

XI. CERCETĂRI PRIVIND VARIAȚIA CICLICĂ A CREȘTERILOR LA ARBORI

Dr. ing. VICTOR GIURGIU

Lățimea inelului anual la arbori, ca și creșterea în înălțime, se găsește sub influența unui ansamblu de factori care acționează în direcții și cu intensități diferite. Ca urmare, se înregistrează o mare fluctuație a creșterilor anuale. De exemplu, coeficientul de variație al lățimii inelului anual la arborii din același arboret are valori medii de 40—50% și valori extreme de pînă la 100% (fig. 1). Oscilațiile regimului climatic, respectiv schimbările de ansamblu ale timpului, determină totodată și fluctuații mari ale creșterilor de la an la an, precum și *variații ciclice ale lățimii inelului anual*, pe mari perioade (fig. 2—3). Acest fenomen a fost amplu studiat în S.U.A., unde frecvent se întîlnesc arbori cu vârste de mai multe secole (SCHULMAN, 1940; DOUGLASS, 1919—1946 ș.a.). În ultimul timp asemenea cercetări s-au întreprins și în Europa NÄSLUND, 1942; VINȘ, 1961; ANTONAITIS-BITVINSKAS, 1963; ANTONAITIS, 1965; CORONA, 1963—1966; KOLCIN, 1964; KOSTIN, 1960—1965 ș.a.). S-a emis chiar ipoteza unei corelații între ritmicitatea creșterilor la arbori și mersul secular al activității solare, în special cu periodicitatea apariției petelor solare.

În condițiile țării noastre, variația ciclică a creșterilor anuale la arbori n-a fost studiată. Dealtfel, ea este dificil de sesizat din cauza vîrstelor relativ mici la care ajung arborii noștri forestieri, precum și din cauza dinamicii specifice a creșterii în raport cu vîrsta (fig. 4), care estompează variațiile ciclice ale aceleiași creșteri, în special la arborii din arboretele echene. Fenomenul în cauză devine mai evident dacă vom aplica *metoda indicilor de creștere radială*. Acești indici reprezintă valorile procentuale ale creșterilor calculate în raport cu o linie compensatoare, stabilită fie prin metode analitice (prin ecuații de regresie de diferite tipuri), fie prin procedeul mediilor glisante. În partea de jos a figurii 5 este reprezentată atît curba reală a creșterilor, cît și curba compensată (linia groasă). Partea de sus a aceleiași figuri, unde creșterile sînt exprimate procentual față de linia de regresie, evidențiază

