

# CERCETĂRI CU AJUTORUL FOSFORULUI RADIOACTIV PRIVIND NUTRIȚIA MINERALĂ A DUGLASULUI VERDE

Ing. A. POPA., ing. C. HULUȚĂ, dr. ing. I. CATRINA, ing. A. COSTEA, chim. ELENA VIRGINIA CONSTANTINESCU și ing. CR. STOICULESCU

## I. INTRODUCERE

Trecerea la cultura intensivă a duglasului verde, precum și obținerea randamentului maxim pe care îl poate da, sînt condiționate pe de o parte de cunoașterea exigențelor sale ecologice, iar pe de alta, de stabilirea factorilor limitativi sau compensatori în condițiile staționale de la noi.

Apare de aici necesitatea studierii la duglasul verde a proceselor de nutriție în general și a celor de nutriție minerală în special.

## II. OBIECTUL CERCETĂRILOR

Cercetările au avut drept obiectiv principal, studiul unor aspecte privind nutriția minerală a duglasului verde, în vederea stabilirii în final, a unor măsuri de intervenție prin fertilizare, care să conducă la o creștere a productivității culturilor de duglas.

În detaliu s-au urmărit aspectele referitoare la :

— modul și măsura în care administrarea îngrășămintelor minerale influențează creșterea și dezvoltarea culturilor de duglas verde, în unele condiții staționale din țară ;

— stabilirea posibilităților de utilizare a izotopilor radioactivi în cercetarea aspectelor de nutriție minerală la speciile forestiere, ca mijloc mai eficace de investigație ;

— stabilirea gradului de concentrare și acumulare a azotului și fosforului în sol și plantă, în vederea studierii relațiilor sol-plantă.

## III. METODA DE CERCETARE

Pentru rezolvarea aspectelor luate în cercetare, s-au utilizat: experimentări în câmp, analize de sol, analize foliare, analiza prin cromatografie, experimentări cu trasori radioactivi.

## 1. EXPERIMENTĂRI ÎN CIMP

În raport cu scopul urmărit, experimentările s-au executat în două puncte și anume: Chioșcul lui Coșbuc din raza ocolului silvic Tismana și arboretum-ul Snagov.

Din punct de vedere al condițiilor staționale, ocolul silvic Tismana s-a considerat ca reprezentând situații favorabile de cultură, iar arboretum-ul Snagov, limita extremă sudică în care pot vegeta culturile artificiale cu douglas verde, în țara noastră.

Alegerea punctelor a fost condiționată și de situația culturilor existente, precum și de posibilitățile de instalare a culturilor noi (suprafețe corespunzătoare și puietii necesari), precum și de faptul că folosirea izotopilor radioactivi nu permite transportul acestora, pe distanțe prea mari.

Potrivit considerentelor de mai sus și după specificul fiecăruia din puncte, fertilizarea solului prin îngrășăminte minerale, atât în ceea ce privește folosirea elementelor cât și în privința dozelor, a diferit de la un punct la altul.

### 1.1. Experimentări în plantația de la Tismana

Plantația din punctul „Chioșcul lui Coșbuc“ este situată pe un versant cu expoziție estică de pe valea pârului Tismana. Puietii au fost plantați în 1959 și aveau la plantare vârsta de 3 ani. Schema de plantare a fost de 1 m × 1,5 m.

Instalarea blocului experimental a avut loc în primăvara anului 1963, când s-au materializat pe teren variantele și repetițiile respective.

Variantele instalate au fost:

$V_1 = \text{martor}$

$V_2 = N : 75 \text{ g}$

$V_3 = P : 50 \text{ g}$

$V_4 = K : 20 \text{ g}$

$V_5 = \text{NPK} : 75 + 50 + 20 \text{ g}$

Cantitățile specificate la fiecare variantă au fost administrate la puiet reprezintă în grame: azotat de amoniu (33 % substanță activă), superfosfat (18 % substanță activă) și sare potasică 40 % substanță activă).

Îngrășămintele fosfatice și potasice au fost administrate în luna aprilie prin împrăștiere în jurul puietilor, după care s-au încorporat în sol, prin mobilizarea acestuia cu sapa. În variantele cu azot, administrarea s-a făcut în două etape și anume: prima la intrarea în vegetație a puietilor, iar a doua la finele lunii iunie începutul lunii iulie.

În primăvara anului 1964, observându-se unele rezultate pozitive la variantele cu azot, s-a mai instalat un bloc experimental în cuprinsul acele-

iași suprafețe, folosindu-se acum noi doze cu azotat de amoniu. Astfel, variantele amplasate la Tismana au sporit după cum urmează :

- $V_6 = N : 50 \text{ g}$
- $V_7 = N : 75 \text{ g}$
- $V_8 = N : 150 \text{ g}$
- $V_9 = N : 200 \text{ g}$

## 1.2. Experimentări în plantația de la Snagov

Spre deosebire de Tismana, în cuprinsul grădinii dendrologice de la Stațiunea Snagov, blocul experimental s-a instalat într-o cultură nou înființată în anul 1963.

Schema de plantare a fost de  $0,75 \text{ m} \times 1,00 \text{ m}$ . La plantare puiștii aveau vârsta de 4 ani.

Variantele instalate au fost :

- $V_1 = \text{martor}$
- $V_2 = N : 20 \text{ g}; V_3 = N : 30 \text{ g}; V_4 = N : 40 \text{ g}$
- $V_5 = P : 20 \text{ g}; V_6 = P : 30 \text{ g}; V_7 = P : 40 \text{ g}$
- $V_8 = K : 20$
- $V_9 = \text{NPK} : 30 + 30 + 20 \text{ g}$
- $V_{10} = \text{NPK} : 30 + 30 + 20 \text{ g} + \text{irigat}$
- $V_{11} = \text{martor irigat}$

Administrarea îngrășămintelor s-a făcut ca și în experimentările de la Tismana.

Pentru variantele cu irigație s-au folosit câte 10 l apă/zi, în timpul sezonului de vegetație.

În anul 1964, fiecare variantă a fost împărțită în două părți, repetându-se pe una din acestea, administrarea de îngrășămintă în aceleași cantități ca în anul precedent\*).

## 2. ANALIZE DE SOL

Pentru stabilirea gradului de îmbogățire în substanțe nutritive, ca urmare a administrării de îngrășămintă, s-au efectuat analize de sol pe probe medii în ceea ce privește conținutul total în azot și fosfor.

## 3. ANALIZE FOLIARE

În vederea stabilirii gradului de acumulare a elementelor primare în culturi s-a folosit analiza foliară. Ca și în cazul analizelor de sol, determinările s-au făcut pentru conținutul total în azot și fosfor.

---

\* Pentru identificarea variantelor, cele care au fost fertilizate în 1963 au fost notate cu *a*, iar cele care au fost fertilizate în 1964 au fost notate cu *b*.

#### 4. ANALIZA PRIN CROMATOGRAFIE

Pentru aprofundarea unor aspecte legate de nutriția cu azot, s-a utilizat cromatografie pe hirtie, determinându-se aminoacizii liberi.

