

## Cercetări fotologice și ecofiziologice în brădet

Darie PARASCAN

### 1. Aspecte generale

Lumina este unul dintre factorii determinanți în desfășurarea proceselor fiziologice fundamentale ale arborilor, implicate în creștere și în ultimă instanță în bioacumulări. (Acatrinei, Gh., 1991, Parascan, D., Danciu, M., 2001). Cunoașterea reacției fotoactive a arborilor și a gradului ei de implicare în dinamica proceselor fiziologice, atât cât s-a extins și s-a desfășurat până în prezent, nu a reușit să pună la dispoziția silviculturii practice decât o parte din potențialul său aplicativ. (Parascan, D., Danciu, M., Gurean, D., 1993, 1995)

Unele aspecte ale acestei problematice cuprinzătoare au constituit obiectul cercetărilor noastre, o perioadă îndelungată, în pădurea Cristian (Ocolul Silvic Brașov) situată la poalele Masivului Postăvaru, în zona de tranziție de la relieful tipic montan la Depresiunea Țării Bârsei (amplitudine altitudinală 700-1000m).

Pădurea Cristian în care s-au desfășurat cercetările la brad întrunește condiții climatice, edafice, litologice și geomorfologice suficient de variate și reprezentative pentru brădetele și amestecurile de brad montane inferioare și premontane. (Stănescu, V., Parascan, D. și colab., 1987). Pentru investigații s-au amplasat în cuprinsul pădurii 6 blocuri experimentale (tabelul 1) în care s-au delimitat suprafețe de probă cu caracter permanent unde s-au făcut măsurători taxatorice, fotologice, fiziologice, ecologice, având la bază protocoale adecvate fiecărui domeniu (Stănescu, V., Parascan, D. și colab., 1987). Urmărirea reacției fotoactive a puietilor de brad de diferite vârste, s-a realizat prin practicarea în arborete a unor tăieri de însămânțare și punere în lumină, cu diferite intensități.

Datele obținute prin măsurători, cât și analizele de laborator, au stat la baza calculului unor indicatori analitici și sintetici, care au permis definirea și circumscrierea ecologic compartimentată a capacității de reacție fotoactivă la puieti și semințisuri de brad, în diferite faze ale dezvoltării lor și au condus la deslușirea mecanismelor de bioacumulare, în vederea dirijării lor.

### 2. Cantitatea și calitatea luminii în arborete și semințisuri de brad și în amestecuri

Variațiile cantității și calității luminii în pădure, urmărite cu continuitate în suprafețele experimentale, se dovedesc extrem de mari și în mare măsură imprevizibile. Fluxul radiativ înregistrează variații mari nu numai de la un sezon de vegetație la altul, ci și de la un moment la altul în timpul zilei, de la un loc la altul în pădure etc.

**Tabel 1. Pădurea Cristian (U.P. VII) date generale privind blocurile experimentale****Table 1. General data concerning experimental plots, Cristian Forest (Working Unit VII)**

Nr. crt.	Blocul	Alt. medie m	Exp.	Panta în grade	Tip de stațiune	Tip de pădure	Arboret		Semințis		Intervenții în arboret
	U.A.						Consist.	Vârsta ani	Vârsta ani	Supraf. ocupată (%)	
1.	$\frac{S0}{41a}$	700	SE	15	Montan inferior de brădete, de prod. super., brun edafic mare, floră de mull	Brădet de prod. super. cu floră de mull	-	-	15-20	55	Tăiere definitivă în 1969
2.	$\frac{S1}{50a}$	650	N	20	Montan inferior de amestec, de prod. super., brun edafic mare cu floră de mull	Brădet de prod. super.-mijl., floră de mull	0,7	100	2-10	30	Tăiere de însămânțare
3.	$\frac{S2}{51b}$	750	SV	20	Montan inferior de amestecuri, de prod. mijl., edafic mijl., floră de mull	Gorunetobrădet de prod. mijl. cu floră de mull	0,7	80	10-16	40	Răritură în 1973
4.	$\frac{S3}{51b}$	750	SV	20	Montan inferior de amestecuri, de prod. infer., rendzină superficială	Brădetopinnet (pin negru), de prod. mijl.-infer.	0,7	80	4-10	30	Răritură în 1973
5.	$\frac{S4}{50a}$	750	Platou	-	Montan inferior de amestecuri, prod. mijl., brun pseudogleizat, floră acidofilă	Brădetomolidet de prod. mijl. cu floră acidofilă	0,8-0,9	100	2-8	20	-
6.	$\frac{S5}{54b}$	800	S	25	Montan de amestec de prod. mijlocie, brun luvic mijl. profund	Amestec de rășinoase (Br, Mo, Pi, La) de prod. mijl., soluri scheletice	0,8	85	12-26	80	Răritură moderată
7.	$\frac{S6}{49b}$	800	N	25	Montan de amestec de prod. mijl., brun luvic mijlociu profund	Amestecuri rășinoase (Br, Mo) prod. mijl., sol scheletic	-	-			Tăiere definitivă

