 ^b	0,014 \pm 0,005 ^b	0,015 \pm 0,010 ^b	0,018 \pm 0,011
Biomasa ramuri an 2				
TI – teren întreținut	0,548 \pm 0,184 ^a	0,523 \pm 0,343 ^a	0,422 \pm 0,112 ^a	0,498 \pm 0,236
TN - teren nelucrat	0,013 \pm 0,008 ^b	0,006 \pm 0,003 ^b	0,010 \pm 0,006 ^b	0,01 \pm 0,007
Biomasa ramuri (total)				
TI – teren întreținut	0,828 \pm 0,309 ^a	0,731 \pm 0,388 ^a	0,654 \pm 0,196 ^a	0,738 \pm 0,311
TN - teren nelucrat	0,037 \pm 0,018 ^b	0,020 \pm 0,007 ^b	0,025 \pm 0,014 ^b	0,028 \pm 0,015
Biomasa rădăcini				
TI – teren întreținut	0,192 \pm 0,069 ^a	0,199 \pm 0,058 ^a	0,163 \pm 0,083 ^a	0,185 \pm 0,071
TN - teren nelucrat	0,007 \pm 0,005 ^b	0,009 \pm 0,003 ^b	0,005 \pm 0,003 ^b	0,007 \pm 0,004
Biomasa cioată				
TI – teren întreținut	0,153 \pm 0,069 ^{ab}	0,178 \pm 0,113 ^a	0,150 \pm 0,049 ^{ab}	0,16 \pm 0,081
TN - teren nelucrat	0,087 \pm 0,082 ^{bc}	0,103 \pm 0,047 ^{bc}	0,079 \pm 0,053 ^c	0,09 \pm 0,062
Biomasa subterană (total)				
TI – teren întreținut	0,345 \pm 0,107 ^a	0,378 \pm 0,131 ^a	0,313 \pm 0,12 ^a	0,345 \pm 0,12
TN - teren nelucrat	0,094 \pm 0,086 ^b	0,112 \pm 0,050 ^b	0,084 \pm 0,056 ^b	0,097 \pm 0,066
Biomasa totală				
TI – teren întreținut	2,450 \pm 0,647 ^a	2,227 \pm 0,506 ^a	1,748 \pm 0,510 ^b	2,141 \pm 0,623
TN - teren nelucrat	0,310 \pm 0,129 ^c	0,278 \pm 0,059 ^c	0,275 \pm 0,135 ^c	0,288 \pm 0,112

Biomasă medie a trunchiului la nivel individual pentru exemplarele crescute pe terenul întreținut este de 1,06 kg indiferent de clona analizată (Tab. 2). Cele mai reduse acumulări de biomasă sunt înregistrate de clona Pannonia ($0,781 \pm 0,258$ kg), iar cele mai mari de către clona AF2 ($1,277 \pm 0,381$ kg). Pentru blocul experimental cu terenul neîntreținut cele mai reduse acumulări de biomasă la nivelul trunchiului sunt înregistrate de către clona AF8 ($0,146 \pm 0,036$ kg).

În interiorul aceluiași bloc experimental nu s-au semnalat diferențe semnificative în privința acumulării în biomasa ramurilor între cele trei clone folosite. În schimb diferențele de acumulare în biomasa ramurilor sunt evidente în terenul întreținut față de cel neîntreținut. Clona AF8 prezintă cele mai reduse acumulări în biomasa ramurilor în ambele blocuri experimentale.

Acumulările de biomasă subterană nu sunt diferențiate semnificativ în raport cu clona la nici un nivel al analizei (biomasa rădăcinilor, biomasa cioatei, biomasa subterană totală). Diferențele apar doar între cele două blocuri experimentale și doar la nivelul rădăcinilor și al biomasei totale subterane. Biomasa cioatei se diferențiază semnificativ în terenul întreținut față de cel neîntreținut doar pentru clonele AF8 și Pannonia.

La nivelul biomasei totale, clonele AF2 și AF8 diferă semnificativ de biomasa totală acumulată de clona Pannonia în cadrul blocului experimental cu teren întreținut și nu diferă în blocul experimental cu teren neîntreținut ($p=1,0$).

În medie, un exemplar poate cumula după două sezoane de vegetație o biomasă de 2,14 kg (echivalentul a 4,76 t/ha) în situația aplicării tratamentului în teren întreținut și 0,29 kg (0,64 t/ha) în cazul tratamentului în teren neîntreținut.