#### 5. EXPERIMENTĂRI CU FOSFOR RADIOACTIV (<sup>32</sup>p)

În diferitele variante experimentate, s-au făcut administrări cu fosfat disodic marcat cu fosfor — 32, pentru stabilirea dinamicii și intensității absorbției fosforului radioactiv.

### IV. REZULTATELE OBTINUTE

Date fiind aspectele abordate prin experimentare, precum și gama largă a mijloacelor la care s-a recurs în investigații, se prezintă în primul rând rezultatele înregistrate în creșterea și dezvoltarea culturilor, ca urmare a acțiunii de fertilizare a solului; în al doilea rând, se prezintă rezultatele investigațiilor făcute pentru studierea proceselor ce au loc în cadrul relațiilor sol—plantă.

#### 1. EFECTUL FERTILIZĂRII SOLULUI ASUPRA PLANTAȚIILOR

Pentru culturile de la Tismana, în vîrstă de 8 ani la începerea experimentărilor, unde condițiile staționale sînt favorabile introducerii duglasului verde, acțiunea de fertilizare a solului influențează evident creșterea și dezvoltarea acestuia.

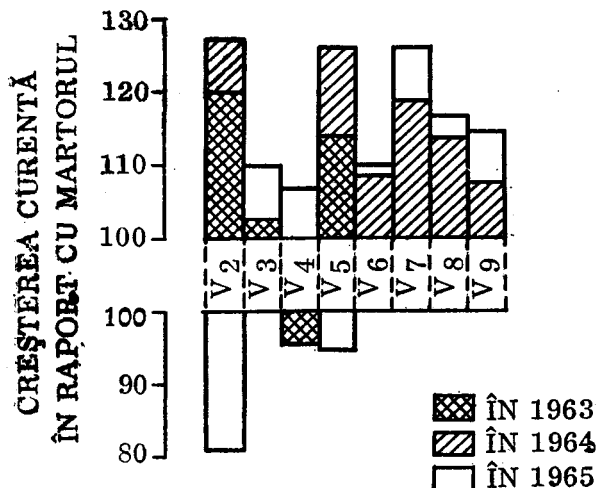


Fig. 1.1 — Creșterea curentă în înălțime în raport cu martorul în experimentările de la Tismana

Se constată că azotatul de amoniu stimulează creșterea în înălțime chiar în anul administrării (fig. 1.1) deoarece la doza de 75 g la exemplar s-au obținut sporuri în raport cu martorul de 40...48 %.

Creșterea destul de susținută se menține și în anul următor, însă ceva mai redusă (11...15 % față de martor). În anul al treilea creșterea este mult mai redusă față de martor, înregistrînd un deficit de 28 % față de

martor. Dozele mai mici, cît și cele mai mari, dau sporuri de creștere mult mai reduse. Din cele expuse rezultă că doza de azotat de amoniu cu efecte pozitive asupra culturilor de la Tismana este de 75 g per exemplar.

Administrarea superfosfatului în aceste condiții nu a dat sporuri de creștere în primii ani de la administrare. În anul al treilea sporul creșterilor în înălțime în raport cu martorul este de 11 % și acest fapt se explică prin aceea că în decursul timpului excesul de fosfor fiind îndepărtat, puietii încep să crească și să se dezvolte normal.

Sarea potasică inhibează creșterea în primii doi ani de la administrare, deoarece această creștere se situează sub nivelul celei înregistrate de martor, reprezentând 98 % din valoarea acesteia. În anul al treilea, pentru aceleași motive ca cele arătate în cazul superfostatului, creșterea este superioară martorului.

Administrarea de îngrășăminte complexe NPK influențează asupra creșterii, înregistrându-se în culturile respective sporuri față de martor care merg pînă la 33 % și aceasta datorită azotatului de amoniu. În anul al doilea sporul se menține la 7 % peste valoarea martorului, pentru ca și aici, ca și în cazul azotatului, creșterea să reprezinte 90 % din valoarea martorului în cel de al treilea an după administrare.

În concluzie, se remarcă influența pozitivă a azotatului de amoniu în primii doi după administrare, acțiunea neutră a superfosfatului și inhibarea creșterilor ca urmare a administrării de sare potasică în sol. Cele evidențiate în privința acțiunii azotatului de amoniu se verifică și prin prelucrarea statistică a datelor, deoarece diferențele creșterii în înălțime în raport cu martorul sînt distinct semnificative.

În condițiile de la Snagov — unde plantația s-a făcut în 1963 și administrarea îngrășămintelor s-a efectuat o dată cu plantarea, puietii avînd 4 ani la plantare — administrarea azotatului de amoniu a inhibat creșterea în înălțime, astfel că aceasta reprezintă numai 74...82 % din valoarea realizată la martor. Ca dinamică, se constată menținerea constantă a creșterilor în înălțime la variantele respective sub nivelul martorului, fapt ce se accentuează în raport cu doza administrată și trecerea timpului (fig. 1.2).

Variantele în care s-a administrat superfosfat au în general o creștere susținută în înălțime încă din anul plantării, cînd încorporarea îngrășămintului s-a făcut în întreg volumul de pămînt ce s-a pus la rădăcina puietilor cu ocazia plantării. Acolo unde doza de superfosfat administrată a fost de 20 g la exemplar, creșterile în înălțime în primul și al doilea an sînt superioare martorului (30...35 %). În al treilea an creșterea la această variantă este tot superioară martorului însă în mai mică măsură decît în anii precedenți (12 — 13 %). Pe măsură ce doza de superfosfat administrat crește, creșterile înregistrate la puietii din variantele respective sînt superioare martorului, însă nu în măsura celor de la doza de 20 g la exemplar. La doza de 40 g per exemplar creșterea puietilor este inferioară martorului, ceea ce indică faptul că pe măsură ce fosforul în sol este în exces creșterea culturilor este inhibată.

Variantele în care s-a administrat sare potasică s-au obținut rezultate negative față de martor (77 — 79 %).

Administrarea îngrășămintelor complexe NPK nu au influențat pozitiv creșterile, ci din contra acestea au prezentat valori sub creșterea medie realizată la martor. De menționat este faptul că, atunci cînd se combină aplicarea de îngrășăminte complexe cu irigație suplimentară, se înregis-

trează un spor de creștere (12%) față de martor, dar numai în cazul în care administrarea de îngrășăminte nu se face și în anul următor. Acest fapt poate indica pentru condițiile de la Snagov că excesul de substanțe nutritive în sol, influențează negativ creșterea în înălțime a duglasului verde.