Intensitatea medie a radiației în sezonul de vegetație la nivelul suprafeței active a semințișurilor, are variații mari, în raport cu deschiderea masivului și cu compoziția arboretului (tabelul 2). Astfel, în teren descoperit (după tăierea definitivă) radiația atinge  $481 \text{ W/m}^2$  (48.103 lucși), iar într-un ochi de brădet cu diametrul de 20m înregistrează  $222 \text{ W/m}^2$  (22.156 lucși) și numai  $19,7 \text{ W/m}^2$  (1966 lucși) într-un arboret de brad încheiat (consistența 0,9) neparcurs cu tăieri (tabelul 2).

**Tabel. 2 Distribuția luminii sub coronamentul arboretelor din Pădurea Cristian**  
**Table 2. Light distribution under stands canopy in Cristian Forest**

Nr. crt.	Unități de măsură	Lumină albă	Lumină monocromatică pe categorii spectrale			Total RAF (radiații active în fotosinteză)
			Albastru	Roșu	Infraroșu	
0	1	2	3	4	5	6
<b>A. În teren deschis (parchet)</b>						
1.	Lucși	48.103	-			
2.	cal/cm <sup>2</sup> /minut	0,9627	0,0812	0,1520	0,1332	0,2332
3.	W/m <sup>2</sup>	481	57	106	93	163
4.	% față de radiația totală	100	8,43	15,79	13,84	24,22
5.	% față de radiația monocromatică	-	100	100	100	100
<b>B. În arboret de brad parcurs cu prima tăiere (S<sub>1</sub> ochi) (extrageri în ochiuri 32% din volum)</b>						
1.	Lucși	22.156				
2.	cal/cm <sup>2</sup> /minut	0,4431	0,0242	0,0493	0,0400	0,0735
3.	W/m <sup>2</sup>	222	16,92	34,47	27,97	51,39
4.	% față de radiația totală	46,06	5,46	11,13	9,03	16,59
5.	% față de radiația monocromatică	-	29,80	32,43	30,03	31,52
<b>C. În arboretul de brad parcurs cu prima tăiere (uniform 18% din volum) (S<sub>1</sub>)</b>						
1.	Lucși	6308				
2.	cal/cm <sup>2</sup> /minut	0,1262	0,0089	0,0159	0,0145	0,0248
3.	W/m <sup>2</sup>	63,1	6,22	11,12	10,14	17,32
4.	% față de radiația totală	13,11	7,05	12,60	11,49	19,65
5.	% față de radiația monocromatică	-	10,96	10,46	10,88	10,63
<b>D. În arboret de brad neparcurs cu tăieri (S<sub>4</sub>) (consistență plină 0,9-1,0)</b>						
1.	Lucși	1966				
2.	cal/cm <sup>2</sup> /minut	0,0392	0,0027	0,0047	0,0047	0,0074
3.	W/m <sup>2</sup>	19,7	1,88	3,28	3,28	5,17
4.	% față de radiația totală	4,09	6,87	11,96	11,96	18,83
5.	% față de radiația monocromatică	-	3,32	3,09	3,52	3,17
<b>E. În arboret de brad cu pin negru, neparcurs cu tăieri (S<sub>3</sub>)</b>						
1.	Lucși	3572				
2.	cal/cm <sup>2</sup> /minut	0,0714	0,0058	0,0101	0,0104	0,0159
3.	W/m <sup>2</sup>	35,7	4,06	7,06	7,27	11,12
4.	% față de radiația totală	7,43	8,12	14,14	14,57	22,27
5.	% față de radiația monocromatică	-	7,14	6,64	7,81	6,82

Nr. crt.	Unități de măsură	Lumină albă	Lumină monocromatică pe categorii spectrale			Total RAF (radiații active în fotosinteză)
			Albastru	Roșu	Infraroșu	
0	1	2	3	4	5	6
<b>F. În arboret de brad cu gorun neparcurs cu tăieri (S<sub>2</sub>)</b>						
1.	Lucși	4107				
2.	cal/cm <sup>2</sup> /minut	0,0821	0,0076	0,0152	0,0148	0,0228
3.	W/m <sup>2</sup>	41,7	5,31	10,62	10,35	15,94
4.	% față de radiația totală	8,54	9,26	18,51	18,03	27,77
5.	% față de radiația monocromatică	-	9,36	10,00	11,11	9,78
<b>G. În arboret de brad cu pin și larice, neparcurs cu tăieri (S<sub>5</sub>)</b>						
1.	Lucși	7495				
2.	cal/cm <sup>2</sup> /minut	0,1499	0,0114	0,0228	0,0206	0,0342
3.	W/m <sup>2</sup>	74,9	7,97	15,94	14,40	23,92
4.	% față de radiația totală	15,58	7,60	15,21	13,74	22,81
5.	% față de radiația monocromatică	-	14,04	15,00	15,46	14,46