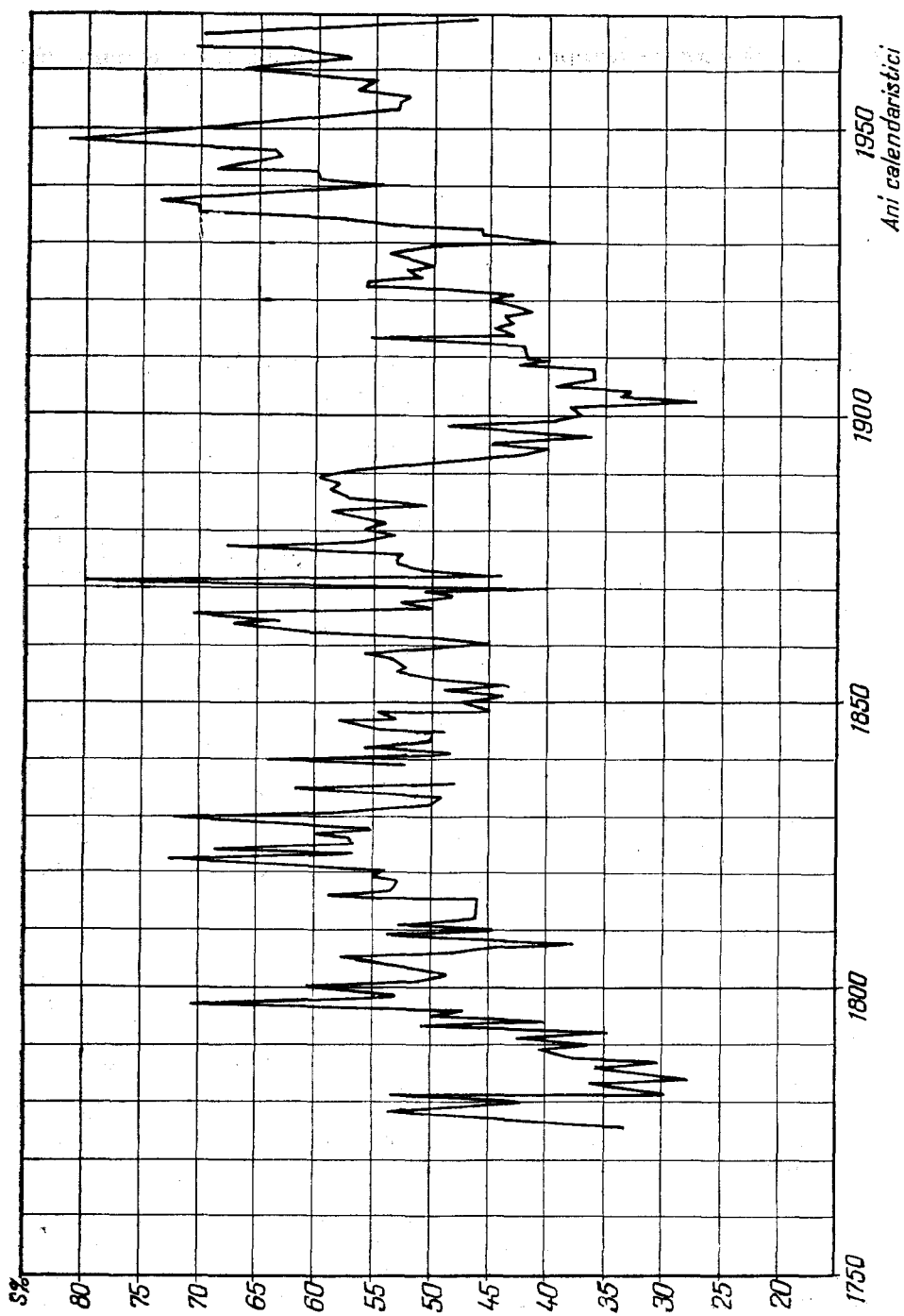


Fig. 1 — Dependența corelativă dintre coeficienții de variație ai lățimii inelului anual și anii calendaristici (arboret plurienn de molid, arbori din plafonul superior)

clar caracterul ciclic al creșterilor, cu toate că au fost cercetați arbori dintr-un arboret echien și numai pe o perioadă relativ scurtă, de 60 ani. La arboretele pluriene, fenomenul variației ciclice a creșterilor este cu mult mai evident (fig. 6).

Pentru a concluziona pe baze științifice asupra caracterului ciclic al creșterilor la arbori este necesară o testare adecvată, efectuată prin metode statistico-matematice.

În acest scop, au fost adoptate cerințelor particulare ale cercetărilor noastre, următoarele trei metode :

- Metoda diferențelor succesive
- Metoda numărului de iterații
- Metoda lungimii maxime a iterații.

Metoda diferențelor succesive. Metoda se bazează pe testul r^*

$$r = \frac{q^2}{s^2}, \quad (1)$$

unde

s^2 reprezintă varianța caracteristicii studiate. Se calculează după formula cunoscută :

$$s^2 = \frac{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{N}}{N - 1}, \quad (2)$$

iar

q^2 reprezintă dispersia (varianța) diferențelor succesive d_i :

$$d_i = x_{i+1} - x_i; \quad i = 1, 2, 3, \dots, N - 1.$$

Respectiv,

$$q^2 = \frac{1}{2(N - 1)} \sum (x_{i+1} - x_i)^2. \quad (3)$$

Teoretic se demonstrează că r , pentru $N > 20$, are o distribuție normală, așa încît pentru stabilirea semnificației se poate folosi formula

$$r = 1 + \frac{u}{\sqrt{N + 1}}, \quad (4)$$

unde

u corespunde distribuției normale și are următoarele valori :

- pentru probabilitatea de transgresiune $\alpha = 5\%$, $u = -1,645$;
- pentru probabilitatea de transgresiune $\alpha = 1\%$, $u = -2,326$;
- pentru $\alpha = 0,1\%$; $u = 3,29$.

Valorile teoretice ale testului r , calculate după formula (4), au fost tabelate (Giurgiu, 1972).