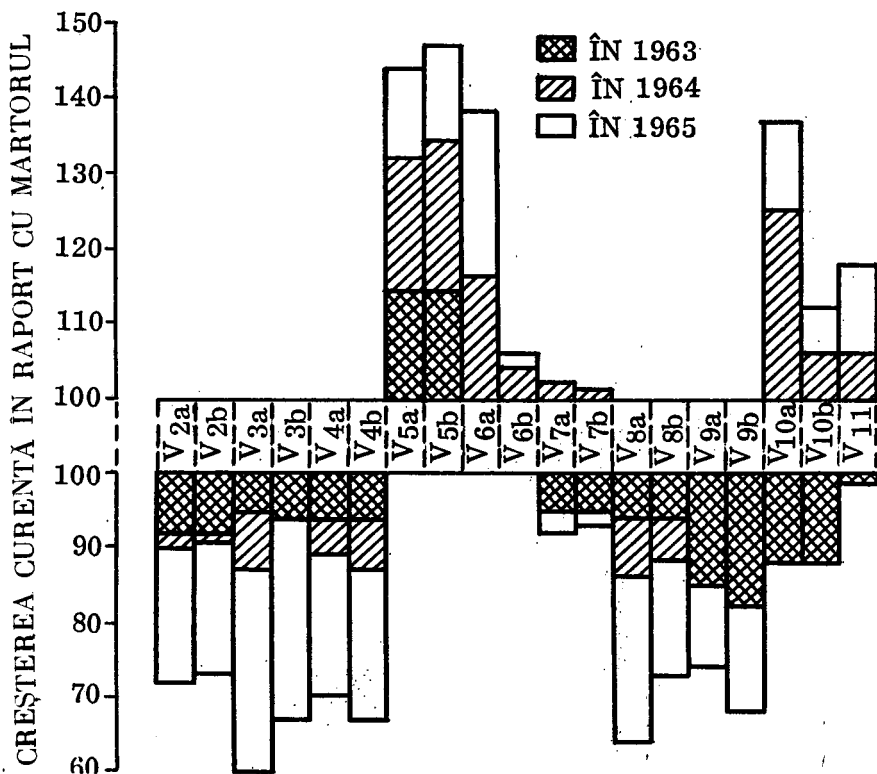


Fig. 1.2 — Creșterea curentă în înălțime în raport cu martorul, în experimentările de la Snagov

În concluzie, acțiunea de fertilizare a solului în condițiile de la Snagov prezintă rezultate distinct semnificative în plus pentru variantele în care s-a administrat superfosfat și distinct semnificative în minus pentru variantele în care s-a administrat azotat de amoniu, bineînțeles ținând seama și de faptul că apa constituie factorul limitativ în condițiile respective.

## 2. ANALIZE DE SOL

Comparând situația între condițiile de sol din blocurile experimentale analizate, se constată că în privința conținutului de azot total în sol, valorile sînt oarecum apropiate în ambele blocuri (0,17...0,49% la Snagov și

0,18...0,40 % la Tismana). În privința fosforului total însă, conținutul este mult diferit între cele două blocuri și anume: 0,19...0,30 % la Snagov față de 0,21...0,66 % la Tismana.

### 3. ANALIZE FOLIARE

Analizând comparativ rezultatele obținute în experimentările de la Tismana și Snagov, se constată că în condițiile de la Tismana, acele de duglas conțin mai mult azot și fosfor, decât cele din culturile de la Snagov, deci o mobilizare mai puternică a elementelor fertilizante din sol în primul caz, de către puietii de duglas. Astfel, valorile maxime obținute în privința azotului total se ridică la Tismana la 2,66 %, pe când la Snagov la 1,9 %. În ceea ce privește fosforul total, în experiențele de la Tismana, conținutul se ridică în medie la 0,37 %, pe când la Snagov este de 0,25 %.

În legătură cu punctul critic stabilit de G e s s e l P. S. (1960) pentru conținutul în azot total și care a fost apreciat la 1,1 % se remarcă faptul că, conținutul acelor în azot total este inferior acestei valori, în condițiile de la Tismana. De aici explicația răspunsului pe care l-au dat culturile la acțiunea de fertilizare cu azotat de amoniu. În culturile de la Snagov, conținutul în azot total este superior acestei valori critice.

În privința raportului  $N/P$  ca indicator în diagnoza deficienței în azot (H e i l m a n P. E. — 1963), acesta are o valoare mai mare decât martorul atât în experimentările de la Tismana, cât și în cele de la Snagov. În general acest raport este mai mare în variantele în care s-a administrat azotat de amoniu.

La culturile din aceste blocuri experimentale, s-au observat și unele modificări ce au apărut la aparatul foliar al puietilor din variantele în care s-a administrat azotat de amoniu. S-a constatat că în anul administrării azotatului de amoniu, numărul și mărimea acelor sporește considerabil la exemplarele din variantele respective în raport cu martorul. În figura 1.3 sînt prezentate spre ilustrare, acele din anul administrării (1963) azotatului de amoniu — însemnat cu *a* — unde se observă o îndesire a acestora și acele din 1964, când nu s-au mai administrat îngrășăminte — însemnate cu *b* — observîndu-se o revenire la normal. Se subliniază faptul că în al doilea an după fertilizarea solului cu azotat, la aceeași lungime de lujer se găsesc acum pe exemplarele din aceeași variantă 17 300 ace cu o greutate totală de 72,09 g, valori apropiate de cele ale martorului.



Fig. 1.3 — Modificări la acele duglasului verde în urma fertilizării cu azot:

*a* — ace din anul 1963 (anul fertilizării);  
*b* — ace anul din 1964

Pentru a întregi numărul aspectelor referitoare la nutriția minerală a duglasului, în ceea ce privește situația culturilor în stadii mai avansate de dezvoltare a acestei specii în țară, s-au întreprins unele cercetări și în arboretele de duglas verde din bazinul Nădrag (Ocolul silvic Lugoj) punctele Aninoasa Mare și Stupini. Cercetările s-au bazat pe analize foliare, urmărindu-se stabilirea conținutului total în azot și fosfor, pentru câteva situații, în care culturile respective se diferențiază din punct de vedere al producției și productivității. Rezultatele analizelor foliare în privința conținutului de azot relevă faptul că acesta este direct proporțional cu dezvoltarea arboretelor respective și cu productivitatea acestora. Conținutul total în fosfor este invers proporțional cu conținutul total în azot, iar raportul N/P descrește pe măsură ce producția culturilor descrește.

Față de cele observate în culturile mai în vîrstă, se pare că variația conținutului în azot poate fi apreciată drept criteriu pentru stabilirea condițiilor favorabile culturilor de duglas verde în unele stațiuni.

#### 4. ANALIZE PRIN CROMATOGRAFIE

Rezultatele analizei cromatografice se referă numai la doi din aminoacizii care au fost separați și anume la lizină cu  $R_f = 2,7 - 3,2$  și histidină cu  $R_f = 3,4 - 4,0$ , stabilindu-se la acestea o frecvență mai mare în raport cu variantele cercetate.

Pe lângă aminoacizii menționați pe cromatograme, a mai apărut intens și o altă substanță neidentificată cu  $R_f = 0,14 - 0,16$ , care este prezentă în special în acele culturile în care s-a făcut fertilizarea cu azotat de amoniu.

În acest fel, și prin intermediul acestui mijloc de investigație, se constată că azotul are un rol deosebit în nutriția minerală la duglasul verde și că acolo unde acest element se găsește în cantități corespunzătoare exigențele speciei, el constituie un stimulent pentru buna dezvoltare a plantelor.