Rezultă că sub aspectul structurii, cele mai luminoase sunt arboretele cu brad, pin și larice, urmate de cele cu brad și gorun, apoi cele de brad cu pin negru, ceea ce se reflectă concludent și în capacitatea de instalare a semințșurilor până la vârste înaintate. În mod practic, instalarea plantulelor se realizează în orice condiții de umbră, așa cum este bine-cunoscut. Puietii înșiși, până la 15-20 ani, suportă intensități reduse de iluminare, mergând în unele zile până la 6W/m<sup>2</sup> (600 lucși), dar pragul radiativ al unei regenerări de viitor este mai ridicat, situându-se la cca 32W/m<sup>2</sup> (3200 lucși).

Proporția radiației active fiziologice (RAF) prezintă o legătură directă cu luminozitatea masivului. Astfel, cea mai mare valoare a acestei radiații, față de terenul descoperit, s-a înregistrat într-un ochi din arboretul de brad parcurs cu prima tăiere (31, 52%), iar cea mai mică de numai 3,17% în brădetul încheiat (tabelul 2). Se poate deduce că procentul din radiația fiziologic activă înregistrat față de terenul descoperit poate constitui un indicator expresiv al gradului de acoperire a arboretului.

De altfel, indicatorul radiației active fiziologice oferă date obiective și pentru aprecierea temperamentului speciilor. Pătrunderea la sol a radiațiilor albastre și roșii urmează același curs ca al radiației fiziologice active. Radiația albastră înregistrează valori descrescânde de la 29,80% la 3,32% față de terenul descoperit, iar radiația roșie de la 32,43% la 3,09%, în raport cu gradul de acoperire a arboretului (tabelul 2).

Trebuie menționat că radiația activă fiziologică, chiar și în cazurile în care atinge proporții foarte reduse (numai 3% în arboretul de brad încheiat) din radiația în teren descoperit, poate să întrețină bioacumulările la puietii tineri și plantule. Deosebit de instructive și interesante sunt datele comparative privind modificările intensității radiației după tăierile de regenerare, cu caracter de punere în lumină, practicate în unele din blocurile experimentale (S<sub>2</sub>, S<sub>3</sub>, S<sub>4</sub>).

În arboretul de brad cu gorun ( $S_2$  – tabelul 3), în care s-a executat o tăiere de punere în lumină în ochiuri, cu intensitate de 30% din volum, radiația globală diurnă a crescut de la  $41,1\text{W/m}^2$  (4107 lucși) la  $75\text{W/m}^2$  (7514 lucși), adică cu 82% (tabelul 3). Acest lucru atrage atenția asupra efectelor deosebit de mari în mediul intern al arboretului, pe care le au tăierile de regenerare, cu consecințe pentru semințișuri. În arboretul de brad cu pin negru (tabelul 3) în care s-a practicat o tăiere de însămânțare de 20% după volum, de la  $36\text{W/m}^2$  (3572 lucși) s-a ajuns la  $41\text{W/m}^2$  (4018 lucși), creșterea fluxului luminos fiind de 12%. Acest efect relativ scăzut al intervențiilor se explică, atât prin intensitatea lor scăzută, cât și prin extragerea în primul rând a arborilor din plafonul inferior.