Testarea se face în modul următor : dacă raportul r , calculat după formula 1, este mai mare decît cel teoretic, determinat după formula 4

* A nu se confunda cu simbolul r folosit pentru coeficientul de corelație.

sau luat din tabelă, ipoteza că fluctuația este întâmplătoare se acceptă ca adevărată. Dacă însă valoarea empirică a lui r este mai mică decât cea teoretică, înseamnă că, în procesul studiat au intervenit cauze care au determinat deplasarea succesivă sau ciclică a valorilor studiate.

Pentru exemplificare se prezintă în tabelul 1 creșterile radiale pentru un arbore din plafonul superior al unui arboret plurienn din U.P. Cheia, Ocolul silvic Mîneciu-Ungureni.

Aplicînd formulele (2), (3), (1) și (4) obținem :

$$s^2 = \frac{761,11 - \frac{243,3^2}{86}}{86 - 1} = 0,856$$

$$q^2 = \frac{1}{2(N-1)} \sum (x_{i+1} - x_i)^2 = \frac{1}{2(86-1)} 30,12 = 0,177$$

$$r_{empiric} = \frac{q^2}{s^2} = \frac{0,177}{0,856} = 0,207$$

$$r_{0,05} = 1 - \frac{1,645}{\sqrt{86+1}} = 0,824.$$

Tabelul 1

Creșterile radiale la un arbore individual dintr-un arboret plurienn de brad (Ocolul silvic Mîneciu-Ungureni)

| Anul | Creșterea radială, x_i (mm) | $\sum x_i^2$ | $x_{i+1} - x_i$ | $(x_{i+1} - x_i)^2$ |
|-------|-------------------------------|--------------|-----------------|---------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1881 | 1,8 | 3,24 | -0,1 | 0,01 |
| 1882 | 1,7 | 2,89 | 1,2 | 1,44 |
| 1883 | 2,9 | 8,41 | -1,7 | 2,89 |
| 1884 | 1,2 | 1,44 | 0,8 | 0,64 |
| 1885 | 2,0 | 4,00 | -0,3 | 0,09 |
| 1886 | 1,7 | 2,89 | 0,6 | 0,36 |
| 1887 | 2,3 | 5,29 | 0,4 | 0,16 |
| 1888 | 2,7 | 7,29 | 0,2 | 0,04 |
| 1889 | 2,9 | 8,41 | 0,2 | 0,04 |
| 1890 | 3,1 | 9,61 | -0,2 | 0,04 |
| 1891 | 2,9 | 8,41 | 1,1 | 1,21 |
| 1892 | 4,0 | 16,00 | -0,4 | 0,16 |
| ⋮ | | | | ⋮ |
| 1962 | 2,6 | 6,76 | -0,4 | 0,16 |
| 1963 | 2,5 | 6,25 | -0,1 | 0,01 |
| 1964 | 1,7 | 2,89 | -0,8 | 0,64 |
| 1965 | 1,4 | 1,96 | -0,3 | 0,09 |
| 1966 | 1,4 | 1,96 | 0 | 0 |
| Total | 243,3 | 761,11 | — | 30,12 |

Raportul r empiric (0,207) este inferior raportului r teoretic, corespunzător probabilității de transgresiune de 50%. În consecință nu poate fi acceptată ipoteza caracterului întâmplător al fluctuațiilor creșterii pentru perioada luată în considerare. În timp a intervenit un factor cu influențe puternice, care determină o variație ciclică a creșterilor: după perioade cu creșteri mari urmează în mod legic perioade cu creșteri mici (fig. 3).

La aplicarea acestei metode apar însă unele complicații legate de influența factorului vîrsta asupra creșterii, mai ales la arborețele echiene. Spre deosebire de situația arboretelor reprezentate în figurile 2 și 3, creșterile urmează curbe specifice cu un maxim și cu o diminuare continuă a creșterilor după realizarea valorii maxime. De aceea este necesar ca valorile empirice ale creșterilor să fie compensate după curbe teoretice. Apoi, în raport cu valorile teoretice date de curba compensatoare, se calculează *indicii de creștere* (GIURGIU, 1967). În continuare aceste valori sînt introduse în formulele (1), (2), (3) și (4) ca valori x_i .