#### 5. EXPERIMENTĂRI CU <sup>32</sup>P

În experimentările întreprinse, s-au folosit și izotopii radioactivi ca mijloc de investigație, care au constituit unul din obiectivele principale de urmărit. De asemenea, în cadrul acestor preocupări, s-a căutat ca prin intermediul substanțelor radioactive să se determine gradul de accesibilitate a substanțelor nutritive din sol, în plante. Nedisponind decît de fosfor radioactiv, experimentările au abordat în această privință numai accesibilitatea fosforului.

În principal, experimentările au urmărit stabilirea gradului de absorbție a fosforului din sol, precum și modul și măsura în care acest element se dirijează, respectiv se acumulează, în organele puieților.

În condițiile de la Tismana, investigațiile cu ajutorul fosforului — <sup>32</sup>P scot în evidență următoarele:

— acumularea evidentă a traserului radioactiv are loc în martor și numai în proporție de 87% față de acesta, în variante în care fertilizarea s-a făcut prin administrare de superfosfat;



— în raport cu gradul de fertilizare a solului prin administrare de azotat de amoniu, acumularea fosforului — 32 se situează, în general, sub 50% din valoarea martorului, demonstrându-se și pe această cale legătura invers proporțională ce există între absorbția fosforului și azotului de către puietii de duglas verde;

— în cazul administrării de sare potasică, acumularea substanței radioactive este scăzută.

În condițiile de la Snagov, în urma experimentărilor cu fosfor — 32, pot fi evidențiate următoarele aspecte:

— absorbția cea mai mare de fosfor radioactiv se realizează la puietii din parcela martor. După martor absorbția cea mai mare se realizează în variantele fertilizate cu azotat de amoniu și sare potasică, urmînd în ordine descrescîndă variantele în care s-a administrat îngrășămînt complex NPK, iar pe ultimul loc se situează variantele unde fertilizarea s-a făcut cu superfostat.

### 5.1. Determinarea accesibilității fosforului

Acumularea unui element nutritiv în sol, este determinată de anumiți factori, care influențează absorbția elementului de către culturile ce vegetează pe solul respectiv. Cantitatea de element nutritiv dintr-un sol, depinde nu numai de sol, ci și de condițiile specifice în care crește cultura respectivă.

Pornind de la ideea că, atunci cînd în sol sînt două surse ce conțin același element nutritiv, culturile instalate pe solul respectiv, absorb în proporție corespunzătoare elementul din ambele surse, F r i e d M. (1964) caută să determine pe baza relațiilor de proporționalitate valoarea uneia din surse.

Dacă în sol se găsesc sursele  $A$  și  $B$  care conțin aceleași elemente nutritive, iar culturile care cresc pe acest sol absorb în proporție directă cantitățile accesibile respective atunci:

$$\frac{A_{\text{sol}}}{B_{\text{sol}}} = \frac{a_{\text{plantă}}}{b_{\text{plantă}}}$$

unde:

$A_{\text{sol}}$  și  $B_{\text{sol}}$  reprezintă cantitatea de element nutritiv accesibil din sursele  $A$  și  $B$ ;

$a_{\text{plantă}}$  și  $b_{\text{plantă}}$  sînt cantitățile de element nutritiv pe care culturile le-au absorbit din sursele  $A$  și  $B$ .

În acest fel să considerăm că sursa  $A$  este cantitatea de element nutritiv din sol, iar sursa  $B$  standardul care a fost introdus în sol pentru comparație. Acest standard este un compus chimic, care conține elementul nutritiv considerat.

Cu alte cuvinte, măsurarea cantității de element nutritiv accesibil în sol implică introducerea unei cantități cunoscute de element nutritiv standard, accesibil. Cele două surse de element nutritiv considerat — în cazul nostru solul și standardul — trebuie să fie egal accesibile culturilor. Este necesară însă o tehnică corespunzătoare pentru determinarea cantității de

element nutritiv în culturi, provenită din sursa standard. Aceasta din urmă poate fi cel mai bine stabilită prin folosirea izotopilor radioactivi.

Dacă  $A$  și  $B$  sînt cele două surse de element nutritiv egal accesibile culturilor, cantitatea total absorbită s-a arătat mai înainte că este  $a_{\text{plantă}} + b_{\text{plantă}}$ . Notînd cu  $y$  fracțiunea din fosfor în cultură, derivată din îngrășămîntul de fosfor standard marcat cu fosfor radioactiv, acesta este egal cu  $b/p$ , unde  $p = A + b$  adică conținutul total din cultură.

Rezolvînd acum pentru  $B$  în funcție de  $y$  raportul arătat mai înainte și substituind termenii respectivi, se ajunge la formula:

$$A = \frac{B(1-y)}{y}$$

unde:

- $A$  = (valoarea  $A$ ) cantitatea de fosfor măsurată din sol în unități de îngrășămînt standard aplicat;
- $B$  = cantitatea de îngrășămînt de fosfor standard radioactiv aplicat;
- $y$  = fracțiunea din fosfor în plantă, derivat din îngrășămîntul de fosfor standard radioactiv.

Potrivit celor arătate pînă acum și în cadrul experimentărilor cu privire la nutriția minerală a duglasului verde, s-a calculat valoarea  $A$  cu ajutorul datelor obținute în variantele respective, prin intermediul fosforului radioactiv. Aceste calcule s-au efectuat pentru plantațiile de la Tismana și Snagov.

Din datele obținute pentru variantele experimentale la Tismana se desprind următoarele:

— în condițiile de la Tismana, accesibilitatea fosforului înregistrează variații în raport cu gradul de fertilizare și cu elementul administrat prin administrarea în sol a îngrășămintelor;

— fertilizarea suplimentară cu superfosfat se pare că nu mărește gradul de accesibilitate a fosforului de către culturile de duglas verde, deoarece valoarea  $A$  în acest caz se situează sub nivelul celei determinate la martor;

— valoarea cea mai ridicată pentru acest indicator s-a determinat în variante cu 75 g azotat de amoniu, care de altfel a dat și cele mai bune rezultate în ceea ce privește creșterea în înălțime.

Se pare că și acest indicator pentru condițiile de la Tismana arată existența unei legături între conținutul de azot și fosfor în culturile cu duglas verde, legătură care influențează asupra creșterii și dezvoltării culturilor respective.

Pentru condițiile de la Snagov, gradul de accesibilitate a fosforului de către culturile respective, apreciat pe baza valorilor  $A$  calculate pentru fiecare variantă în parte, evidențiază următoarele:

— administrarea de azotat de amoniu în sol provoacă un dezechilibru în accesibilitatea fosforului, fapt ce influențează negativ creșterea și dezvoltarea culturilor de duglas verde;

— administrarea de superfosfat sporește gradul de accesibilitate a fosforului din sol, însă și aici depășirea unor limite are influență negativă asupra culturilor cu duglas verde;

— ca și în cazul fertilizării solului cu azot, și la administrarea de sare potasică culturile sînt influențate negativ în creștere și dezvoltare, deși gradul de accesibilitate la fosfor este sporit cu 174 % față de martor;

— pentru restul variantelor cu îngrășăminte complexe NPK, gradul de accesibilitate la fosfor este sporit față de martor, însă culturile cu duglas verde, nu sînt evident influențate pozitiv în creștere și dezvoltare.