Aplicarea lucrărilor de întreținere conduce la o biomasă totală de circa opt ori mai mare (790%) comparativ cu terenul nelucrat, indiferent de partea de arbore analizată sau de clonă. Cele mai mari decalaje între cele două blocuri experimentale (de circa 980%) sunt înregis-

trate la nivelul ramurilor din cel de-al doilea an de vegetație. Decalajul maxim pentru acest segment de ramuri este semnalat la clona AF8 (988%), iar cel minim s-a înregistrat la nivelul cioatei (circa 443%) pentru aceeași clonă. Pentru restul componentelor biometrice, în blocul experimental TI s-au înregistrat valori medii ale biomasei de circa nouă ori mai mari decât în cazul blocului martor.

Discuții

Productivitatea unei culturi intensive poate fi afectată de numeroși factori: caracteristicile solului, tehnologia de instalare și întreținere sau caracteristicile clonei folosite în cultură. Studiul efectuat a analizat influența lucrărilor de întreținere a solului și combatere a buruienilor asupra creșterilor în biomasă în cazul unor culturi intensive de plop hibrid. Prelucrările datelor obținute din cele două dispozitive experimentale (TI – teren întreținut și TN – teren neîntreținut) arată diferențe substanțiale și semnificative din punct de vedere statistic (Tab. 2).

Observațiile sunt în concordanță cu rezultatele înregistrate de alți cercetători, combaterea buruienilor reprezentând un element cheie în obținerea unor producții de biomasă sporite în culturile intensive de plop (Buhler et al, 1998; Green et al, 2003; Bilodeau-Gauthier et al, 2011; Böhlenius și Övergaard, 2015).

Pe lângă influența generală asupra creșterii totale în biomasă analiza efectuată în acest caz a permis extragerea unor informații suplimentare, datorită metodologiei folosite. Studiul a relevat un comportament productiv diferit al clonelor utilizate în acest experiment (Fig. 4, Tab. 2), chiar dacă în final toate au reacționat printr-o creștere a productivității în cadrul blocului experimental în care s-a aplicat tratamentul TI. Desigur, obiectivul studiului nu a constat în evidențierea acestor diferențe, dar decalajele de productivitate dintre clone ne permit extragerea unor idei utile.

Astfel, se observă că în condițiile blocului

experimental martor TN, mecanismele de diferențiere nu au fost activate, clonele AF2 și AF8 diferind semnificativ de clona Pannonia doar în cadrul blocului experimental TI. Acest fapt ne îndreptățește să tragem concluzia că unele clone mai productive pot fi mai sensibile, reacționând mai intens la lucrările de întreținere, sau că există ritmuri de creștere diferite. Productivitatea superioară este obținută prin mecanisme adaptative activate de accesul la resurse nutritive/de apă mai ample, de aceea este cu atât mai important în practică să se parcurgă operațiile de întreținere în cazul clonelor cu o productivitate mare.

Al doilea aspect relevant în studiul de față se referă la magnitudinea diferenței de productivitate înregistrate între cele două blocuri experimentale (TI și TN) (tabelul 2). Și alte studii recente (Böhlenius și Övergaard 2015) au arătat creșteri cu peste 200% a biomasei în condițiile aplicării unor tratamente de combatere a buruienilor. Diferența superioară înregistrată în studiul de față poate fi pusă pe seama condițiilor de mediu diferite dar și a faptului că în blocurile experimentale studiate recoltarea exemplarelor s-a făcut după doar două sezoane de vegetație. Majoritatea studiilor arată cu precădere sensibilitatea culturilor de plop la concurența exercitată de vegetația ierboasă în primul sezon de vegetație (Otto et al, 2010; Böhlenius și Övergaard, 2015) când exemplarele resimt mai intens problemele de adaptare. Puieții din blocul martor TN nu au avut timpul necesar depășirii momentului critic, acumulările lor de biomasă fiind mult reduse.

Chiar și în condițiile acestea, care sunt mecanismele prin care productivitatea poate fi atât de mult accelerată de efectuarea tratamentului TI?

O analiză detaliată a structurii plusului de biomasă pe elementele componente individuale (trunchi, ramuri, cioată și rădăcini) ne permite formularea unor ipoteze (tabelul 1).

Componenta care reacționează cel mai puțin la aplicarea tratamentului TI este cioata, în acest caz diferențele nefiind semnificative

pentru toate clonele. Böhlenius și Övergaard (2015) au arătat de asemenea că nu există diferențe consistente la nivelul biomasei cioatelor în condițiile aplicării lucrărilor de întreținere.

