

# REGIME DE NUTRIȚIE LA PIN NEGRU ȘI GORUN ÎN CONDIȚII DE FERTILIZARE

EUGEN PÎRVU, ION CATRINA, VIRGINIA ANTONESCU,  
AUREL POPA, CONSTANTIN HULUȚĂ, L. CERCHEZ,  
FILOFTEIA FIDANOF

## 1. INTRODUCERE

Consumul sporit de lemn impune sporirea producției de masă lemnoasă, așa cum este prevăzut în Programul de măsuri pentru conservarea și dezvoltarea fondului forestier în țara noastră. În acest scop se recurge în prezent la crearea de culturi forestiere de tip intensiv, care reclamă alături de alte măsuri tehnice aplicarea de fertilizanți.

Stabilirea tehnologiilor de fertilizare necesită o fundamentare științifică — prin studii de nutriție în condiții de fertilizare —, de cunoaștere a exigențelor speciilor față de substanțele minerale din sol.

Utilizând metoda combinată (analitico-sintetică) de investigație, în perioada 1971—1975 s-au efectuat asemenea cercetări în regim controlat din vase de vegetație la *Pinus nigra* Arn. și la subspeciile de gorun existente în țara noastră (V. Grapini, Al. Beldie — 1972): *Quercus petraea* (Matsch) Liebl., *Q. dalechampii* (Ten) Beldie, *Q. polycarpa* (Schur) Soö.

## 2. MATERIAL ȘI METODĂ

În vase Mitscherlich, s-a urmărit reacția de răspuns a puietilor, după un an de aplicare a tratamentelor de fertilizare și amendare de tip NPKCa, în variate combinații și doze. Absorbția și acumularea unor macroelemente s-a urmărit în variante reprezentative și cu radiotrasori ( $^{32}\text{P}$ ,  $^{42}\text{K}$ ,  $^{45}\text{Ca}$ ).

Ca mediu de nutriție s-a utilizat orizont  $A_2$  din sol brun roșcat de pădure puternic podzolit de rovină, lutos, cu reacție slab acidă ( $\text{pH}=5,9$ ), slab humifer (1,83% humus), normal aprovizionat în azot (0,15%  $\text{N}_t$ ), slab aprovizionat în fosfor (10 mg $^0$ /%  $\text{P}_2\text{O}_5$  în lactat) și în potasiu (10 mg $^0$ /%  $\text{K}_2\text{O}$  în CINH).

Clasificări după Gr. Obrejanu ș. a. (1964).

În decursul ciclului de cercetare, experimentările s-au desfășurat așa cum rezultă din tabelul 1.

Variantele s-au restrâns continuu ajungându-se în final la tratamentele cele mai corespunzătoare.

Superfosfatul, sarea potasică și piatra de var măcinată s-au administrat și încorporat în sol înaintea instalării culturii, iar azotatul de amoniu s-a dat fazial în două reprize, în prima parte a verii.

Desfășurarea experimentărilor în cielu de cercetare

Specia (subspecia)	Anul expe- rimen- tării	Proveniența materialului biologic utilizat în vase:	Var. × rep.	Doze ingr. aplic.: g/vas			
				azotat de amoniu	super- fosfat	sare potasică	piatră de var măci- nată
<i>Pinus nigra</i>	1972	puieti de 2 ani din semănat-Comănești	40 × 5	1-12	2-24	0,5-6	5-30
	1973	puieti de 2 ani din semănat-Simeria	12 × 10	1-4	2-16	0,5-1,5	15
	1974	puieti de 3 ani (2 sem. × 1 repic) Simeria	12 × 10	2-4	4-24	0,5	15
<i>Quercus petraea</i>	1972	puieti de 2 ani din regen. nat.-Beclean	40 × 5	1-12	2-24	0,5-6	5-30
	1973	sămînță-Bistrița	12 × 10	2-4	4-24	0,5	15
	1974	sămînță-Sighet	12 × 10	2-4	4-24	0,5	15
<i>Quercus dalechampii</i>	1971	sămînță-Mihăiești	70 × 5	1-12	2-24	0,5-6	5-30
	1973	sămînță-Mihăiești	12 × 10	2-12	4-24	0,5	15
<i>Quercus polycarpa</i>	1972	puieti de 1 an din regen. nat.-Brașov	40 × 5	1-12	2-24	0,5-6	5-30
	1973	sămînță-Peșteana	12-10	1-2	2-16	0,5	15

Culturile s-au menținut la regim optim de umiditate a solului, în jurul capacității de cîmp.

Pentru sol s-au folosit următoarele metode de analiză: pH-Serdobolski, humus-Walkey Black,  $N_t$ -Kjeldahl,  $P_2O_5$  solubil — în lactat,  $K_2O$  solubil — în  $ClNH_4$ .

Pentru plante s-au utilizat metodele de analiză și de determinări: N-microkjeldahl,  $P_2O_5$ -colorimetric,  $K_2O$  și CaO-fotometric, cenușă-calcinare pînă la 550 C°, absorbția și acumularea elementelor marcate-radiometric, pigmentii-Wettstein, intensitatea asimilației-Sachs modificată pentru gorun și Ivanov-Kessovici la pin, intensitatea respirației Bosen-Jenson, creșterile — prin măsurători periodice, acumularea de biomasă — prin cîntărire.