În concluzie, stabilirea valorii *A* în cazul fosforului, pentru variantele experimentale poate constitui un criteriu în aprecieri cu privire la relațiile ce se stabilesc între sol și plantă. De subliniat este faptul că utilizarea izotopilor radioactivi aduce o contribuție deosebită în acest caz.

## 6. CORELAREA REZULTATELOR

Intrucît experimentările au dat rezultate diferite, în raport cu condițiile staționale și cu gradul de fertilizare a solului, cu diferitele elemente și doze, apreciem ca necesară o corelare a rezultatelor experimentărilor potrivit diferiților indicatori obținuți prin intermediul mijloacelor de investigație folosite. Deoarece s-au putut observa influențe atît pozitive cît și negative la culturile cu duglas verde luate în cercetare, ne vom opri în special asupra celor mai caracteristice.

În experimentările efectuate asupra culturilor de la Tismana, prezintă interes variantele în care fertilizarea solului s-a făcut cu azotat de amoniu, deoarece numai în cadrul acestor variante s-a constatat o influență evident pozitivă asupra creșterii și dezvoltării culturilor de duglas verde. La restul variantelor diferențele în plus sau în minus fiind apropiate de martor nu se iau în discuție. Se subliniază faptul că în toate ocaziile discuția se va face numai în raport cu martorul care este considerat ca reprezentînd situația existentă pe teren în afara oricărui intervenții.

Luîndu-se ca element de bază creșterea în înălțime, în raport cu martorul, corelarea diferiților indicatori se face potrivit graficelor din figura 1.4. În variantele în care s-a administrat azotatul de amoniu, creșterea în înălțime este peste tot superioară martorului, însă are un maxim distinct semnificativ la varianta în care s-au administrat 75 g azotat de amoniu per puiet.

Analiza elementelor respective a indicatorilor obținuți prin diferite mijloace de investigație scoate în evidență următoarele:

— conținutul de azot total în sol în cadrul variantei cu cele mai bune rezultate este superior martorului cu 85 %, deci fertilizarea cu azot este evidentă în sol;

— tot superior martorului este și conținutul de fosfor din sol, însă numai cu 5 % față de martor;

— conținutul în azot total în plantă la aceeași variantă atinge o valoare apreciabilă față de martor, iar valoarea *A*, respectiv accesibilitatea fosforului este maximă, spre deosebire de absorbția fosforului radioactiv care este minimă;

— sporirea conținutului de azot în sol, face posibilă așa dar o mobilizare mai mare și a fosforului, ambele elemente atingînd valori mari în plantă în raport cu celelalte variante;

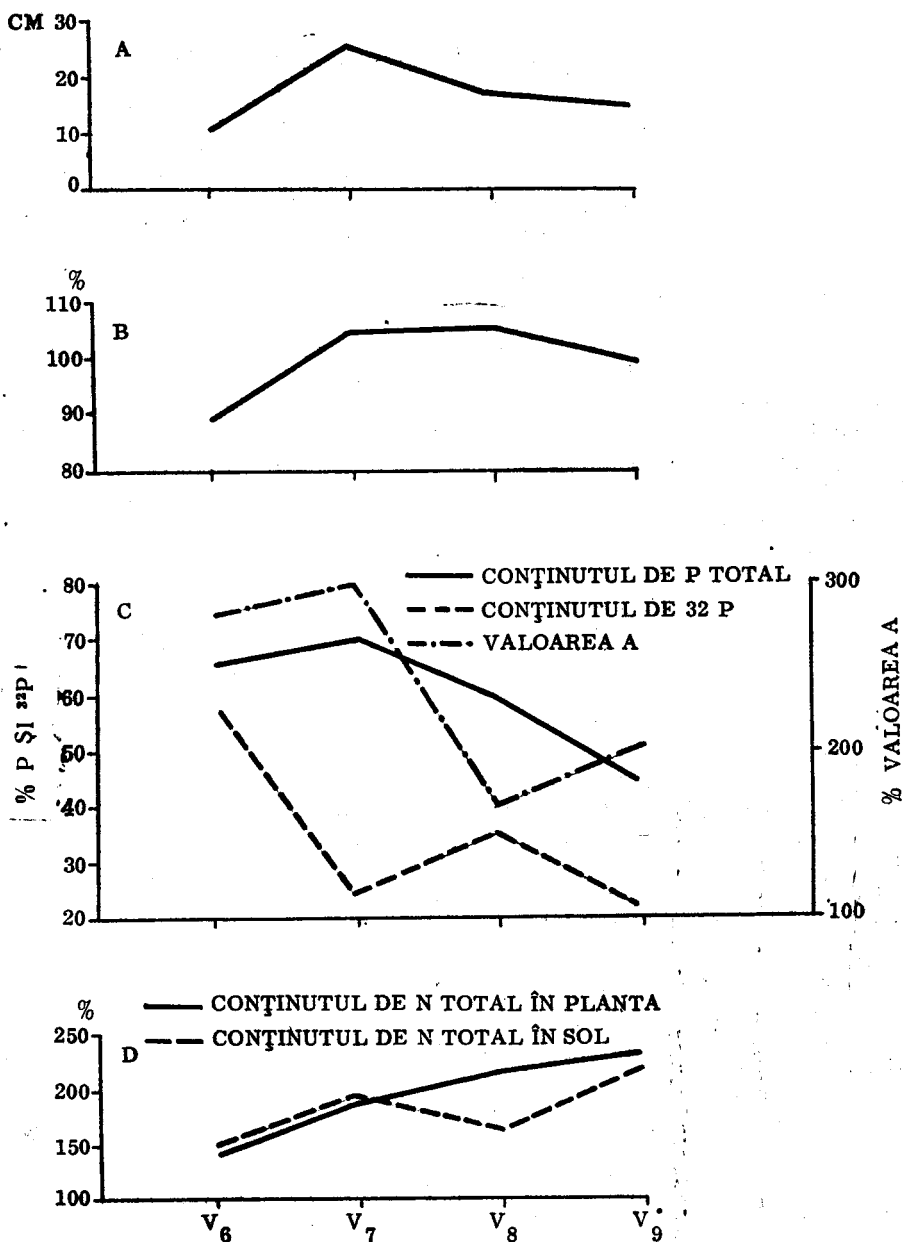


Fig. 1.4 — Variația în raport cu martorul a creșterii în înălțime (a) a conținutului total de fosfor în sol (b), în plantă (c) și de azot (d) în culturile de duglas verde de la Tismana, în urma administrării azotatului de amoniu.

— pe ansamblul variantelor se poate observa însă că sporirea conținutului în azot, atât în sol cât și în plantă, face ca fosforul să prezinte valori invers proporționale cu cele de azot; de altfel la toate variantele conținutul în fosfor total din plante este sub valoarea matorului, iar atunci când conținutul în azot sporește, cel în fosfor total scade și invers.