Exemplificarea modului de calcul este prezentată în tabelul 2, pentru arborii din plafonul superior al unui arboret echien de molid. În coloana 1 sînt trecuți anii calendaristici, în coloana a doua sînt înregistrate creșterile în diametru (valorii medii). În coloana a treia sînt trecute valorile ajustate ale creșterilor, citite din grafic. În coloana următoare sînt prezentați indicii de creștere calculați după formula:

$$i_{\%} = \frac{i_d}{i'_d} \cdot 100. \quad (5)$$

În continuare urmează modul obișnuit de calcul:

$$s^2 = \frac{467373 - \frac{20295025}{44}}{44 - 1} = 142,395$$

$$q^2 = \frac{1}{2(44 - 1)} 9088 = 105,674$$

$$r = \frac{q^2}{s^2} = \frac{105,674}{142,395} = 0,742$$

$$r_{0,05} = 1 - \frac{1,645}{\sqrt{44 + 1}} = 0,7548.$$

Se constată deci, și în acest caz, că variația creșterilor este ciclică, pentru perioada luată în considerare.

METODA NUMĂRULUI DE ITERAȚII

Prin iterație (sau serie) se înțelege o succesiune de elemente sau valori care au aceeași proprietate și sînt aranjate astfel încît primul element sau valoare a șirului urmează după o valoare sau element care au aceeași proprietate.

Calculul indicilor de creștere și al elementelor necesare determinării raportului r

| Anul | Creșterea în diametru (i_d) | Valori ajustate (i_d) | Indici de creștere $i_0 = x_i$ | x_i^2 | $x_{i+1} - x_i$ | $(x_{i+1} - x_i)^2$ |
|-------|---------------------------------|---------------------------|--------------------------------|---------|-----------------|---------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1925 | 68,8 | 64,5 | 107 | 11 449 | 7 | 49 |
| 1926 | 75,2 | 66,0 | 114 | 12 996 | 2 | 4 |
| 1927 | 77,5 | 67,0 | 116 | 13 456 | -30 | 900 |
| 1928 | 59,2 | 68,5 | 86 | 7 396 | 4 | 16 |
| 1929 | 62,8 | 69,5 | 90 | 8 100 | 26 | 676 |
| 1930 | 81,4 | 70,0 | 116 | 13 456 | -8 | 64 |
| 1931 | 75,4 | 70,0 | 108 | 11 664 | 7 | 49 |
| 1932 | 80,2 | 69,5 | 115 | 13 225 | -30 | 900 |
| · | | | | | | · |
| 1965 | 17,2 | 17,8 | 97 | 9 409 | 9 | 81 |
| 1966 | 16,4 | 17,6 | 93 | 8 649 | -4 | 16 |
| 1967 | 18,9 | 17,5 | 108 | 11 664 | 15 | 225 |
| 1968 | 17,1 | 17,0 | 101 | 10 221 | -7 | 49 |
| Total | — | — | 4505 | 467 373 | — | 9168 |

Prin elemente cu aceeași proprietate (a) putem înțelege indicii de creștere mai mari decât 100; prin proprietatea (b) înțelegem indicii de creștere mai mici decât 100. În cazul unui șir de valori neinfluențate de alt factor important, prin a se înseamnă valorile mai mari decât media (sau mediana), iar prin b , valorile mai mici decât media (mediana). Pentru exemplul din tabelul 2 prima iterație este formată din valorile 107, 114, 116; a doua iterație cuprinde valorile 86, 90; a treia iterație 116, 108, 115 ș.a.m.d. În total obținem pentru acest exemplu un număr de $R = 13$ iterații. Numărul de elemente cu caracteristica a este notat prin m , iar numărul de elemente cu caracteristica b se notează cu n . Pentru exemplul nostru avem: $m = 25$; $n = 19$;

$$N = m + n = 25 + 19 = 44$$

Valoarea empirică R se compară cu două valori teoretice $R_{\frac{\alpha}{2}}$ și

$R_{1-\frac{\alpha}{2}}$, unde α este probabilitatea de transgresiune:

$$R_{\frac{\alpha}{2}} = \frac{2 mn}{N^2} \left(N + u_{\frac{\alpha}{2}} \sqrt{N} \right) \quad (6)$$

$$R_{1-\frac{\alpha}{2}} = \frac{2 mn}{N^2} \left(N - u_{1-\frac{\alpha}{2}} \sqrt{N} \right). \quad (7)$$

Pentru $\alpha = 10\%$ avem $u_{\frac{\alpha}{2}} = -2,576$ și $u_{1-\frac{\alpha}{2}} = +2,576$; pentru $\alpha = 5\%$ rezultă $u_{\frac{\alpha}{2}} = -1,96$ și $u_{1-\frac{\alpha}{2}} = +1,96$.