Datele din analize și determinări se prezintă (pe specii, organe ale plantei sau variante) în limite de variație, sau procentual față de martori, iar cele privind creșterile și acumularea de biomasă-testate statistic (testul  $t$ ) în raport cu martorii, în următoarea notație a semnificațiilor diferențelor:

±	martor	
spor	deficit	
+	—	nesemnificativ
×	0	semnificativ
× ×	00	distinct semnificativ
× × ×	000	foarte semnificativ

### 3. REZULTATE ȘI DISCUȚII

#### 3.1. CONȘUMUL DE APĂ DIN SOL

Balanța hidrică, în regim controlat, indică cerințe moderate față de umiditatea din sol pentru ambele specii, graficul din figura 1 relevând un quantum al evapotranspirației anuale de 573 mm la pin negru și între 557 și 605 mm la gorun; la ultima specie, consumul crește de la *Q. polycarpa* la *Q. petraea*. Modul de uti-

Tabelul 2

Variația raportului biomasă /  
evapotranspirație, pe specii și subspecii

Specia (subspecia)	Anul experimentării	s.u. puieț /ET (g/l)
<i>P. nigra</i>	1973	0,4
<i>Q. petraea</i>	1972	0,9
<i>Q. dalechampii</i>	1973	1,9
<i>Q. polycarpa</i>	1973	3,9

lizare a apei în acumularea de biomasă (tabelul 2) relevă următoarele deosebiri:

— gorunul folosește mult mai economic apă în comparație cu pinul; la aceeași cantitate de apă *Q. dalechampii* acumulează de 4,5 ori mai multă substanță uscată față de pin;

— la subspeciile de gorun, randamentul de utilizare a apei crește de la subspecia mai exigentă la cea mai puțin exigentă; față de *Q. petraea* cu cel mai mare consum, *Q. dalechampii* acumulează pe unitatea de masă a apei de 2,1 ori mai multă substanță uscată, iar *Q. polycarpa*, de 4,4 ori.

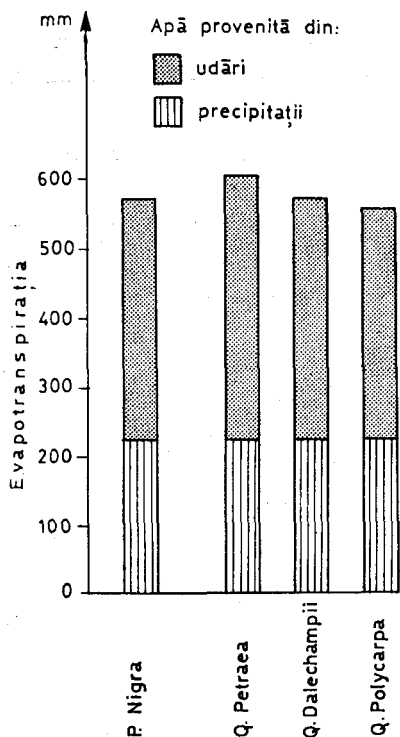


Fig. 1. Consumul de apă din sol în perioada de vegetație 1973, pe specii și subspecii

#### 3.2. NUTRIȚIA MINERALĂ A PLANTELOR

##### 3.2.1. Absorbția și acumularea elementelor marcate ( $^{42}\text{K}$ , $^{32}\text{P}$ , $^{45}\text{Ca}$ )

Activitatea  $\text{K}_2\text{O}$  marcat absorbit în frunze după 2...12 T (timp de înjumătățire) de la administrare relevă intensități mai mari la gorun față de pin în primele 2 zile. În următoarele 4 zile, activitatea specifică ( $\Lambda_s$ ) și îndeosebi cea totală ( $\Lambda$ ) a potasiului — 42 acumulat în acele de pin crește foarte mult, ajungînd după 12 T față de 2 T la o depășire de peste 1000 ori; la goruni, aceeași depășire este de numai 30...35 ori. În raport cu nivelul trofic al solului,  $\Lambda_s$  și  $\Lambda$  indică — după 4 T de la administrare (tabelul 3) — absorbții mai mari ale radiopotasiului pe fonduri ridicate de fosfor la *P. nigra* și *Q. dalechampii*, de fosfor și de azot la *Q. petraea*; în variantele menționate, valorile activității totale depășesc de 1,2...4,8 ori martorii. La *Q. polycarpa*, absorbția este sensibil mai redusă în variantele

Tabelul 3

Variația activității  $K_2O$  marcat, absorbit în frunze după 4 T de la administrare, în raport cu nivelul trofic al solului (1973)

Specia (subspecia)	Activitatea	$\Lambda_s$ ( $10^3$ p/min și g) și $\Lambda$ ( $10^3$ p/min) în variante de tip:				
		M	N	P	NP	NPK
<i>P. nigra</i>	specifică	2,9	1,0	3,4	2,5	1,3
	totală	15,7	5,8	19,7	15,5	8,6
<i>Q. petraea</i>	specifică	9,2	10,0	9,9	5,3	2,6
	totală	23,0	30,0	31,7	19,6	8,6
<i>Q. dalechampii</i>	specifică	5,0	5,3	17,6	7,0	1,9
	totală	5,5	3,2	26,4	10,5	2,5
<i>Q. polycarpa</i>	specifică	12,6	3,2	7,3	9,7	12,8
	totală	34,0	8,0	18,2	25,2	29,4

fertilizate față de martor. Asemenea scăderi ale absorbției se înregistrează și la celelalte specii și subspecii pe fonduri ridicate de potasiu în sol, în varianta de tip NPK.