În cazul celorlalte componente analizate, diferențele sunt mai vizibile dar apare în plus o schimbare a structurii ponderii elementelor care compun biomasa totală, ca urmare a aplicării tratamentului TI (figura 4). Nu există studii care să diferențieze proporția acestor elemente în funcție de intervențiile de combatere a vegetației concurente, dar examinarea modului în care are loc modificarea acestor ponderi permite formularea unei ipoteze care să explice accelerarea productivității exemplarelor de plop hibrid în condițiile tratamentului aplicat.

Alte studii realizate în culturile de plop arată că în condițiile practicării lucrărilor de întreținere, proporția din biomasa totală a părții subterane este de circa 20% (Johansson și Hjelm 2012, Fang et al. 2007). În studiul de față biomasa subterană, în condițiile aplicării tratamentului TI, prezintă un procent mediu din biomasa totală de circa 16%, iar în blocul experimental TN procentul este de aproximativ 34% (fig. 4).

Literatura de specialitate menționează creșterea volumului rădăcinilor odată cu scăderea desimii de instalare a culturii și implicit a concurenței din partea celorlalte exemplare de plop, adică odată cu creșterea spațiului subteran potențial disponibil (Puri et al. 1994, Crow și Houston 2004, Fang et al. 2007). În acest studiu nu se compară valoarea absolută a biomasei rădăcinilor, ci ponderea din biomasa totală. Chiar și așa, în condițiile în care în studiul nostru nu au existat diferențe în ceea ce privește desimea inițială a culturilor celor două blocuri experimentale, decalajul rămâne surprinzător. În acest sens, explicația pe care o propunem cu titlul de ipoteză se referă la faptul că vegetația erbacee ar putea să nu stânjenească în mod fizic la nivel subteran dezvoltarea rădăcinilor în același mod în care o fac exemplarele arborescente între ele, dar indivizii de

plop sunt obligați să-și dezvolte sisteme radiale mai extinse, raportate la dimensiunile individuale, pentru a accesa un spațiu de nutriție mai mare în condițiile în care vegetația erbacee concurentă consumă totuși o mare parte din resursele minerale și cele de apă.

Acumularea mai însemnată de biomasă în condițiile aplicării lucrărilor de combatere a buruienilor se poate realiza pe mai multe căi. Pe de o parte este vorba de aportul de substanțe minerale mai consistent, rezerva de minerale nemaifiind consumată de către vegetația ierboasă competitoră, iar pe de altă parte, rezervele de apă fiind mult mai consistente și mai ușor accesibile, facilitează suplimentar absorbția nutrienților (Marschner 1995).

Dacă la nivelul trunchiului diferențele înregistrate de ponderile acestuia din biomasa totală nu sunt considerabile între cele două blocuri experimentale, în cazul ponderilor biomasei ramurilor diferențele sunt substanțiale (figura 2) – o pondere de 34,7% în cazul blocului experimental TI și 9,5% în cazul TN.

Și în acest caz se poate admite, la nivel de ipoteză, că urmare a accesului la o cantitate mai mare de nutrienți și apă - în condițiile aplicării lucrărilor de combatere a buruienilor - există o reacție din partea arborilor, care constă în dezvoltarea unei suprafețe foliare superioare în scopul prelucrării mai rapide și facile a elementele nutritive. O suprafață foliară mai mare implică, desigur, dezvoltarea unei structuri mai voluminoase a ramurilor, dar în același timp poate explica fiziologic plusul consistent de biomasă obținută de indivizii cultivați în blocul experimental în care s-a aplicat tratamentul TI. În sprijinul acestei idei vin și cercetările efectuate de Böhlenius și Övergaard (2015), care au remarcat o creștere a biomasei foliare a exemplarelor de plop în condițiile în care în culturile respective au fost aplicate măsuri de combatere a vegetației ierboase.

Literatura de specialitate consideră că mult mai eficiente în ceea ce privește sporirea productivității culturilor de plop sunt sistemele multiple de combatere a buruienilor, bazate pe tehnici diferite (Otto et al. 2010). În situația de

față această sugestie a fost înșușită, combaterea fiind efectuată atât prin lucrări de întreținere a solului efectuate între rânduri, cât și prin erbicidări aplicate în spațiile dintre exemplarele de pe același rând. Utilizarea grăbării între rânduri nu a avut drept unic scop și efect combaterea mecanică a buruienilor, ci și restructurarea, mărunțirea și aerarea solului în scopul îmbunătățirii proprietăților sale fizico-chimice și intensificării proceselor microbiologice. Acest lucru poate contribui suplimentar la justificarea eficienței deosebite a tratamentului TI asupra creșterii biomasei, având în vedere că cercetările lui Bilodeau-Gauthier et al. (2011) arată că efectul lucrărilor de pregătire a solului prin grăpare în culturile de plop depășește ca eficiență fertilizarea sau combaterea buruienilor.