**Tabelul 3. Distribuția luminii sub coronamentul arboretului de brad înainte și după prima tăiere de regenerare**

**Table 3. Light distribution under canopy in fir stands before and after the first regeneration felling**

Nr. crt.	Unități de măsură	Anul cercetării	Lumină albă	Lumină monocromatică pe categorii spectrale			Total RAF (radiații active în fotosinteză)
				Albastru	Roșu	Infraroșu	
<b>A. În arboretul de brad cu gorun</b>							
1.	Lucși	1983	4107				
2.	$\text{cal/cm}^2/\text{minut}$		0,0821	0,0076	0,0152	0,0148	0,0228
3.	$\text{W/m}^2$		41,1	5,31	10,62	10,35	15,94
4.	Lucși	1984	7514				
5.	$\text{cal/cm}^2/\text{minut}$		0,1508	0,0179	0,0304	0,0290	0,0483
6.	$\text{W/m}^2$		75,2	12,52	21,26	20,28	33,63
7.	%de creștere a luminii după prima tăiere		82				
<b>B. În arboretul de brad cu pin negru</b>							
1.	Lucși	1983	3572				
2.	$\text{cal/cm}^2/\text{minut}$		0,0714	0,0058	0,0101	0,0104	0,0159
3.	$\text{W/m}^2$		36	4,06	7,06	7,27	11,12
4.	Lucși	1984	4018				
5.	$\text{cal/cm}^2/\text{minut}$		0,0804	0,0100	0,0198	0,0172	0,0298
6.	$\text{W/m}^2$		41	6,93	13,84	12,03	20,84
7.	%de creștere a luminii după prima tăiere		12				
<b>C. În arboretul de brad</b>							
1.	Lucși	1983	1966				
2.	$\text{cal/cm}^2/\text{minut}$		0,0392	0,0027	0,0047	0,0047	0,0074
3.	$\text{W/m}^2$		20	1,88	3,28	3,28	5,17
4.	Lucși	1984	3237				
5.	$\text{cal/cm}^2/\text{minut}$		0,0647	0,0085	0,0126	0,0114	0,0211
6.	$\text{W/m}^2$		33	5,94	8,81	7,97	14,75
7.	%de creștere a luminii după prima tăiere		65				

În arboretul de brad încheiat (consistența 0,9) după tăierea de însămânțare cu intensitate de 32% din volum, fluxul radiativ a crescut de la 20W/m<sup>2</sup> (1966 lucși) la 33W/m<sup>2</sup> (3237 lucși), adică cu 65%. Aceste date comparate atrag atenția asupra necesității evaluării tăierilor principale privind mediul de viață al semînțșurilor, nu numai după proporția masei lemnoase extrase din volumul global, ci prin înregistrări directe ale fluxului de energie radiantă ajunsă la sol, reprezentând unul dintre factorii esențiali pentru activitatea metabolică și vigoarea de creștere a puietilor.

### 3. Reacția fotoactivă la puieti și semînțșuri

Reacția fotoactivă a plantelor supuse fluxului energiei radiante este reglată de însușirile genetice și morfo-fiziologice ale speciei, între care pe primul plan se situează cele ale aparatului foliar asimilator.

#### 3.1. Dinamica pigmentilor asimilatori

Conținutul de clorofilă din frunzele puietilor unei specii cu temperament delicat, cum este bradul, exprimă cu mare fidelitate reacția la variația intensității radiației, deși la rășinoase este posibilă sinteza pigmentilor și la întuneric, dar în proporții reduse. Cel mai mare conținut de clorofile se găsește în frunzele (acele) puietilor de brad crescuți sub masivul încheiat (tabelul 4), iar cantitatea cea mai redusă la puietii din parchet, supuși unui flux radiativ de intensitate ridicată.

**Tabelul 4. Conținutul de clorofilă din acele de brad și molid – valori medii**  
**Table 4. Chlorophyll content in fir and spruce needles, mean values**

Nr. crt.	Blocul experimental	Situația intervenției în arboret	Specia	Vârsta puietilor ani	La ace formate în anul în curs mg /g s.v.	La ace de 1an (formate în anul trecut) mg /g s.v.
1.	S <sub>1</sub> -arboret de brad parcurs cu prima tăiere (ochi cu diametrul 20m)	-după intervenție	brad	> 5	3,19	6,35
2.	S <sub>2</sub> –arboret de brad cu gorun	- înainte de intervenție	brad	> 5	3,44	6,44
		- după intervenție	brad	> 5	3,48	4,39
3.	S <sub>3</sub> -arboret de brad cu pin negru	-înainte de intervenție	brad	<5	4,24	8,58
		- după intervenție	brad	<5	4,45	8,48
4.	S <sub>4</sub> - arboret de brad încheiat (consistența 0,9)	-înainte de intervenție	brad	<5	4,67	8,86
		-după intervenție	brad	<5	4,09	8,42
5.	S <sub>6</sub> -semînțș de brad și molid în parchet	-înainte de intervenție	brad	>20	2,99	4,89
		-după intervenție	molid	>20	3,00	4,54

În ochiul de brădet, acele de pe lujerul anual au o cantitate de clorofilă mai scăzută (3,19mg/g s.v.) decât acele de 1-2 ani (6,35 mg /g s.v.). În arboretul de brad cu gorun, la acele de 1-2 ani formate sub masiv (înainte de tăierea de regenerare) conținutul de clorofilă este mai mare decât după intervenția în arboret (tabelul 4). La acele de 1-2 ani iluminarea bruscă a produs o scădere a conținutului de clorofilă (6,44 mg/g față de 4,39mg/g s.v.), ceea ce reprezintă o adaptare la situația nou creată. În arboretul de brad cu pin negru, tăierea moderată (creșterea intensității radiației cu 12%) a dus la o modificare nesemnificativă a cuantumului pigmentilor în acele formate în anii anteriori, menținându-se cantități ridicate de clorofilă la puieti și după intervenția în arboret.