Ipoteza variației întâmplătoare se verifică atunci când R experimental este cuprins în limitele $R_{\frac{\alpha}{2}}$ și $R_{1-\frac{\alpha}{2}}$. În caz contrar se demonstrează existența unor variații ciclice.

Pentru exemplul din tabelul 3 avem :

$$R_{\frac{\alpha}{2}} = \frac{2 \cdot 25 \cdot 19}{44^2} (44 - 1,96 \sqrt{44}) = 15$$

$$R_{1-\frac{\alpha}{2}} = \frac{2 \cdot 25 \cdot 19}{44^2} (44 + 1,96 \sqrt{44}) = 28.$$

Valoarea R experimentală se găsește în afara limitelor teoretice calculate ($R < R_{\frac{\alpha}{2}}$). Prin urmare și după metoda iterațiilor se demonstrează că în perioada analizată au intervenit factori, încă necunoscuți, care determină o fluctuație ciclică a creșterilor.

Metoda lungimii iterației. Metoda este mai puțin riguroasă. Se bazează pe formula :

$$l_0 = \frac{\log \left(\frac{N}{-\ln(1-\alpha)} \right)}{\log 2} - 1. \quad (8)$$

Pentru $\alpha = 5\%$ avem formula simplificată

$$l_0 = 3,3 (\log N + 1), \quad (9)$$

unde

l_0 reprezintă valoarea teoretică a lungimii maxime a iterației.

Valoarea experimentală l_{max} se determină în baza șirului experimental, cunoscând că prin lungimea iterației se înțelege numărul componentelor (valorilor) care compun o iterație. Pentru exemplul din tabelul 2 cea mai mare iterație conține 5 elemente (102, 119, 121, 121, 119, între anii 1949 și 1953). După formula (9), obținem :

$$l_0 = 3,3 (\log 44 + 1) = 5,$$

ceea ce arată că ne găsim la limita semnificației ($l_0 = l_{max}$)

Cele trei metode au fost aplicate în paralel la mai multe arborete echiene și pluriene. Pentru x_i s-au luat indicii de creștere pentru grupe

de arbori din plafonul superior, pentru care creșterea curentă a fost mai puțin influențată de arborii vecini. Rezultatele obținute sînt trecute în tabelele 3, 4 și 5.

Tabelul 3

Metoda diferențelor succesive

| Arboretul | s ² | q ² | r | r _{0,05} |
|---|----------------|----------------|-------|-------------------|
| Arboret plurien de brad, Ocolul silvic Mîneciu-Ungureni | 449,441 | 89,926 | 0,200 | 0,803 |
| Arboret plurien de brad, Ocolul silvic Mîneciu-Ungureni | 413,517 | 87,339 | 0,211 | 0,826 |
| Arboret plurien de brad, Ocolul silvic Sinaia | 259,409 | 74,121 | 0,285 | 0,801 |
| Arboret echien de molid, Ocolul silvic Sinaia | 196,545 | 52,600 | 0,268 | 0,783 |
| Arboret echien de molid, Ocolul silvic Dorna-Cîndreni | 142,395 | 105,674 | 0,742 | 0,755 |

Tabelul 4

Metoda numărului de iterații

| Arboretul | N (ani) | m | n | R | R teoretic | |
|---|------------|----|----|----|------------------------|--------------------------|
| | | | | | $R_{\frac{\alpha}{2}}$ | $R_{1-\frac{\alpha}{2}}$ |
| Arboret plurien de brad, Ocolul silvic Mîneciu-Ungureni | 69 | 37 | 32 | 9 | 26 | 42 |
| Arboret plurien de brad, Ocolul silvic Mîneciu-Ungureni | 88 | 43 | 45 | 16 | 43 | 53 |
| Arboret plurien de brad, Ocolul silvic Sinaia | 67 | 37 | 30 | 8 | 25 | 41 |
| Arboret echien de molid, Ocolul silvic Sinaia | 56 | 29 | 27 | 13 | 21 | 35 |
| Arboret echien de molid, Ocolul silvic Dorna-Cîndreni | 44 | 25 | 19 | 13 | 15 | 28 |

În raport cu cele trei criterii folosite, rezultatul este același la toate arboretele studiate. *Concluzia variației ciclice a creșterilor este statistic asigurată*, perioada avînd o lungime de 10—12 ani. Această