Concluzii

Ținând cont de rezultatele obținute se poate trage concluzia că, aplicarea combinată a lucrărilor de întreținere a solului și combatere a buruienilor influențează semnificativ acumulările de biomasă ale culturilor intensive de plop hibridi.

Deși au fost utilizate trei clone diferite, toate au reacționat semnificativ la aplicarea tratamentului experimental, chiar dacă între productivitatea clonelor s-au remarcat diferențe minore. Efectul lucrărilor de întreținere a culturilor s-a concretizat într-o valoare a biomasei totale de până la opt ori mai mare decât cea obținută în suprafața martor, după două sezoane de vegetație.

Chiar dacă o parte din rezultatele prezentului studiu sunt confirmate de rezultate obținute și în alte studii asemănătoare efectuate în afara țării, informațiile extrase în urma analizei de față au o certă utilitate practică în managementul culturilor de plop cu ciclu scurt. În plus, studiul relevă informații noi cu privire la structura biomasei și modificările repartiției acesteia pe componentele elementare ale arborilor.

Rezultatele referitoare la acest aspect sugerează că sporul semnificativ de biomasă obținut

în condițiile aplicării lucrărilor de întreținere ar putea fi determinat de o reacție colectivă a arborilor, ce constă într-o modificare consistentă a proporției coroanei în detrimentul proporției componentelor subterane. Aplicarea tratamentului nu produce nicio modificare a proporției biomasei trunchiului din biomasa totală, dar efectul este resimțit intens la nivelul celorlalte componente. S-a constatat o creștere a ponderii biomasei ramurilor cu cca. 20-25% pentru cele trei clone și o reducere similară ca valoare procentuală în cazul elementelor subterane.

Desigur, anumite ipoteze formulate în cazul modificării structurii de repartizare a biomasei pe componente de arbore trebuie aprofundate și analizate prin cercetări viitoare mai detaliate. De asemenea ar prezenta interes urmărirea evoluției productivității și repartizării biomasei pe componente până la vârsta de cinci ani, înregistrate la recoltare. Dar rezultatele și sugestiile oferite de acest studiu considerăm că pot fi folosite în practică, ele demonstrând magnitudinea influenței lucrărilor de întreținere a solului și combaterii a buruienilor asupra acumulărilor de biomasă.

Mulțumiri

Această lucrare a fost elaborată în cadrul proiectului de cercetare STROMA - PNII- PTPC-CA- 2011- 3.2- 1574, contract nr. 119/2012 și a proiectului Tehno-Crops - PN-III- P2-2.1- BG-2016- 0376, contract nr. 30BG/2016; autoritatea contractantă: Unitatea Executivă pentru Finanțare a Învățământului Superior, a Cercetării, Dezvoltării și Inovării (UEFISCDI).

Bibliografie

- Armstrong, A., Johns, C. & Tubby, I. 1999. Effects of spacing and cutting cycle on the yield of poplar grown as an energy crop. *Biomass and Bioenergy* 17: 305-314. DOI: 10.1016/S0961-9534(99)00054-9
- Benomar, L., Desrochers, A., Larocque, G. R. 2012. The effects of spacing on growth, morphology and biomass production and allocation in two hybrid poplar clones