S-a realizat un raport favorabil între conținutul de clorofilă ce a condus la un important salt fotosintetic (tabelul 5). Se poate astfel aprecia că tăierile pot fi eficiente în stimularea bioacumulărilor numai dacă favorizează un raport optim între intensitatea radiației realizată gradat prin extrageri și cantitatea de pigmenti.

**Tabelul 5. Dinamica fotosintezei și respirației la puietii de brad - valori medii**  
**Table 5. Photosynthesis and respiration dynamics in fir plants, mean values**

Nr. crt.	Blocul experimental	Situația intervenției în arboret	Specia	Vârsta puietilor ani	Vârsta acelor	Fotosinteza mg CO <sub>2</sub> /g/h		Respirația mg CO <sub>2</sub> /g/h
						Aparentă	Reală	
1.	S <sub>1</sub> -arboret de brad parcurs cu prima tăiere (ochi cu diametrul de 20m)	-	brad	<5	1 an	0,2102	0,9708	0,7596
				> 5	1 an	0,2252	0,8040	0,5788
2.	S <sub>2</sub> -arboret de brad cu gorun	-înainte de intervenție	brad	> 5	1 an	0,1644	0,7644	0,6000
				<5	1 an	0,3582	0,9588	0,6006
		-după intervenție	brad	> 5	1-2	0,1946	0,9046	0,7100
				<5	1-2	0,3502	0,9828	0,6326
3.	S <sub>3</sub> -arboret de brad cu pin negru	-înainte de intervenție -după intervenție	brad	<5	1	0,2250	0,8888	0,6638
				<5	1-2	0,3686	1,1032	0,7346
4.	S <sub>4</sub> -arboret de brad încheiat (consistența 0,9)	-înainte de intervenție -după intervenție	brad	<5	1	0,4476	1,4696	1,0220
				<5	1-2	0,2798	1,1304	0,8506
5.	S <sub>4</sub> -semințiș de brad și molid în parchet	- după tăiere	brad	>20	1 an	0,2352	1,0050	0,7698
				>20	2 ani	0,2536	0,7030	0,4994
			molid	>20	1 an	0,2206	0,8658	0,6452
				>20	2 ani	0,2392	0,7602	0,5210

Această ultimă constatare este pe deplin confirmată de situația creată în brădetul de consistență plină în care prin tăierea de regenerare puietii tineri (sub 5 ani) au fost puși brusc în lumină, ajungându-se la o importantă diminuare a fotosintezei (tabelul 5). În parchet, unde puietii au fost supuși timp îndelungat unei intensități radiative mari, s-a realizat o stare de echilibru între conținutul de clorofilă, intensitatea luminii și intensitatea fotosintezei.

Cercetările au confirmat existența unei corelații între creșterea conținutului de clorofilă și diminuarea fluxului luminos. Acest raport evidențiază existența unei reacții fotoactive și sensul ei la seminișurile de brad.

### 3.2. Fotosinteza ca indicator al reacției fotoactive

Valorile medii ale intensității fotosintezei, ca indicator direct și prompt al reacției fotoactive, evidențiază că intensitatea maximă a procesului se realizează în brădete uniform rărite și nu în ochiuri, cum ar fi de așteptat în principiu.

În impactul cu lumina directă de mare intensitate, puietii de brad tineri (sub 5 ani) cu temperament tipic de umbră suferă un șoc fotosintetic cu efecte negative. Nici variațiile mari ale intensității radiației în ochiurile de pădure nu favorizează o fotoreactivitate constantă.

Puietii de brad din arboretele neparcurse cu tăieri, cu regim radiativ uniform, au o reacție fotoactivă cu desfășurare constantă, dar cu praguri diferite de intensitate în funcție de vârsta puietilor și de gradul de închidere a masivului. La puietii tineri (sub 5 ani) din brădeto-gorunet fotosinteza aparentă (tabelul 5) are valori mai mari (de 0,3582 mg CO<sub>2</sub>/g/h) decât în ochiul de brădet (0,2102 mg CO<sub>2</sub>/g/h). Puietii de brad tineri (sub 5 ani) din brădetul neparcurse cu tăieri folosesc cu mare eficiență lumina redusă ce le parvine pentru realizarea fotosintezei (0,4476 mg CO<sub>2</sub>/g/h). Acestea scot în evidență că, la brad cel puțin, adaptarea puietilor sub adăpost este în mare măsură o adaptare la intensități reduse de lumină și la un regim constant de iluminare.