Metoda lungimii iterației

| Arboretul | N | l_{max} | l_0 (lungimea teoretică a iterației pentru $\alpha = 0,05$) |
|--|----|-----------|--|
| Arboret plurien de brad, Ocolul silvic Mineciu-Ungureni | 69 | 14 | 9 |
| Arboret plurien de brad, Ocolul silvic Mineciu-Ungureni | 88 | 16 | 6 |
| Arboret plurien de brad, Ocolul silvic Sinaia | 67 | 14 | 6 |
| Arboret echien de molid, Ocolul silvic Sinaia | 56 | 9 | 6 |
| Arboret echien de molid, Ocolul silvic Dorna-Cîndreni | 44 | 5 | 5 |

concluzie se referă și la creșterile radiale referitoare la diferite înălțimi pe fusul arborelui.

În căutarea factorului care determină această variație ciclică a creșterilor, s-au aplicat metodele prezentate și în ceea ce privește precipitațiile anuale și temperatura aerului. S-au folosit datele oficiale ale Institutului meteorologic, pentru localitatea Sinaia. Rezultatele obținute sînt prezentate în tabelul 6.

Tabelul 6

| Specificare | Metoda; | | | | | | |
|------------------------------|------------------------|------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------------|--------------------|-------|
| | diferențelor succesive | | numărului de iterații | | | lungimea iterației | |
| | r | $r_{0,05}$ | R | $\frac{R}{\alpha}$ 2 | $1 - \frac{\alpha}{R}$ 2 | l_{max} | l_0 |
| Precipitații (Sinaia) | 1,094 | 0,803 | 39 | 25 | 45 | 8 | 6 |
| Temperatura aerului (Sinaia) | 0,756 | 0,803 | 30 | 24 | 39 | 6 | 6 |

Pentru caracteristicile studiate, rezultatele sînt mai puțin clare: o variație ciclică se evidențiază numai în ceea ce privește temperatura aerului, însă după un singur criteriu (prin metoda diferențelor succesive).

Din nefericire nu dispunem de date concludente privind variația temperaturii aerului și a precipitațiilor și pentru alte puncte studiate,

deoarece la multe stații meteorologice înregistrarea datelor a fost sistată în cursul celor două războaie mondiale. Pentru Sibiu s-au găsit totuși date suficient de corespunzătoare, de aceea metoda diferențelor succesive a fost aplicată pentru această caracteristică. Rezultatele sînt următoarele :

| Precipitații | Temperatura aerului |
|-------------------|---------------------|
| $r = 0,88$ | $r = 0,68$ |
| $r_{0,05} = 0,84$ | $r_{0,05} = 0,84$ |

Pentru această stație, fenomenul variației ciclice a temperaturii aerului este dovedit prin calcule statistico-matematice. Pentru formularea unei concluzii cu caracter de generalizare sînt necesare investigații suplimentare.

Metodele prezentate pot fi cu succes folosite și la cercetarea altor procese din domeniul silviculturii, cum sînt, de exemplu: dinamica fructificației la arbori și arborete, frecvența doboriturilor produse de vînt, apariția în masă a dăunătorilor pădurii etc.

Punînd față în față dinamica indicilor de creștere cu variația precipitațiilor anuale (fig. 7), constatăm o slabă legătură ($r = 0,027-0,274$) nesemnificativă. Cu mult mai strînsă este corelația dintre indicii de creștere anuală și precipitațiile anului curent plus cele ale anului precedent ($r = 0,31-0,37$). O corelație satisfăcătoare s-a putut stabili între creștere și precipitațiile căzute în lunile mai și iunie ale anului curent. Anii de secetă sînt mereu corelați cu valorile minime ale creșterilor anuale.

Cauzele fenomenului variației ciclice a creșterilor sînt cu mult mai complexe și urmează a fi studiate prin cercetări viitoare.

Fenomenul variației ciclice a creșterilor ridică probleme importante pentru tehnica auxometrică. Rezultă necesitatea studierii creșterilor pe perioade relativ mari, astfel încît să se anihileze influențele sistematice datorită activității solare ritmice sau altor cauze. O variație relativ redusă a indicilor de creștere radială se constată numai pentru perioade de studiu de cel puțin 8—10 ani. Pentru perioade de 3 ani abaterile de la curba compensatoare (media plurianuală) pot să ajungă pînă la 30—40%, iar pentru perioade de 5 ani acestea se reduc la 10—30%. În cadrul arboretelor abaterile pot fi cu mult mai mari. De-abia măsurătorile pe perioade de cel puțin 10 ani înlătură în suficientă măsură influențele variației ciclice a creșterilor.