Datele privind absorbția fosforului —32 indică la ambele specii intensități mai mari în a doua parte a verii în comparație cu prima parte. Pe organe, cea mai redusă activitate a radiofosforului acumulat se înregistrează în tulpină, fiind mai mare de 1,2 ori în rădăcină și de 1,3 ori în frunze pentru  $\Lambda_s$ , respectiv de  $1,1 \dots 4,6$  ori și de  $1,7 \dots 2,2$  ori pentru  $\Lambda$ . Pe specii și subspecii, cuantumulurile de acumulare sînt apropiate, cu excepția ssp. *Q. dalechampii* la care sînt mai mici cu aproape un ordin de mărime. În raport cu nivelul trofic al solului, activitatea  $P_2O_5$  marcat, absorbit în puiet după 2 T de la administrare (tabelul 4) indică:

— activități specifice mai mari în comparație cu martorii în variante cu fertilizanți și amendament calcic la *P. nigra* și în variante cu fertilizanți la *Q. petraea* și *Q. dalechampii*;

Tabelul 4

Variația activității  $P_2O_5$  marcat, absorbit în puiet după 2 T de la administrare, în raport cu nivelul trofic al solului (1973)

Specia (subspecia)	Activitatea	$\Lambda_s$ ( $10^3$ p/min și g) și $\Lambda$ ( $10^3$ p/min) în variante de tip:					
		M	N	K	NP	NPK	NPKCa
<i>P. nigra</i>	specifică	7,5	12,3	9,3	12,5	20,4	20,1
	totală	323,1	378,8	196,2	371,2	486,4	401,2
<i>Q. petraea</i>	specifică	15,8	22,9	27,3	16,9	16,0	12,5
	totală	186,9	339,3	344,6	536,3	488,2	473,6
<i>Q. dalechampii</i>	specifică	6,3	6,4	9,0	7,0	7,9	5,7
	totală	28,0	14,1	38,8	58,9	50,8	23,4
<i>Q. polycarpa</i>	specifică	33,3	31,7	32,2	22,9	24,8	25,6
	totală	460,0	395,0	366,1	288,9	285,5	327,5

— activități specifice sub nivelul martorului în variantele cu fertilizanți și amendament la *Q. polycarpa* și în varianta de tip NPKCa la restul gorunilor;

— activități totale ce depășesc sensibil martorii în variante de tip N, NP și NPKCa la *P. nigra*, în toate variantele cu fertilizanți și amendament la *Q. petraea* și în variantele de tip K, NP și NPK la *Q. dalechampii*; la ultima subspecie, valorile  $\Lambda$  sînt mai mici cu un ordin de mărime față de restul speciilor și subspeciilor;

— activități totale sub nivelul martorului în toate variantele fertilizate la *Q. polycarpa*, în varianta de tip K la *P. nigra* și de tip N și NPKCa la *Q. dalechampii*.

Absorbția și acumularea calciului —45, urmărite în a doua parte a verii, indică intensități mai reduse în rădăcină și mai mari de 1,1...2,0 ori în tulpină și de 1,2...3,7 ori în frunze. Activitatea totală pe organe relevă cantități mai mici de CaO marcat în tulpină, crescînd de 1,2...2,4 ori în frunze și de 1,5...3,0 ori în rădăcină. Pe specii și subspecii, cuantumulurile de acumulare sînt apropiate, fiind ceva mai mari la *Q. petraea* și mai reduse la *Q. dalechampii*. În raport cu nivelul trofilc al solului, acumularea radiocalciului în puiet, după 1/4 T de la administrare (tabelul 5), indică variații reduse, cu excepția fondurilor bogate în potasiu, pe care  $\Lambda_s$  a calciului

Tabelul 5

Variația activității CaO marcat, absorbit în puiet după 1/4 T de la administrare, în raport cu nivelul trofilc al solului (1973)

Specia (subspecia)	Activitatea	$\Lambda$ ( $10^3$ p/min și g) și $\Lambda$ ( $10^3$ p/min) în variante de tip:						
		M	N	P	K	NP	NPK	NPKCa
<i>P. nigra</i>	specifică	0,4	0,5	0,6	0,5	0,6	0,5	0,5
	totală	5,2	6,5	7,7	4,3	8,2	7,5	6,4
<i>Q. petraea</i>	specifică	1,1	1,2	1,0	0,5	1,0	0,8	0,6
	totală	13,1	19,8	16,2	8,2	21,4	17,1	9,7
<i>Q. dalechampii</i>	specifică	0,8	0,7	0,8	0,8	1,1	0,6	0,6
	totală	3,7	1,6	0,8	4,4	10,0	5,3	1,8
<i>Q. polycarpa</i>	specifică	0,4	0,5	0,7	0,5	0,8	0,8	0,5
	totală	5,5	4,5	7,3	4,7	9,5	9,1	6,1

—45 absorbit este în general sensibil mai redusă la toate speciile și subspeciile, ca urmare a antagonismului dintre cei doi ioni (P. J. Kramer, Th. Kozłowski — 1960. D. Parascan — 1967). Cele mai mari acumulări se înregistrează în variante de tip NP, N și NPK, atît la pin cît și la goruni.