La puietii de vârste mai mari (10-15 ani) la care nevoia sporită de lumină se face resimțită printr-o reacție pozitivă la un flux radiativ mai intens, valorile medii ale fotosintezei aparente sunt egale sau mai mari decât cele de sub adăpost (0,2252 mg CO<sub>2</sub>/g/h în ochi; 0,1644 mg CO<sub>2</sub>/g/h în brădeto-gorunet și 0,2250 mg CO<sub>2</sub>/g/h în brădetul cu pin negru). De altfel, în brădetul cu consistență plină, foarte puțini puietii mai depășesc vârsta de 5 ani, eliminarea naturală, ca reacție la lipsa de lumină, manifestându-se cu mare intensitate.

În ce privește respirația, cuantumul stabilite confirmă date cunoscute, în sensul că metabolismul cel mai intens îl au plantulele și puietii tineri. În general, comparativ cu valorile fotosintezei aparente, respirația este ridicată (Tab.5). Așa se și explică de ce fotosinteza netă este mai mică decât fotosinteza brută, iar creșterile sunt în consecință mici.

Reacția fotoactivă a puietilor cunoaște modificări importante ca efect al tăierilor de regenerare (tabelul 5). Astfel, în brădeto-gorunet, prin creșterea intensității radiației cu 82% după tăiere, la puietii tineri (sub 5 ani) fotosinteza aparentă a marcat o ușoară depresiune (de la 0,3582 mg CO<sub>2</sub>/g/h la 0,3502 mg CO<sub>2</sub>/g/h) interpretabilă ca șoc fotosintetic. La puietii mai mari (> 5 ani), cu o capacitate de reglare metabolică relativ stabilizată, șocul fotosintetic nu s-a resimțit, înregistrându-se o ușoară creștere a fotosintezei (de la 0,1644 mg CO<sub>2</sub>/g/h la 0,1946 mg CO<sub>2</sub>/g/h), care se corelează și cu scăderea conținutului de clorofilă (tabelul 4) în mod pozitiv, spre valori optime de asimilație. În arboretul de brad cu pin negru, în care intensitatea redusă a tăierilor a provocat un spor de flux radiativ doar cu 12%,



la puietii de vârste mici cu conținut ridicat de pigmenți (tabelul 4), intensitatea fotosintezei a crescut considerabil (de la 0,2250 mg CO<sub>2</sub>/g/h la 0,3686 mg CO<sub>2</sub>/g/h).

În arboretele de brad cu consistență plină, unde prin tăiere s-a provocat o iluminare bruscă (intensitatea radiației a crescut cu 65%), șocul fotosintetic a fost puternic și s-a reflectat în scăderea fotosintezei (de la 0,4476 mg CO<sub>2</sub>/g/h la 0,2798 mg CO<sub>2</sub>/g/h) la puietii mai mici de 5 ani. Rezultă, deci, că reacția fotoactivă, în primul an după tăieri este evidentă, iar ca intensitate și sens se corelează cu vârsta puietilor și cu gradul de iluminare. Efecte favorabile, cel puțin în primul an după tăieri, se înregistrează la iluminări moderate și la puietii de vârste mici (sub 5 ani), ceea ce subliniază necesitatea corelării intensității tăierilor cu starea și particularitățile regenerării naturale în momentul intervenției.

Puietii de brad din parchet, cu vârste de cca 20 ani (tăierea definitivă s-a executat când puietii aveau 14-15 ani), au depășit criza de punere în lumină directă înregistrând intensități ridicate ale fotosintezei. Se poate deci aprecia că adaptarea puietilor de brad la condiții de lumină plină se realizează în 5-6 ani de la aplicarea tăierilor. La puietii de molid de vârste similare cu ale celor de brad, valorile fotosintezei aparente sunt foarte apropiate de cele ale bradului, ceea ce relevă aptitudini asemănătoare de folosire a energiei radiante în condiții de lumină directă.

### 3.3. Regimul hidric al puietilor de brad și reacția fotoactivă

Intensitatea transpirației, ca indicator al regimului hidric, pune în evidență cu fidelitate modificările survenite în condițiile de viață ale puietilor. Fluxul luminos acționează asupra stomatelor, a căror reacție fotoactivă se materializează în gradul de deschidere a ostiolelor și ca urmare în creșterea sau diminuarea eliminării apei prin transpirație. La intensitatea radiației reacționează și citoplasma celulelor frunzei, prin modificarea permeabilității membranelor plasmactice și prin schimbarea gradului de vâscozitate a protoplasmei cu consecințe în regimul hidric intern. Din cercetările întreprinse rezultă existența unei strânse corelații între regimul hidric al puietilor exprimat prin intensitatea transpirației și prin fluxul luminos, evidențiindu-se astfel o reacție fotoactivă promptă.