- growing in the boreal region of Canada. *Trees*, 26, 939-949. DOI: 10.1007/s00468-011-0671-6
- Böhlenius, H., & Övergaard, R., 2015. Exploration of optimal agricultural practices and seedling types for establishing poplar plantations. *Forests*, 6(8): 2785-2798. DOI:10.3390/f6082785
- Börjesson, P., Hansson, J. & Berndes, G. 2016. Future demand for forest-based biomass for energy purposes in Sweden. *Forest Ecology and Management*. 383: 17-26. DOI: 10.1016/j.foreco.2016.09.018
- Buhler, D. D., Netzer, D. A., Riemenschneider, D. E., & Hartzler, R. G., 1998. Weed management in short rotation poplar and herbaceous perennial crops grown for biofuel production. *Biomass and Bioenergy*, 14(4): 385-394. DOI: 10.1016/S0961-9534(97)10075-7.
- Cannell, M. G. 2003. Carbon sequestration and biomass energy offset: theoretical, potential and achievable capacities globally, in Europe and the UK. *Biomass and Bioenergy*, 24(2): 97-116. DOI: 10.1016/S0961-9534(02)00103-4
- 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. DOI: 10.2014/BF14.2
- Crow, P., & Houston, T. J., 2004. The influence of soil and coppice cycle on the rooting habit of short rotation poplar and willow coppice. *Biomass and Bioenergy*, 26(6): 497-505. DOI: 10.1016/j.biombioe.2003.09.002
- Dănilă I. C. 2015. Cercetări biometrice privind productivitatea clonelor de plop hibrid în culturi cu ciclu scurt de producție din Nord-Estul României. Universitatea "Ștefan cel Mare" Suceava, România. Thesis, 120 p. DOI: 10.13140/RG.2.1.1625.0968
- Dănilă, I., Avăcăriței, D., Nuțu, A., Savin, A., Duduman, M., Bouriaud, O. & Bouriaud, L. 2016. Productivitatea clonelor de plop hibrid instalate în culturi intensive în nord-estul României. *Bucovina Forestieră* 16(1): 73-85. DOI: 10.4316/bf.2016.006
- Dănilă, I., Avăcăriței, D., Savin, A., Roibu, C., Bouriaud, O., Duduman, M., Bouriaud, L. 2015. Dinamica și caracteristicile creșterii a șase clone de plop hibrid pe parcursul unui ciclu de producție într-o plantație comparativă din Depresiunea Rădăuți. *Bucovina Forestieră*, 15(1): 19-30. DOI: 10.2015/BF15
- Debell, D. S., Clendenen, G. W., Harrington, C. A. & Zasada, J. C. 1996. Tree growth and stand development in short-rotation *Populus* plantings: 7-year results for two clones at three spacings. *Biomass and Bioenergy*, 11, 253-269. DOI: 10.1016/0961-9534(96)00020-7
- Dickmann, D. I. 2006. Silviculture and biology of short-rotation woody crops in temperate regions: Then and now. *Biomass and Bioenergy*, 30(8-9), 696-705. DOI: 10.1016/j.biombioe.2005.02.008
- Dickmann, D. I., Kuzovkina, J. 2014. Poplars and willows of the world, with emphasis on silviculturally important species. *Poplars and Willows: Trees for Society and the Environment*, 22, 8. ISBN: 978 1 78064 108 9 (CABI)