### 3.2.2. Conținutul mineral în plantă și consumul de substanțe minerale din sol

Conținutul în principalele macroelemente, determinate sub formă de N,  $P_2O_5$ ,  $K_2O$ , CaO și în cenușă (g/100 g s. u.) prezintă diferențieri mai mari între pin și gorun și mai reduse între subspeciile de gorun. Datele din tabe-

Variația conținutului mineral specific, pe specii și subspecii (date medii pe anii 1973-1974)

Specia (subspecia)	Conținut în: - g/100 g s.u.				
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	cenușă
<i>P. nigra</i>	0,8-1,1	0,2-0,3	0,6-0,8	0,5-0,7	3,5-4,2
<i>Q. petraea</i>	1,1-1,4	0,2-0,3	0,6-0,8	1,5-1,7	4,4-5,5
<i>Q. dalechampii</i>	1,1-1,4	0,3-0,5	0,7-0,9	1,5-1,9	4,3-5,7
<i>Q. polycarpa</i>	1,1-1,5	0,4-0,6	0,7-0,9	1,3-1,6	4,4-5,3

lul 6 indică sporuri ale conținutului mineral specific mai mari de 1,2 ori pentru N și K<sub>2</sub>O, de 1,5 ori pentru P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> și cenușă și de 3,0 ori pentru CaO, la gorun față de pin. La subspeciile de gorun se înregistrează creșteri reduse, de la *Q. petraea* la *Q. polycarpa*, pentru azot și oxizii de fosfor și de potasiu și ușoare scăderi la *Q. polycarpa* pentru oxidul de calciu și pentru cenușă. La ambele specii, variațiile conținutului specific sînt reduse pentru N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> și K<sub>2</sub>O (între 0,1 și 0,3 g/100 g s. u.) și se măresc pentru CaO și cenușă (între 0,2 și 0,4 respectiv 0,7-1,4 g/100 g s. u.). Față de fosfor, prezent în cantități mai reduse, la pin se găsește de 2,4 ori mai mult calciu, de 2,8 ori potasiu și de 4,0 ori azot, iar la gorun de 2,0 ori potasiu, de 3,0 ori azot și de 4,2 ori calciu. Din cantitatea totală de cenușă, fosforul reprezintă 7%, potasiul 19% și calciul 17% — în total 43% — la pin și respectiv 8%, 16% și 35% — în total 59% — la gorun, restul fiind format din oxizi de mangan și magneziu și în mai mică măsură din compuși ai altor macro- și microelemente; valorile confirmă datele din literatură (P. J. Kramer, Th. Kozłowski — 1960, Șt. Păterfi, N. Sălăgeanu — 1972).

Pe organe, concentrația în principalele macroelemente (tabelul 7) este de 1,2-2,9 ori mai mare în rădăcină și de 1,2-2,5 ori în frunze în com-

Tabelul 7

Variația conținutului mineral specific în organele plantei (date medii pe anii 1973-1974)

Specia	Organul plantei	Conținut în: - g/100 g s.u.				
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	cenușă
Pin negru	frunze	1,1-1,4	0,2-0,3	0,7-0,9	0,7-0,9	2,6-3,5
	tulpină	0,4-0,6	0,2	0,6-0,7	0,4-0,6	1,9-2,3
Gorun	rădăcină	0,8-1,0	0,3-0,4	0,8-0,9	0,7-0,7	5,7-6,7
	frunze	2,0-2,6	0,4-0,6	0,7-1,1	1,4-1,9	6,1-7,0
	tulpină	0,5-0,7	0,1-0,3	0,4-0,8	1,8-2,3	3,5-4,3
	rădăcină	0,6-1,2	0,2-0,5	0,6-1,0	0,9-1,3	3,7-4,5

parație cu tulpina — la pin, respectiv de 1,1-1,7 și de 1,4-3,8 ori — la gorun, cu excepția calciului care la ultima specie este cu 20% mai redus în frunze și cu 50% în rădăcină în comparație cu tulpina.