Puietii de brad de vârste mici (cca 5 ani), din ochiul de brădet, supuși de dimineața până seara la flux luminos intens, pierd o mare cantitate de apă, atât prin frunzele în curs de formare cât și prin cele de 1-2 ani (166,82 mg H<sub>2</sub>O/g/h și 223,98 mg H<sub>2</sub>O/g/h la un flux luminos de 372 W/m<sup>2</sup>). Fluxul luminos intern creează un șoc transpirator, care are consecințe și în modificarea accentuată a altor procese, mai ales a fotosintezei (se perturbă schimbul de gaze la nivelul stomatelor). Se produce o perturbare în simultaneitatea înlocuirii apei pierdute de către apa provenită prin absorbție radiculară.

De aceea transpirația puietilor în ochi oscilează în timpul zilei având depresiuni și reveniri succesive. Fenomenul se explică prin apariția în frunze a unui deficit tranzitoriu de apă, ca o consecință a pierderii ei în cantitate mare în orele precedente, până la atingerea apogeului. În arboretul de brad cu gorun, la nivelul puietilor de brad intensitatea radiației este relativ redusă (43 W/m<sup>2</sup>), astfel că intensitatea transpirației, atât la acele în curs de maturare (din creșterea curentă) cât

și la cele de 1-2 ani înregistrează valori mai scăzute (110,70 mg H<sub>2</sub>O/g/h și 106,80 mgH<sub>2</sub>O/g/h).

După aplicarea tăierilor de regenerare, regimul hidric al puietilor suferă modificări ca urmare a creșterii fluxului luminos la nivelul semințișurilor. Efectul luminii după extrageri se resimte evident la puietii de brad, din arboretul de gorun cu brad, prin creșterea transpirației cu cca 30% față de anul precedent (145 mg H<sub>2</sub>O/g/h față de 110mg H<sub>2</sub>O/g/h la acele din anul în curs și 130 mg H<sub>2</sub>O/g/h față de 106 mg H<sub>2</sub>O/g/h la acele de 1-2 ani).

Aproape fără excepții, mersul diurn al intensității transpirației puietilor de brad se înscrie în curbe unimodale, cu maximum realizat între orele 13 și 15, când intensitatea radiației este maximă. Rezultă că bradul, în condiții normale de aprovizionare cu apă din sol are caracter anizohidric menținându-și intensitatea transpirației la cote normale pe seama apei din frunze. Întrucât transpirația crește relativ puternic cu punerea în lumină, în anii secetoși este posibil să se ajungă la un dezechilibru hidric și deci la uscarea puietilor sau, în orice caz, la o scădere însemnată a turgescenței frunzelor și la o diminuare a bioacumulărilor.

Aceste fenomene se petrec mai rar deoarece pierderile mari de apă înregistrate în semințișuri, în condiții extreme, pot fi recuperate datorită sistemului radicular al puietilor foarte profund și etajat la diferite adâncimi în sol, indiferent de caracteristicile fizice și fizico-chimice ale acestuia.

În teren deschis cuantumul apei eliminate de către puietii de brad de vârste apropiate ating valori mult mai mari decât sub masiv rărit (până la 189,09 mg H<sub>2</sub>O/g/h). Întrucât, însă, puietii sunt mai bine dezvoltați în spațiul aerian și în sol, pericolul deshidratării, în caz de secetă, este mult diminuat.

Puietii de molid pierd prin transpirație, în teren deschis, o cantitate de apă ceva mai redusă decât cei de brad de aceeași vârstă, ca urmare a structurii lor cu caracter mai pronunțat xeric.

Desigur date interesante oferă și analiza acumulărilor de biomasă și bioenergie la puietii și semințișuri în condiții diferite de flux luminos. Rezultatele obținute vor fi comunicate în altă lucrare.

#### 4. Concluzii

Cercetările întreprinse și rezultatele obținute conduc la următoarele concluzii cu caracter general:

- Variațiile fluxului luminos sunt mari, nu numai de la un sezon de vegetație la altul, ci și de la un moment la altul în timpul zilei și de la un loc la altul în pădure, așa încât datele înregistrate prin măsurători au uneori valoare orientativă.
- În general, în brădetele montane inferioare, la consistența plină (0,9) corespunde (la nivelul puietilor) o intensitate a radiației, în timpul sezonului de vegetație, de cca 20W/m<sup>2</sup> (2000 lucși sau 0,0392 cal/cm<sup>2</sup>/minut). Fiecare grad de reducere a consistenței pline (0,9) înseamnă în medie un spor de energie radiantă de 10W/m<sup>2</sup> (cca 100 lucși).