Este ușor de înțeles cît de arbitrar pot fi rezultatele măsurării creșterilor pe perioade mici de 3—5 ani, atunci cînd se urmărește elaborarea unor tabele de producție. O eșalonare pe mai mulți ani a măsurătorilor de creșteri poate diminua aceste influențe perturbante. Tot pentru același motiv, în cadrul lucrărilor de amenajare a pădurilor, probele de creșteri trebuie luate pe o perioadă de cel puțin 8—10 ani. În caz contrar este exclusă posibilitatea unei corecte comparări în timp a creșterii fondului de producție.

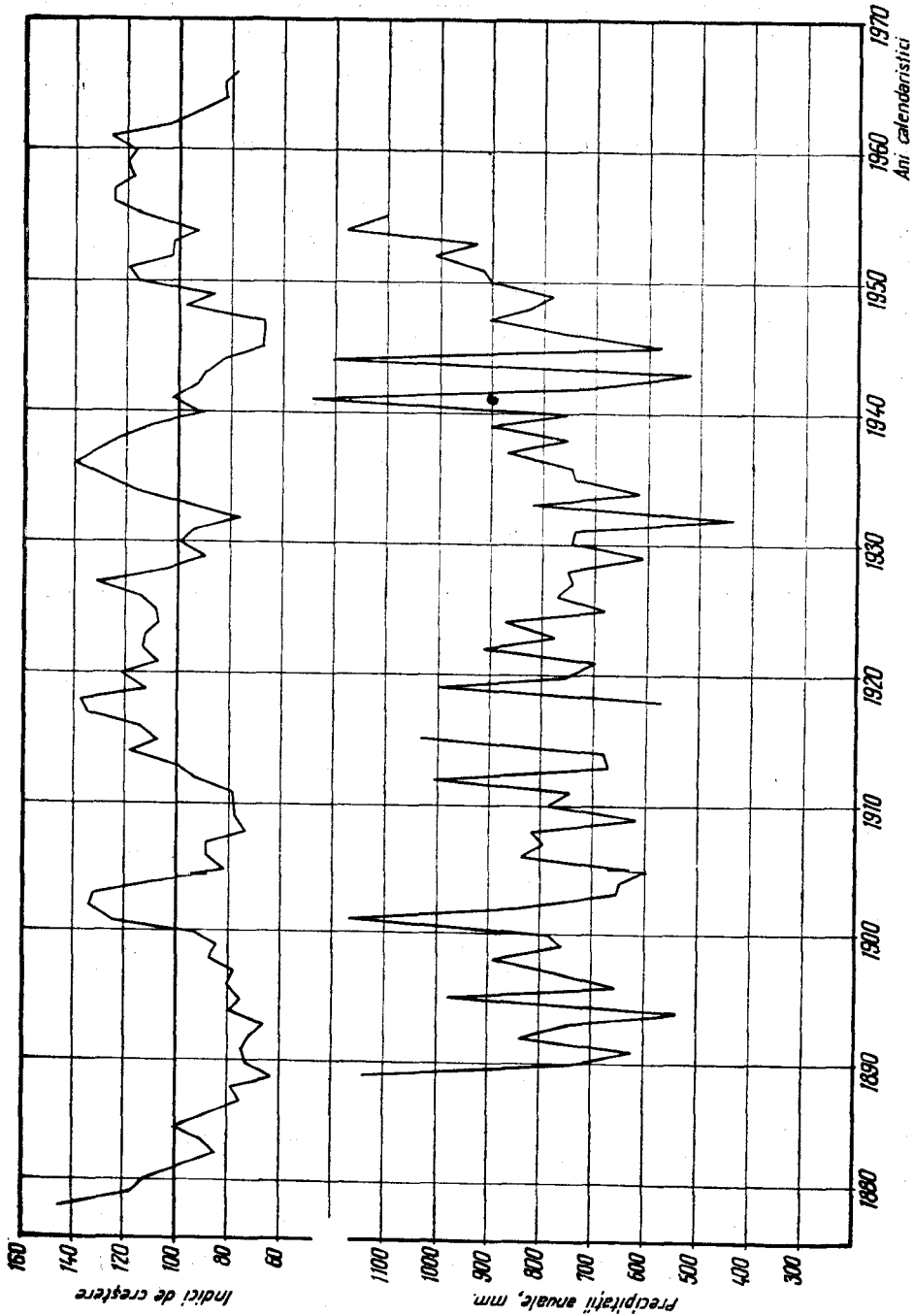


Fig. 7 — Comparație între variația indicilor de creștere și variația precipitațiilor anuale pentru un arboret plurienn de brad din Oc. silvic Sinaia.