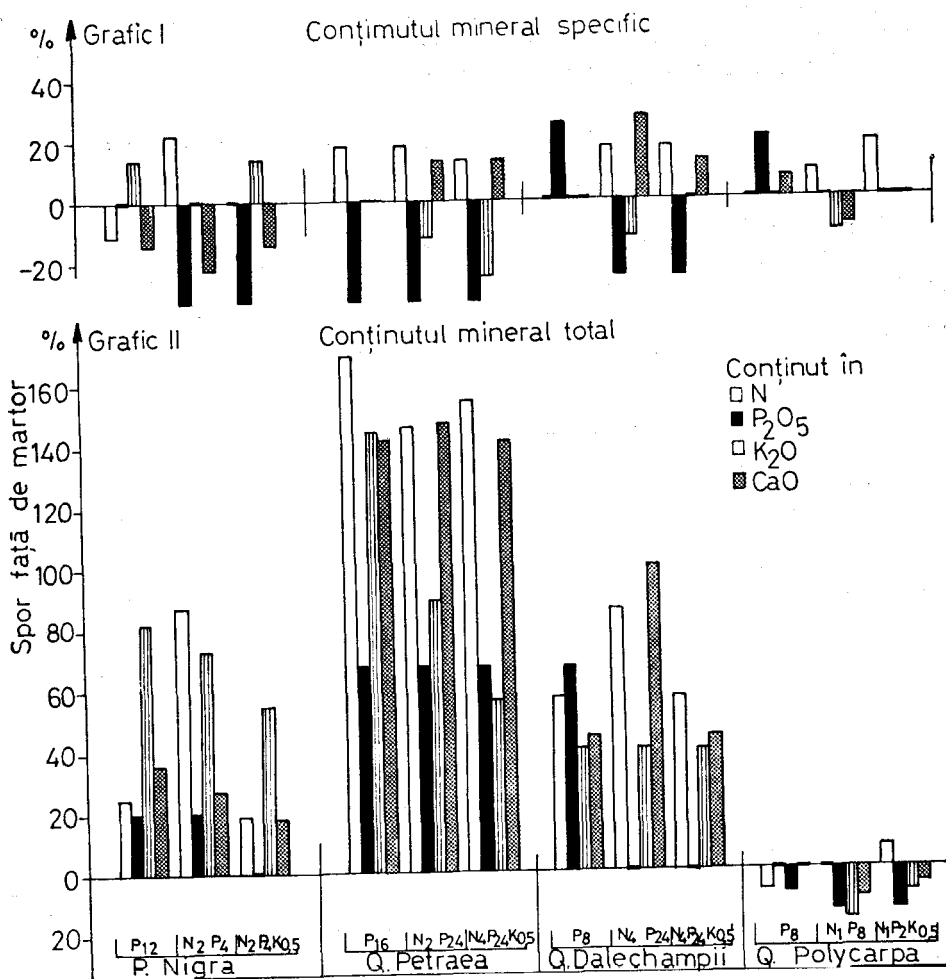


Fig. 2. Variația conținutului mineral la pin negru și gorun în raport cu nivelul trofic al solului (1973–1974)

Concentrația macroelementelor în organele plantei nu reflectă o corelație strânsă cu nivelul de aprovizionare a solului cu substanțe minerale asimilabile, fapt ilustrat de graficul I din figura 2, în care se prezintă diferențele procentuale ale conținutului mineral specific din variantele fertilizate în raport cu martorii. În schimb, conținutul mineral total (graficul II din figura 2) indică diferențieri mari în funcție de nivelul trofic al solului. La speciile și subspeciile cu acumulări mari de biomasă și cu conținut mineral total ridicat se obțin sporuri însemnate, în variantele fertilizate față de martori, la toate macroelementele urmărite și îndeosebi la azot, potasiu și calciu. Diferențierile înregistrate ordonează speciile după cerințele față de substanțele minerale din sol în: exigente — *Q. petraea*; moderat exigente — *P. nigra* și *Q. dalechampii*; neexigente — *Q. polycarpa*.

Conținutul mineral total indică consumul de substanțe minerale din sol. Astfel, la subspecia de gorun exigentă, consumul în principalele macroele-

mente, îndeosebi cel de azot, este mai mare de 2 ori față de subspecia moderat exigentă și de 3—4 ori în comparație cu cea neexigentă, în var. de tip P, NP și NPK în comparație cu martorii.

### 3.3. FOTOSINTEZA ȘI RESPIRAȚIA APARATULUI FOLIAR

#### 3.3.1. Conținutul în pigmenți ai frunzelor

Conținutul în pigmenți (tabelul 8) indică:

— conținut mediu mai mare de 2,3 ori pentru clorofile și de 1,7 ori pentru carotinoizi, la gorun față de pin;

— mărirea concentrației în pigmenți prin aportul de fertilizanți de tip NP la pin și la subspeciile mai exigente de gorun;

Tabelul 8

Conținutul în pigmenți ai frunzelor  
în raport cu specia și nivelul trofic al solului (august 1973)

Specia (subspecia)	Varianta	Conținut în: mg/l extract			
		clorofile			carotinoizi
		a	b	total	
<i>P. nigra</i>	M	4,9	2,2	7,1	2,9
	N 2	3,4	1,3	4,7	2,2
	P 8	3,1	1,1	4,2	2,2
	N 2 P 24	5,9	2,1	8,0	2,8
<i>Q. petraea</i>	M	8,4	3,5	11,9	3,3
	N 2	9,2	3,8	13,0	2,6
	P 8	8,2	4,3	12,5	3,2
	N 4 P 24	8,9	4,9	13,8	4,8
<i>Q. dalechampii</i>	M	8,8	5,3	14,1	5,0
	N 2	8,8	5,1	13,9	4,9
	P 8	9,6	6,4	16,0	5,1
	N 4 P 24	9,9	7,5	17,4	5,1
<i>Q. polycarpa</i>	M	9,0	5,4	14,4	3,2
	N 1	9,0	5,3	14,3	2,9
	P 8	8,5	4,8	13,3	3,2
	N 1 P 8	9,4	5,1	14,5	2,5

— valori mari ale raportului clorofilei a/b — mărime ce reflectă potențialul de fotosinteză — la pin negru (media=2,6) față de gorun (media=1,7), creșterea acestei valori la pin negru prin aportul de fertilizanți și o descreștere în același sens la goruni, mai evidentă la subspeciile mai exigente.



### 3.3.2. Intensitatea asimilației

Metodele diferite de determinare a intensității procesului la rășinoase față de foioase nu permit comparații între specii. Pentru fiecare specie, datele din tabelul 9 relevă:

— descreșterea intensității asimilației de la subspecia exigentă de gorun (*Q. petraea*) la cea neexigentă (*Q. polycarpa*);

— mărirea intensității asimilației prin aportul de fertilizanți la pin negru și la subspeciile mai exigente de gorun și diminuarea în același sens la *Q. polycarpa* subspecia neexigentă.