- Rezultatele măsurătorilor cantității și calității radiației în pădure, sugerează necesitatea evaluării efectelor tăierilor asupra mediului de viață al semînțșurilor nu numai indirect după intensitatea extragerilor după volum sau număr de arbori, ci și direct după valorile fluxului energetic.
- La plantule reacția fotoactivă intră în joc imediat după răsărire, când se declanșează nutriția autotrofă independentă, care ia treptat locul nutriției din rezervele de hrană, ceea ce constituie un prim prag critic ecologic, în procesul lor de adaptare la mediu.
- Condițiile de iluminare în care se dezvoltă puietii sub masivul matern, nu se caracterizează numai printr-o diminuare a fluxului radiativ local, ci și printr-o sărăcire considerabilă a cuantumului radiațiilor active fiziologic (RAF). Fluxul redus în permanență al energiei radiante sub masivul încheiat, duce la eliminarea severă și rapidă a puietilor, care rareori depășesc, în astfel de condiții, vârste de 10 ani.
- În cazul semînțșurilor care au crescut un număr de câțiva ani în condiții favorabile de lumină (la consistența 0,7), șocul fotosintetic la deschiderea intensă a masivului, în primul an după tăiere, este aproape neglijabil la puietii de 5 ani, iar la cei peste 10 ani (a căror capacitate de reglaj metabolic este stabilizată), el nici nu se resimte. Șocul fotosintetic devine considerabil la semînțșurile crescute în masiv încheiat și puse brusc în condiții de iluminare intensă.
- Reacția fotoactivă pozitivă a semînțșurilor de brad poate fi totuși pusă în valoare într-un masiv ușor rărit sau întrerupt neregulat, prin dozarea fluxului luminos în continuare, până la punerea totală în lumină, chiar la puietii de 5-7 ani. Criza de punere în lumină totală, după tăierea definitivă, la puietii cu vârste până la 10-15 ani, manifestată prin diminuarea fotosintezei, durează câțiva ani (până când frunzele nou formate ating valori apropiate celor ale acelor vârstnice, dar adaptarea în plină lumină este realizabilă în cel mult 5-6 ani.
- Bradul, deși o specie tipic de umbră, reacționează favorabil în tinerețe la modificarea cantității și calității luminii, reflectată prin dimensiunile net sporite și creșterile mult mai active decât ale puietilor din masivul încheiat.
- Semînțșurile de brad în vârstă de 15-20 ani, crescuți sub masivul ușor rărit (consistență 0,7) sunt adaptate la intensitate redusă a luminii, prin sporirea conținutului de clorofilă în ace, așa că dispun de o capacitate apreciabilă de acumulare de biomasă și bioenergie. Aceasta demonstrează că regenerarea bradului sub masiv în cazul tratamentelor cu perioade lungi de regenerare, nu se face cu pierderi sensibile de producție.
- În amestecurile de brad cu specii de lumină sau în însămânțările naturale de brad în arborete cu specii de lumină, deschiderea timpurie a ochiurilor cu diametre de 10-15m și lărgirea acestora reprezintă singura soluție pentru promovarea efectivă a bradului. În caz contrar semînțșurile cu vârste de peste 20-25 ani nu mai sunt de viitor (chiar dacă rezistă încă sub masiv unul sau chiar două decenii), din cauza încetinirii cronice a creșterii și diferențierii.

## Bibliografie

- Acatrinei, Gh.,1991 – Reglarea proceselor ecofiziologice la plante. Editura Junimea, Iași.
- Parascan,D., Danciu, M., Gurean, D.,1993 – Aspecte privind dinamica unor procese fiziologice în brădete parcurse cu rărituri. În “Silvicultură și exploatare forestiere. Prezent și perspective”, Universitatea “Transilvania”, Brașov.
- Parascan,D.,Danciu,M.,Gurean,D.,1995- Cercetări privind capacitatea reacției fotoactive la brad și molid. Bucovina Forestieră, an IV, nr.1, Câmpulung Moldovenesc.
- Parascan,D.,Danciu,M.2001 – Fiziologia plantelor lemnoase. Editura “Pentru Viață”, Brașov.
- Stănescu,V.,Parascan,D. și colab., 1987 – Stabilirea capacității de reacție fotoactivă a principalelor specii forestiere în raport cu tipul de nutriție, fenofaze și vârstă. Contract cu Ministerul Silviculturii. Brașov.

## Abstract

### Photological and Ecophysiological Researches in Fir Tree Stands

The paper presents the results of researches conducted over a prolonged period of time in the Cristian forest (Ranger District Brașov).

A number of six permanent experimental plots were placed in which photological, taxatorial, physiological and ecological measurements were made, based on adequate protocols for each scope. The studying of photoactive reaction in different age fir plants was made through the interventions with seeding and accretion fellings of different intensity.

The data obtained by measurements and laboratory analysis were used to calculate some analytical and synthetical indexes which define and offer ecological interpretation to the photoactive reaction capacity in spruce and fir plants and seedlings in different stages of development.

**Keywords:** fir seedlings, photoactive reaction in seedlings, ecophysiological index.T

---

Prof. dr. ing. Darie Parascan,  
Universitatea „Transilvania” Brașov,  
Facultatea de Silvicultură și Exploatare forestiere