- E Silva, F. D. A. S. & De Azevedo, C. A. V. 2016. The Assisat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. *African Journal of Agricultural Research*, 11: 3733-3740. DOI: 10.5897/AJAR2016.11522
- Evans, A., Strezov, V. & Evans, T. J. 2010. Sustainability considerations for electricity generation from biomass. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14, 1419-1427. DOI: 10.1016/j.rser.2010.01.010
- FAO 2012. Improving lives with poplars and willows. Synthesis of Country Progress Reports - Activities Related to Poplar and Willow Cultivation and Utilization- 2008 through 2011. 24th Session of the International Poplar Commission, Dehradun, India, 30 Oct-2 Nov 2012. Working Paper IPC/12. 93p. Forest Assessment, Management and Conservation Division, FAO, Rome., 104 p. Available at: <http://www.fao.org/forestry/ipc2012/en/>.
- Fang, S., Xue, J., & Tang, L., 2007. Biomass production and carbon sequestration potential in poplar plantations with different management patterns. *Journal of environmental management*, 85(3): 672-679. DOI: 10.1016/j.jenvman.2006.09.014
- Fara, L., Filat, M., Chira, D., Fara, S. & Nuțescu, C. Preliminary research on short cycle poplar clones for bioenergy production. In proceedings of the International Conference RIO, 2009. 127-132.
- Filat, M., Chira, D., Nica, M. & Dogaru, M. 2010. First year development of poplar clones in biomass short rotation coppiced experimental cultures. *Annals of Forest Research*, 53 (2), 95. DOI: doi:10.15287/afr.2010.108.
- Green, D. S., Kruger, E. L., & Stanosz, G. R., 2003. Effects of polyethylene mulch in a short-rotation, poplar plantation vary with weed-control strategies, site quality and clone. *Forest Ecology and management*, 173(1): 251-260. DOI: 10.1016/S0378-1127(02)00003-8
- Hoogwijk, M., Faaij, A., De Vries, B. & Turkenburg, W. 2009. Exploration of regional and global cost-supply curves of biomass energy from short-rotation crops at abandoned cropland and rest land under four IPCC SRES land-use scenarios. *Biomass and Bioenergy*, 33, 26-43. DOI: 10.1016/j.biombioe.2008.04.005
- Iodice, P., Dentice D'accadia, M., Abagnale, C. & Cardone, M. 2016. Energy, economic and environmental performance appraisal of a trigeneration power plant for a new district: Advantages of using a renewable fuel. *Applied Thermal Engineering*, 95, 330-338. DOI: 10.1016/j.applthermaleng.2015.11.017
- Johansson, T., & Hjelm, B., 2012. Stump and root biomass of poplar stands. *Forests*, 3(2): 166-178. DOI: 10.3390/f3020166
- Jürgensen, C., Kollert, W. & Lebedys, A. 2014. Assessment of Industrial Roundwood Production from Planted Forests. *Planted Forests and Trees Working Paper Series*, No. FP/48/E. The Food and Agricultural Organization of the United Nations (FAO). Rome. 40 p. Available at <http://www.fao.org/forestry/plantedforests/67508@170537/en/>
- Marschner, H., 1995. *Mineral Nutrition of Higher Plants*, 2nd ed.; Academic Press: London. ISBN: 978-0-12-384905-2
- Nassi O Di Nasso, N., Guidi, W., Ragaglini, G., Tozzini, C. & Bonari, E. 2010. Biomass production and energy balance of a 12-year-old short-rotation coppice poplar stand under different cutting cycles. *GCB Bioenergy*, 2, 89-97. DOI: 10.1111/j.1757-1707.2010.01043.x
- Otto, S., Loddo, D., & Zanin, G., 2010. Weed-poplar competition dynamics and yield loss in Italian short-rotation forestry. *Weed research*, 50(2): 153-162. DOI: 10.1111/j.1365-3180.2010.00763.x
- Perlack, R. D., Wright, L. L., Turhollow, A. F., Graham, R. L., Stokes, B. J. & Erblich, D. C. 2005. Biomass as feedstock for a bioenergy and bioproducts industry: the technical feasibility of a billion-ton annual supply. DTIC Document. 72 p. Available at <http://www.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a436753.pdf>
- Puri, S., Singh, V., Bhushan, B., & Singh, S., 1994. Biomass production and distribution of roots in three stands of *Populus deltoides*. *Forest Ecology and Management*, 65(2): 135-147. DOI: 10.1016/0378-1127(94)90165-1
- Robison, D. J. & Raffa, K. F. 1998. Productivity, drought tolerance and pest status of hybrid *Populus*: tree improvement and silvicultural implications. *Biomass and Bioenergy*, 14, 1-20. DOI: 10.1016/S0961-9534(97)00037-8
- Röhle, H., Horn, H., Müller, M. & Skibbe, K. 2015. Site-Based Yield Estimation and Biomass Calculation in Short Rotation Coppice Plantations. *Bioenergy from Dendromass for the Sustainable Development of Rural Areas*. 576 p. ISBN: 978-3-527-33764-4
- Rossi, P. 1991. Length of cuttings in juvenile development of a hybrid poplar clone. *New Forests*, 5, 211-218. DOI: 10.1007/BF00028112
- 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 plopi hibridi: rezultate preliminare. *Bucovina Forestieră*, 14(1): 60-67.
- Song, N., Aguilar, F. X., Shifley, S. R. & Goerndt, M. E. 2012. Analysis of U.S. residential wood energy consumption: 1967–2009. *Energy Economics*, 34, 2116-2124. DOI: 10.1016/j.eneco.2012.03.004
- Stanturf, J. A., Van Oosten, C., Netzer, D. A., Coleman, M. D. & Portwood, C. J. 2001. Ecology and silviculture of poplar plantations. *Poplar Culture in North America*, 153-206. DOI: 10.1139/9780660181455_4325
- Surendran Nair, S., Kang, S., Zhang, X., Miguez, F. E., Izaurralde, R. C., Post, W. M., Dietze, M. C., Lynd, L. R. & Wullschlegel, S. D. 2012. Bioenergy crop models: descriptions, data requirements, and future challenges. *GCB Bioenergy*, 4, 620-633. DOI: 10.1111/j.1757-1707.2012.01166.x