Tabelul 9

**Intensitatea asimilației pe specii, în raport cu nivelul trofic al solului (august 1973)**

Unitatea de măsură a intensității asimilației	Intensitatea iluminării lucși	Specia (subspecia)	Variantă	Intensitatea asimilației
cm <sup>3</sup> CO <sub>2</sub> /g și h	15 000	<i>P. nigra</i>	M	0,340
			N 2	0,380
			P 8	0,456
			N 2 P24	0,320
mg/dm <sup>2</sup> și h	11 500	<i>Q. petraea</i>	M	4,5
			N 2	5,9
			P 8	6,9
			N4 P24	7,3
		<i>Q. dalechampii</i>	M	2,8
			N2	4,3
			P8	4,5
			N4 P24	4,2
		<i>Q. polycarpa</i>	M	3,5
			N1	3,0
			P8	3,3
			N1 P8	3,5

### 3.3.3. Intensitatea respirației

Datele privind respirația aparatului foliar (tabelul 10) indică următoarele particularități:

— intensitatea respirației este în medie mai mare de 2,3 ori la gorun față de pin;

**Intensitatea respirației aparatului foliar pe specii, în raport cu nivelul trofic al solului (august 1973)**

Specia (subspecia)	Varianta	Intensitatea respirației cm <sup>3</sup> CO <sub>2</sub> /g și h
<i>P. nigra</i>	M	0,596
	N2	0,932
	P8	0,938
	N2 P24	0,742
<i>Q. petraea</i>	M	0,670
	N2	0,720
	P8	0,786
	N4 P24	1,042
<i>Q. dalechamp.</i>	M	1,578
	N2	1,860
	P8	3,020
	N4 P24	2,806
<i>Q. polycarpa</i>	M	1,846
	N1	2,520
	P8	2,632
	N1 P8	2,904

— cele mai mari consumuri de elaborate asimilate prin respirație se înregistrează în variantele fertilizate în raport cu martorii, la ambele specii, în deosebi în variantele de tip N și P la pin negru, de tip NK la *Q. petraea* și de tip P și NP la restul subspeciilor de gorun;

— la gorun, intensitatea consumurilor prin respirație se mărește de la subspecia exigentă la cea neexigentă față de substanțele minerale din sol; ca urmare, balanța „elaborate acumulate prin asimilație și consumate prin respirație“ este deficitară la subspecia neexigentă (*Q. polycarpa*), în deosebi în condiții de fertilizare.

### 3.4. GRADUL DE MICORIZARE A RĂDĂCINILOR

Asupra micorizelor, care influențează procesele de nutriție, s-au făcut investigații privind abundența acestora.

După un an de la aplicarea fertilizanților, dezvoltarea micorizelor pe rădăcină prezintă variații în funcție de specie și de concentrația elementelor minerale din sol. Observațiile și determinările efectuate la finele perioadei de vegetație relevă:

— complexii micorizieni sînt mai abundenți la pin față de gorun; la pin, micorizele ectotrofe apar sub formă de arbuști ramificați (forme coraloide), de culoare neagră sau albă, cu manșon neted; la goruni, complexii sînt de tip ectomicorizic, sub formă de piramidă la vârful rădăcinilor, de culoare roșcată sau alb-gălbuie, cu manșon periradicular neted, cu hifele ciupercii frecvent ieșite în sol;

— în raport cu nivelul trofic al solului, se constată o abundență mai mare a complexilor în variante de tip P și NP la *P. nigra* și *Q. polycarpa*, de tip N și P la *Q. petraea* și de tip P la *Q. dalechampii*; în general, cea mai scăzută abundență se înregistrează în var. de tip N.

### 3.5. CREȘTERILE ȘI ACUMULAREA DE BIOMASĂ

Reacția diferită a speciilor și subspeciilor studiate, față de nivelul de aprovizionare cu substanțe minerale asimilabile, se reflectă evident în creșteri și acumulare de biomasă.

Observațiile și măsurătorile efectuate periodic indică ritmuri sporite ale creșterii în înălțime și ale dezvoltării aparatului foliar în prima parte a verii la pin și în a doua parte la gorun. Creșterea în grosime și acumularea de biomasă sînt mai active în a doua jumătate a perioadei de vegetație, la ambele specii.

Datele privind creșterile și acumularea de biomasă, după un an de fertilizare chimică și amendare calcică (tabelul 11) indică:

Tabelul 11

Creșterile și acumularea de biomasă în raport cu nivelul trofic al solului (1973)

Specia (subspecia)	Varianta	$\bar{D}$ mm	$\bar{H}$ cm	Greutatea: g (s.u)				Semnificația medie
				aparat foliar	tulpinii	radăcinii	pufetului	
<i>Pinus nigra</i>	M	4,1	10,5	7,2	3,7	7,3	18,2	±
	N2	3,9	10,0	6,7	3,4	5,7	15,8	-
	P24	5,3	11,0	11,6	5,4	8,8	25,8	×
	K0,5	4,1	10,9	7,2	3,7	7,2	18,1	±
	N2 P4	5,5	11,3	11,1	5,4	11,1	27,6	××
	N2 P4 K0,5	4,7	12,1	8,5	4,6	8,5	21,6	+
	N4 P24 K0,5 Ca15	4,5	11,1	7,6	4,1	7,0	18,7	+
<i>Quercus petraea</i>	M	7,3	20,0	3,8	2,5	7,7	14,0	±
	N2	6,5	17,6	3,4	2,0	6,2	11,6	-
	P16	9,8	35,3	8,1	5,7	13,4	27,2	×××
	K0,5	7,6	22,8	3,9	2,6	6,9	13,4	+
	N4 P24	9,0	27,3	6,1	3,9	14,5	24,5	××
	N4 P24 K0,5	9,3	25,8	5,8	3,7	16,1	25,6	××
	N4 P24 K0,5 Ca15	9,3	26,5	5,9	4,0	13,9	23,8	××
<i>Quercus dale- champii</i>	M	5,6	13,2	1,4	0,8	3,9	6,1	±
	N2	4,2	7,8	0,8	0,4	1,9	3,1	0
	P 16	6,8	17,1	2,4	2,0	7,1	11,5	××
	K0,5	5,7	15,0	1,4	0,9	4,1	6,4	+
	N2 P24	7,5	16,7	2,3	1,6	5,4	9,3	×
	N2 P12 K0,2	6,6	15,8	2,0	1,2	7,1	10,3	×
	N4 P24 K0,5 Ca15	5,2	10,6	1,1	0,7	2,9	4,7	+
<i>Quercus polycarpa</i>	M	8,5	24,5	3,4	2,5	7,5	13,4	±
	N1	7,7	20,2	3,1	1,9	6,3	11,3	-
	P8	7,5	21,8	3,1	2,2	7,3	12,6	-
	K0,5	7,6	22,0	3,1	2,0	5,7	10,8	-
	N2 P12	8,3	23,8	3,5	2,7	7,7	13,9	-
	N2 P12 K0,5	7,7	21,6	3,2	2,6	7,2	13,0	-
	N2 P12 K0,5 Ca15	7,7	24,1	3,4	2,6	7,1	13,1	-