Creșterea în înălțime a puieților urmărește aceeași curbă cu creșterea sau descreșterea conținutului de azot total din sol și cu creșterea sau descreșterea fosforului total din plantă.

Pentru condițiile dela Tismana, unde azotatul de amoniu administrat în sol influențează creșterea și dezvoltarea culturilor cu duglas verde, indicații prețioase asupra exigențelor acestei specii în privința conținutului de substanțe minerale din sol îl dau analizele foliare și valoarea  $A$ , care variază în raport cu creșterea în înălțime a puieților.

În experimentările cu îngrășăminte minerale administrare în sol de la Snagov, s-au observat pe de o parte efecte pozitive la variantele în care fertilizarea s-a făcut cu superfostat, iar efecte negative în culturile în care fertilizarea s-a făcut cu azotat de amoniu.

Rezultatele fertilizării cu azotat de amoniu s-au luat tot în raport cu matorul pentru toate elementele, și sînt prezentate în figura 1.5.

Analizînd figura respectivă se pot constata următoarele:

— pentru toate variantele în care fertilizarea s-a făcut cu azotat de amoniu, creșterea puieților în înălțime se situează distinct semnificativ sub valoarea matorului;

— diferențele în minus față de mator pentru creșterea în înălțime, sînt direct proporționale cu variația conținutului în azot total din plante și cu valoarea  $A$ , respectiv accesibilitatea fosforului;

— influență negativă foarte semnificativă o are azotatul de amoniu administrat în doza de 30 g pe exemplar;

— la această variantă creșterea în înălțime este cea mai scăzută față de mator, azotul total în sol are valoarea minimă, fosforul total în sol valoarea maximă, însă valoarea  $A$  care arată gradul de accesibilitate a fosforului este minimă;

— absorbția fosforului radioactiv este tot mai intensă, pe măsură ce doza de azotat sporește, pentru a atinge un maximum la doza de 30 g per exemplar pentru ca apoi să descrească când doza depășește 40 g per exemplar;

— fertilizarea solului cu azotat de amoniu nu se reflectă riguros printr-o sporire a conținutului de azot total din sol.

În aceste condiții azotatul de amoniu provoacă un dezechilibru în nutriția minerală, respectiv în aprovizionarea normală a culturilor cu duglas verde, care se traduce printr-o diminuare — inhibare a creșterii în înălțime.

Și în acest caz se subliniază raportul de inversă proporționalitate ce se stabilește între conținutul total în azot și fosfor din plantă, precum și între creșterea în înălțime și, inaccesibilitatea fosforului. În prezența unui exces de azot plantele de duglas verde nu mai au capacitatea de a asimila normal fosforul și creșterea suferă.

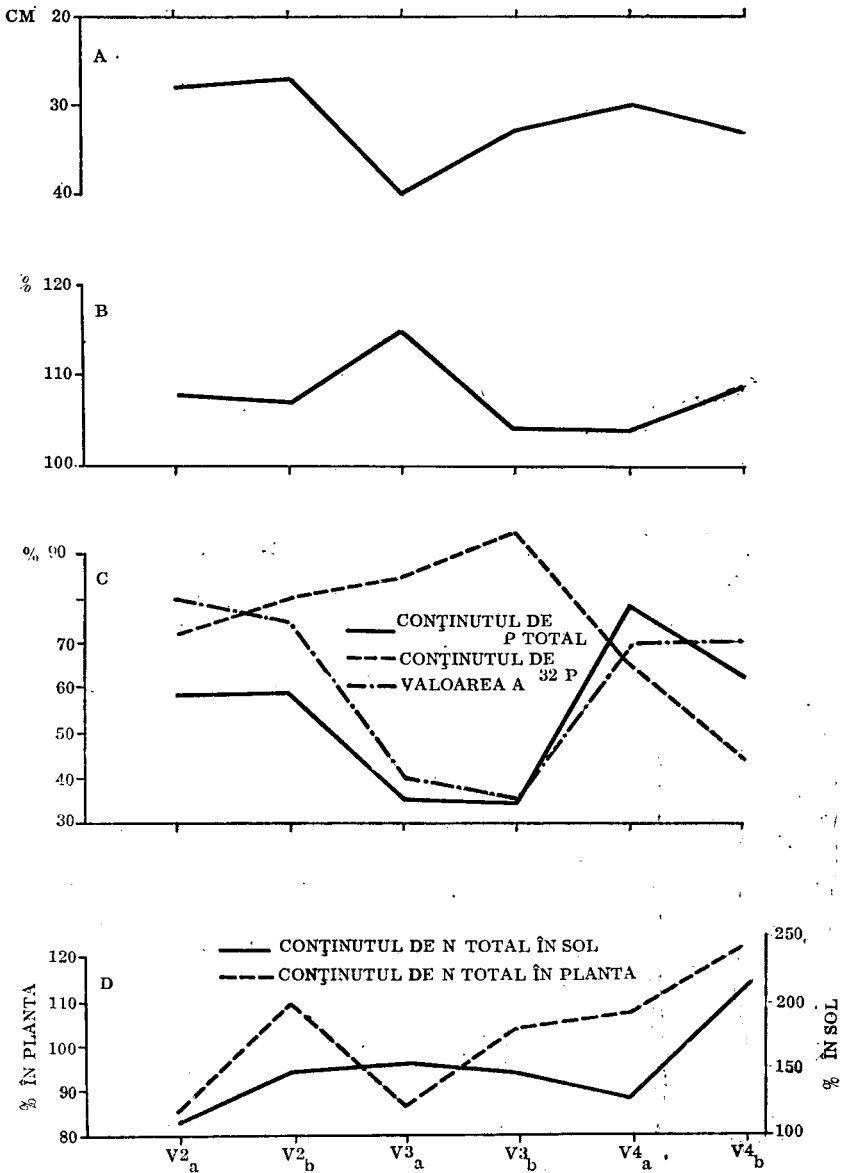


Fig. 1.5. — Variația în raport cu matorul a creșterii în înălțime (a) a conținutului total de fosfor în sol (b), în plantă (c) și de azot (d) în culturile de duglas verde de la Snagov, în urma administrării azotatului de amoniu