— sporuri distinct semnificative prin aportul de azot și fosfor în doze mici și semnificative la doze mari de fosfor — la *P. nigra*;

— sporuri foarte semnificative la doze mijlocii de fosfor și distinct semnificative în variante de tip NP, NPK și NPKCa, la doze mari de azot și fosfor, mijlocii de calciu și mici de potasiu — la *Q. petraea*;

— sporuri distinct semnificative prin aportul de fosfor în doze mijlocii și semnificative în varianta de tip NP și NPK, la doze mari și mijlocii de fosfor și mici de azot și potasiu — la *Q. dalechampii*;

— deficite în general ne semnificative prin administrare de fertilizanți și amendament — la *Q. polycarpa* — și în varianta de tip N și K — la restul speciilor și subspeciilor.

Diferențierile în creșteri și acumulare de biomasă, determinate de variația nivelului trofic al solului, reflectă de asemenea particularitățile de nutriție și exigențele speciilor și subspeciilor față de substanțele minerale din sol, deja precizate.

#### 4. CONCLUZII

Cercetările efectuate în experimentări controlate din vase Mitscherlich indică particularitățile de nutriție și ale altor procese fiziologice de bază, reflectate pregnant prin creșteri și acumulare de biomasă, permițând stabilirea exigențelor față de umiditatea și substanțele minerale din sol, la pin negru și gorun.

Rezultatele obținute conduc la următoarele concluzii:

1. La nivel optim de umiditate a solului, în jurul capacității de câmp, evapotranspirația anuală însumează 573 mm la puietii de pin negru și variază între 557 și 605 mm la cei de gorun, definind speciile ca moderat exigente.

Modul de utilizare a apei în acumularea de biomasă relevă un randament mai mare la gorun față de pin. La gorun se constată o scădere a randamentului de la subspecia mai modestă (*Q. polycarpa*) la cea mai exigentă (*Q. petraea*).

2. Absorbția și acumularea elementelor marcate ( $^{42}\text{K}$ ,  $^{32}\text{P}$ ,  $^{45}\text{Ca}$ ) înregistrează, în variantele fertilizate în raport cu martorii, intensități și cantități mai mari la *Q. petraea*, mai reduse la *P. nigra* și *Q. dalechampii* și scăzute la *Q. polycarpa*.

3. Conținutul mineral specific este mai mare la gorun față de pin, de 1,2 ori pentru azot și potasiu, de 1,5 ori pentru fosfor și pentru cenușa și de 3,0 ori pentru calciu. La gorun se înregistrează creșteri reduse de la *Q. petraea* la *Q. polycarpa*, la majoritatea macroelementelor determinate.

Pe organe, concentrația minerală este în general mai mare în rădăcina și frunze față de tulpină, la ambele specii.

În raport cu nivelul trofic al solului, variațiile conținutului mineral specific sînt reduse și neconcludente. În schimb, pentru conținutul mineral total se obțin — în variantele fertilizate în raport cu martorii — sporuri mari la *Q. petraea*, mijlocirii la *P. nigra* și mici deficite la *Q. polycarpa*.

Din conținutul mineral total rezultă consumul de substanțe minerale din sol, care — îndeosebi cel de azot — este mai mare de 2 ori la subspecia de gorun exigentă față de cea moderat exigentă și de 3—4 ori în comparație cu cea neexigentă, în variante de tip P, NP și NPK în comparație cu martorii.

4. Conținutul pigmentilor din frunze este de 2,3 ori mai mare pentru clorofile și de 1,7 ori pentru carotinoizi, la gorun față de pin. Prin aportul de fertilizanți se mărește conținutul pigmentilor la pin și la subspeciile mai exigente de gorun.

Intensitatea asimilației crește sub efectul fertilizanților la pin și la subspecii mai exigente de gorun.

Intensitatea respirației este de 2,3 ori mai mare la gorun față de pin. Consumul de elaborate prin respirație se mărește prin aportul de fertilizanți, mai evident la subspecia modestă de gorun.

5. Complecșii micorizieni sînt mai abundenți la pin față de gorun. Prin fertilizare, abundența crește la ambele specii, cu excepția variantelor de tip N.