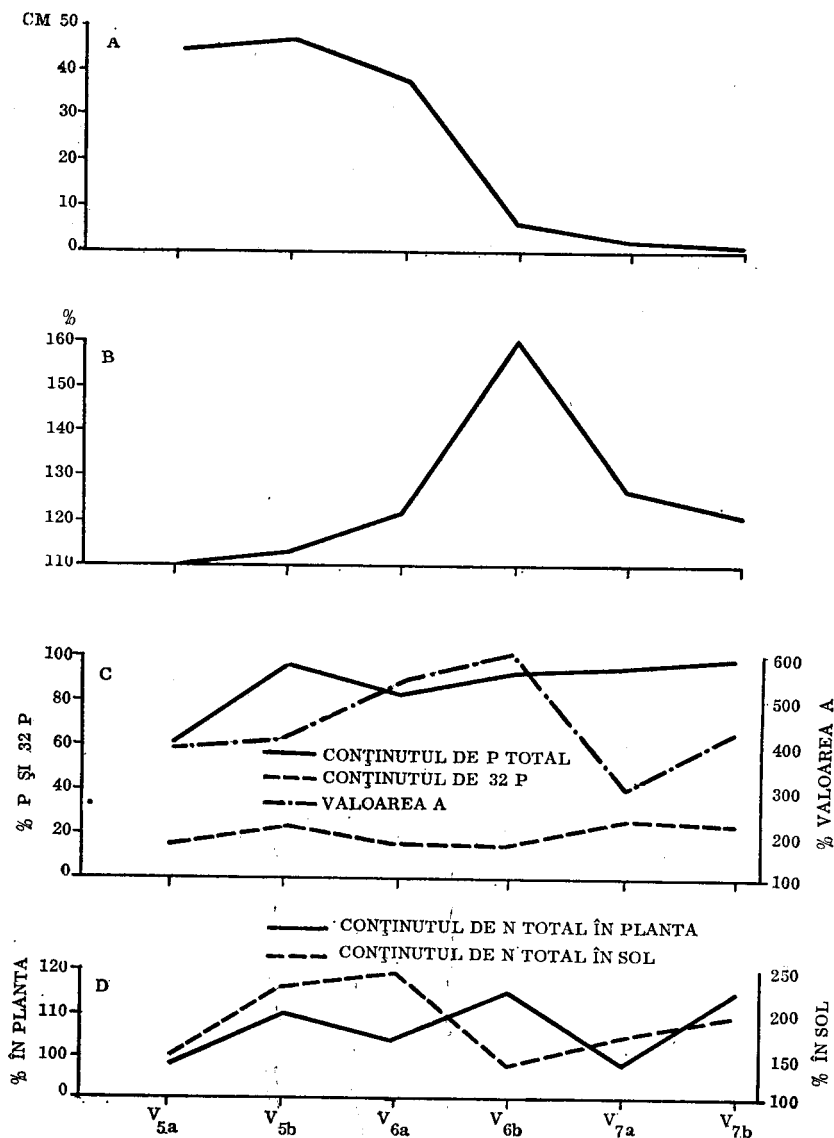


Fig. 1.6. — Variația în raport cu mărtoarul a creșterii în înălțime (a) a conținutului total de fosfor în sol (b), în plantă (c) și de azot (d) în culturile de douglas verde de la Snagov, în urma administrării superfosfatului.

În variantele fertilizate cu superfosfat însă, situația se schimbă. Așa cum se vede din figura 1.6, administrarea superfosfatului în doze de 20 și chiar 30 g la puiet conduce la obținerea unui spor apreciabil de creștere în înălțime. Depășirea acestei ultime doze însă conduce la inhibarea creșterii în înălțime, care scade pe măsură ce doza crește.

Rezultate evident pozitive și foarte distinct semnificative s-au obținut la doza de 20 g la puiet repetată doi ani consecutiv. La această variantă conținutul de azot total în sol, este sporit față de martor, de asemenea și cel de fosfor total din sol. Se remarcă faptul că, deși fosforul în sol este superior ca valoare martorului, totuși accesibilitatea lui este redusă, în schimb este mobilizat activ azotul, care în plantă depășește valoarea martorului, în timp ce conținutul total de fosfor în plantă este sub valoarea martorului. Absorbția fosforului radioactiv este redusă, aproape neprezentând valori diferențiate între variante. Valoarea *A* este direct proporțională cu conținutul în fosfor total din sol, însă este la toate variantele sub nivelul celei stabilite la martor.

## V. CONCLUZII

Din analiza rezultatelor obținute se desprind următoarele concluzii mai importante:

a) Duglasul verde se dovedește a fi, în condițiile staționale în care s-au efectuat experimentările, o specie destul de exigentă față de substanțele minerale din sol.

b) Capacitatea de mobilizare a substanțelor minerale din sol de către duglas, variază în raport cu condițiile staționale și este influențată în mod deosebit de factorii limitativi. De exemplu, în zona forestieră de câmpie (Snagov) factorul limitativ îl constituie regimul de umiditate deficitar.

c) Duglasul verde mobilizează activ azotul din sol în condițiile unui regim de umiditate favorabil, pe când în cazul în care regimul de umiditate este deficitar, azotul este folosit în mai mică măsură. Mărirea fondului de azot din sol prin administrarea azotatului de amoniu, are efecte evident pozitive, în condițiile cu umiditate suficientă din subzona făgetelor, și negative în condițiile unui deficit de umiditate din zona forestieră de câmpie. În primul caz acumularea azotului în puieti este mult mai mare față de martor, iar în celălalt inferioară martorului.

Așa dar fertilizarea cu azot apare indicată numai în subzona făgetelor, unde doza de 75 g azotat de amoniu la puiet a dat cele mai bune rezultate. Acțiunea favorabilă a azotului la această doză se menține pe o durată de doi ani.

d) Nutriția cu fosfor a duglasului verde este de asemenea foarte activă, remarcându-se un conținut mai mare de fosfor la puietii din experimentările de la Tismana, față de cele dela Snagov. Ca urmare a unei mobilizări mai puternice a acestor elemente de către plante, sporirea cantității de fosfor din sol, prin administrarea de superfosfat, nu determină o mărire a concentrației de fosfor în acele de duglas, ci dinpotrivă o reducere. Influența administrării de superfosfat, însă, a dus la o sporire a conținutului de azot total în ace, în variantele în care s-a administrat superfosfat. În acest fel se explică dezvoltarea mai viguroasă și sporurile de creștere a culturilor de duglas verde de la Snagov, în variantele în care s-a administrat superfosfat. Doza cea mai indicată în aceste condiții este aceea în care superfosfatul administrat a fost de 20 g per puiet, în primul și al doilea an.



e) Se constată că prin administrarea de îngrășăminte minerale se produce o modificare favorabilă a aparatului foliaceu și dezvoltarea viguroasă și rapidă a ramurilor laterale în primii ani de vegetație și prin aceasta se poate realiza închiderea stării de masiv cu 2 — 3 ani mai devreme.

f) Folosindu-se ca mijloc de investigație tehnica izotopilor radioactivi, prin administrarea de fosfor — 32, a fost posibilă stabilirea riguroasă a dinamicii absorbției fosforului și a localizării acestuia în diferite organe ale plantei. De asemenea prin corelarea rezultatelor obținute pe cale chimică și radiometrică, s-a determinat accesibilitatea fosforului din sol prin așa numită "valoare A".

#### BIBLIOGRAFIE

1. Arnold J. C., and Walker L. C.: Phosphorus-32 uptake by Pinne tree roots, Georgia Agricultural Research, Athens 3 (2), 1961 (11)
2. Bard, G. E. (1964): The mineral nutrient of the foliage forest trees on three soil types of varying limestone content, Proc. Soil. Sci. Soc. of Amer. 10419—1942.
3. Bonneau M (1963): Premiers résultats d'une expérience de fertilisation sur le *Pin laricio* de Corse en Forêt de Monlières Ann. Ec. Eaux For. Nancy, 20 (3).
4. Charlon J. C. (1961): Essais de fertilisation sur arbres forestiers C.R. Acad. Agric., France, 47 (6) 1961 (288—292).
5. Dean L. A. (1962): Application of radioisotopes to the study of fertilizer usage: a critique, Intern. Atomic Energy Agency, Vienna.
6. Epstein E. (1956): Mineral nutrition of plants of uptake and transport. Ann. Rev. Plant Physiology, 7 : 1 — 24.
7. Fried M. (1964): „E“ and „L“ Values VIII the Internațional Congres of Soil Science IV/5 Bucharest, 1964.
8. Gessel S. P., and Walker R. B. : Diagnosing nutrient needs of forest trees., Batter Corps with Plant Food. 42: 26—38.
9. Gessel S. P. (1960): How to fertilize trees and measure response, National plant food institute, Wasingthon.
10. Goor C. P. van (1959): Iets over kali, worzianing van de jonge douglaasaanplantinger (Ksuppleries in young Douglas-Fir plantation (Kali Amsterdam 4/40), (377—382).
11. Goor C. P. van, and Costen Slingeland, J. V. van (1963): Soil fertility in the Sijsselt a heather-sod-cutting area for the former hamlet of Maanen, Ned Bosb, Tijdschr 35 (1) 1963 (1 — 13).
12. Haralamb At. (1963): Cultura speciilor forestiere. Ed. II-a Ed. Agro-silvică Buc.
13. Heilman P. E. (1961): Effect of nitrogen fertilization on the growth and nitrogen nutrition of lowsite Douglas-Fir stands, Abstr, of thesis in Dissert. Abstr, 22 (5) 1961, (1336) O.R.S.
14. Heilman P. E. and Gessel S. P. (1963): The effect of nitrogen fertilization and weight of nitrogen, phosphorus, and potassium in Douglas-Fir trees, Proc. Soil. Sci Amer. 27 (1) 1963 (102—150).
15. Ionuț V., Ionescu Al., (1961): Duglasul în culturile forestiere, Ed. Agro-silvică Buc.

16. Kramer P. (1960): Physiology of trees, Acad. Press. New York.
17. Kiselev N. N. (1962): Movement of radioactive P through the bark to the wood, Fiziol. Rast 9 (2) 1962 (142—148).
18. Lăzărescu C., Ionescu A.I. (1965): Cultura duglasului verde și al pinului strob, Edit. Agro-silvică, Buc.
19. Layton L. and Armonson K. A. (1955): Mineral composition of the foliage in relation to the growth of Scots pine. For. Sci. 1: 210—218.
20. Liani A. (1962): Research on the mineral nutrition of Eucalyptus using radioactive isotopes, I. Preliminari investigations II Investigations With <sup>32</sup>P on uptake by roots, Pubbl. Cent. Sper. Agric., For., Roma, 5, 1961.
21. Little E. C. S., (1962): Methods for the easy determinations of phosphorus-32 in plants, Inter. Atom. Energ. Agency, Vienna.
22. Rutherford W. T., Emberton and W. Jones, (1958): Mineral nutrition of tree crops, Ann Rev. Plant. Physiology 9: 175—206.
23. Schenck C. A., (1929): Fremdländische Wald-und Parkbäume, Berlin.
24. Vehrmann, J. (1959): Methodische untersuchungen zur Durchführung von Hadelanalysen in Kiefernbeständen, Forstwissenschaften. 87, 314, 1959 (77 — 97).

## RECHERCHES À L'AIDE DE PHOSPHORE RADIOACTIF CONCERNANT LA NUTRITION MINÉRALE DU DOUGLAS VERT

### *Resumé*

L'ouvrage présente les résultats des expérimentations de différentes doses d'engrais chimiques N.P.K. sur les plantations installées en diverses conditions stationnelles (Tismana et Snagov). En même temps on a étudié quelques aspects liés à la nutrition minérale du douglas vert ainsi que la possibilité d'utilisation des isotopes radioactifs dans ce domaine. On présente aussi les résultats comparatifs obtenus par l'emploi de certains moyens de recherches utilisés à l'étude de la nutrition minérale et plus particulièrement pour l'étude approfondie des relations sol-plante, chez les cultures prises en considération.

De ces résultats, il faut retenir le fait que, le douglas vert est exigeant par rapport aux substances nutritives du sol et cette exigence varie en fonction de conditions stationnelles, les facteurs limitatifs ayant la plus grande influence.

La fertilisation du sol par l'azote a donné des résultats positifs dans les conditions de milieu optima de Tismana à une dose de 75 g azotate d'ammonium administré par plant. Dans les conditions de limite extrême, sudique, de Snagov, on a obtenu des résultats négatifs par l'administration d'azotate d'ammonium et positifs à la dose de 20 g superphosphate administré à années de suite.

Dans l'ouvrage on fait des appréciations sur les moyens d'investigation, parmi lesquels sont pris en considération l'analyse foliaire et l'utilisation des isotopes radioactifs. C'est à souligner le fait que par l'intermédiaire de la valeur A, on a établi le degré d'accessibilité du phosphore du sol aux cultures de douglas vert.

# UNTERSUCHUNGEN MIT HILFE VON RADIOAKTIVEN PHOSPHOR ÜBER MINERALISCHE ERNÄHRUNG DER DUGLASIE

## *Zusammenfassung*

Idem einige Aspekte der mineralischen Ernährung der Duglasie und die Möglichkeiten der Verwendung von radioaktiven Isotopen auf diesem Gebiet verfolgt werden, bringt der Aufsatz die Ergebnisse von Düngungsversuchen an Duglasiepflanzungen auf verschiedenen Standorten (Tismana und Snagov) mit unterschiedlichen Dosen von NPK — Düngern. Ausserdem wird eine vergleichende Darstellung der mittels verschiedenen Untersuchungsmethoden beim Studium der mineralischen Ernährung und insbesondere bei der näheren Untersuchung der Wechselbeziehungen von Pflanze und Boden erzielter Ergebnisse in den untersuchten Beständen geboten.

Aus den erzielten Ergebnissen soll hier hervorgehoben werden dass, die Duglasie gegenüber dem Nährstoffgehalt des Bodens in Abhängigkeit von den Standortbedingungen verschiedene Ansprüche stellt, und dass diese von Begrenzungsfaktoren stark beeinflusst werden. Die N-Düngung zeitigte gute Ergebnisse unter den optimalen Bedingungen von Tismana, bei Gaben von 75 g Ammoniumnitrat pro Pflanze. Dagegen waren die unter extrem südlichen Standortbedingungen bei Snagov erzielten Ergebnisse, verschieden: die Ammoniumnitratgaben führten zu negativen Ergebnissen während hier 2 Jahre nacheinander eingebrachte Gaben von — Superphosphat sich am wirksamsten erwiesen.

Im Aufsatz kommen Erwägungen über Mittel und Wege der Pflanzenernährungsforschung wie Blattanalyse sowie Anwendung von radioaktiven Isotopen zum Ausdruck. Es soll noch darauf hingewiesen werden, dass mittels des Wertes A der Zugänglichkeitsgrad des Phosphors auf dem Boden an en Duglasiepflanzungen ermittelt werden konnte.