6. Creșterile și acumularea de biomasă reflectă diferențierile înregistrate în desfășurarea celorlalte procese fiziologice de bază, în funcție de exigențele speciilor. În variantele fertilizate în raport cu martorii se obțin sporuri mari de creștere și de acumulare la *Q. petraea*, moderate la *P. nigra* și *Q. dalechampii* și mici deficite la *Q. polycarpa*.

7. Ansamblul aspectelor analizate definesc speciile după cerințele față de substanțele minerale din sol, în:

— exigente față de fosfor în doze mijlocii și față de combinații de tip NP, NPK, NPKCa, în doze mari de azot și fosfor, mijlocii de calciu și mici de potasiu — *Q. petraea*;

— moderat exigente față de combinații de tip NP în doze mici și față de fosfor în doze mari — *P. nigra*, iar dintre goruni — *Q. dalechampii* — față de fosfor în doze mijlocii și față de combinații de tip NP și NPK, în doze mari și mijlocii de fosfor și mici de azot și potasiu;

— neexigente față de principalele macroelemente — *Q. polycarpa*.

#### BIBLIOGRAFIE

1. Barbier, G. et Lesaint, M. (1954) — Definition au moyen d'isotope de  $P_2O_5$  assimilable du sol et des engrais. C.R. Sci.
2. Duchaufour, Ph. (1960) — Note sur la physiologie de la nutrition des résineux. RFF (12), nr. 4, p. 250—256.
3. Fenson, D. (1955) — Translocation of minerals in trees. Colloq. on tree physiology at Plant Physiologists Conference, Ottawa.
4. Giulimondi, G. (1960) — Ricerche preliminari sulla nutrizione minerale del pioppo a mezzo dell'analisi foliare. Publ. Spec. Agr. e Forest., IV.
5. Grapini, V. și Beldie, A. I. (1972) — Unitățile interspecificice la gorun și răspunderea lor în raport cu condițiile staționale. Manuscris ICSPS.
6. Gunnarsson, C. et Fredriksson, L. (1952) — Méthode pour déterminer, au moyen de  $32P$ , la teneur du sol en phosphore assimilable par la plante. Bull. Doc. Ass. Int. Fabr. Superph.
7. Kramer, P. J. and Kozlowski, Th. (1960) — Physiology of trees. Mc. Graw. Hill Book C. Inc. New-York.
8. Levy, G. (1968) — L'Utilisation pratique de l'analyse foliaire dans l'étude de la nutrition d'essences forestières. RFF, nr. 4.
9. Lundegårdh, H. (1945) — Die Blattanalyse. GFV, Jena.
10. Lundegårdh, H. (1955) — Mecanism of absorption, transport, accumulation and selection of ions. Vol. VI, p. 1—24.
11. Obrejanu, Gr. ș.a. (1964) — Metode de cercetare a solului. Ed. Acad. R.P.R., Buc.

12. Parascan, D. (1967) — Fiziologia plantelor. Ed. Did. și Pedag., București.
13. Péterfi, Șt. și Sălăgeanu, N. (1972) — Fiziologia plantelor. Ed. Did. și Pedag. București.
14. Schönnamsgrubber, H. (1955) — Studien über den Phosphatinhalt von jungen Holtzpflanzen insbesondere von Pappeln. Stuttgart.
15. Süchtig, H. (1953) — Biogas. Deut. Bauernverlag. Berlin.
16. Touzet, G. et Heinrich, J. C. (1970) — Concentration foliaires en azote, phosphore, potassium et calcium du peuplier cv. L<sub>214</sub>. Rapp. AFOCEL.

## NÄHRUNGSVERFAHREN BEI DER SCHWARZKIEFER (*PINUS NIGRA*) UND TRAUBENEICHE (*QUERCUS PETRAEA*) IN DÜNGUNGSVERHÄLTNISSEN

### *Zusammenfassung*

Für die wissenschaftliche Grundlegung der chemischen Düngung der Waldböden, in der Zeitspanne von 1971–1975, wurden Forschungen betreffs Mineraldüngung bei *Pinus nigra* Arn. und bei den Eichenarten: *Quercus petraea* (Mitsch.) Liebl., *Q. dalechampii* (Ten.) Beldie und *Q. polycarpa* (Schur) Soo unternommen.

Mit kontrollierten Versuche in Mitscherlichgefäßen wurde die Reaktion der Forstpflanzen gegenüber der chemischen Düngung und Kalkung, durch Anwendung von Ammoniumnitrat, Superphosphat, Kalisalz, gemahlener Kalkstein und Lösungen mit Radioanreisser (Tracer) (<sup>32</sup>P, <sup>42</sup>K, <sup>45</sup>Ca), untersucht.

Die erzielten Ergebnisse führten zu folgenden Schlussfolgerungen:

— die hydrische Waage im kontrollierten Wasserhaushalt, bei optimaler Bodenfeuchtigkeit, nahe der Feldkapazität (für das Wasser), weist mässige Forderungen der Holzarten gegenüber der Bodenfeuchtigkeit auf.

— der Mineralgehalt in der Pflanze, der Ablauf der physiologischen Grundprozesse in Düngungsverhältnissen, die sich pregnant im Zuwachs und Biomassenspeicherung abspiegeln, unterscheidet die Arten und Unterarten (ssp) nach ihren Mineralbedürfnissen aus dem Boden in: anspruchsvolle — *Quercus petraea*; gemässigt anspruchsvolle — *P. nigra* und *Q. dalechampii*; anspruchslose — *Q. polycarpa*.