Variația ciclică a creșterilor radiale mai trebuie luată în considerare la urmărirea efectului intervențiilor silviculturale în arboret (rărituri, tratamente, administrări de îngrășăminte, elagaj etc.) sau a influenței anumitor factori perturbanți (secete, atacuri de insecte, pășunat, gaze industriale etc.). În caz contrar este foarte mare probabilitatea unor concluzii eronate. Metoda indicilor de creștere radială se dovedește deosebit de utilă în acest scop.

Cercetările privind variația ciclică a creșterilor se impun a fi mult dezvoltate, fiind de o deosebită importanță atât pentru auxometrie cât și pentru elaborarea unor metode de prognoză a creșterilor. Într-adevăr, între mersul secular al activității solare și circulația generală a atmosferei s-au putut evidenția unele legături. De aici rezultă anumite perspective în elaborarea problemei privitoare la geneza oscilațiilor ciclice ale creșterii radiale și prin aceasta la problema prognozei creșterilor pe perioade lungi, ceea ce — desigur — este extrem de important pentru activitatea economică. De aceea, problema oscilațiilor creșterii radiale urmează să constituie obiectul unor multilaterale și temeinice cercetări.

CONCLUZII

— În dinamica creșterilor pe mari perioade la arborii forestieri se constată variații ciclice, cu perioade relativ constante de 10—12 ani, determinate de cauze încă insuficient de cunoscute.

— Evidențierea acestor variații ciclice a fost posibilă prin aplicarea unor metode adecvate și anume: metoda indicilor de creștere și metode speciale statistico-matematice (metoda diferențelor succesive, metoda numărului de iterații și metoda lungimii maxime a iterației). Aceste metode pot fi folosite și la cercetarea altor procese în silvicultură și meteorologie.

— Fenomenul variației ciclice a creșterilor are implicații importante în domeniile auxometriei, auxologiei și amenajamentului. Totodată, o cercetare aprofundată a acestui fenomen oferă unele posibilități în privința prognozării creșterilor la arbori și arborete pe mari perioade. În același timp cercetările dendrocronologice și dendroclimatologice nu mai pot face abstracție de prezența variației ciclice a creșterilor.

BIBLIOGRAFIE

1. Antonaitis, V., 1965 a 1965 b: — In: *Novoe v lesnoi taxații*. VNIILM, vîp. 48, Moskva. Tecușii prirost lesov Litvi. Kaunas.
2. Antonaitis, Bitvinskaskas, 1963: — *Lesnoi jurnal*, nr. 4.
3. Assmann, E., 1961: — *Waldetragskunde*. BVL Verlagsgesellschaft, München-Bonn-Wien.
4. Bitvinskaskas, G., 1965 a, 1965 b: — *Sbornik: Sovremennie voprosi lesoustroistva*, Kaunas. *Docl. Mosk. sel/hoz. Acad. im Nimiriazeva*, vîp. 103.
5. Bryson-Dutton, 1961: — *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, 95, nr. 1.

6. Corona, E., 1963, 1966 : — Monti e boschi, nr. 2 ; Monti e boschi, nr. 8.
7. Douglass, A. E., 1919, 1928, 1936, 1937, 1941, 1946 : — Carnegie Inst. Wash. Pub. 289, vol. I. Carnegie Inst. Wash. Pub. vol. II. Carnegie Inst. Wash. Pub. 289, vol. III. Univ. Ariz. Bull. 8, 4. Phys. Sci Bull. nr. 1 I. Forestry, 39, 10. Univ. Ariz. Bull. 12, 4.
8. Giurgiu, V., 1972 : — Metode ale statisticii matematice aplicate in silvicultură. Edit. „Ceres“.
9. Kolcín, B. A., 1964 : — Priroda, nr. 5.
10. Kostin, S. I., 1960, 1961, 1965 : — Naucin. Zap. Voronejskovo Lesoteh. I-ta., 21. Tr. glavnoi geofiz. observatorii im. Voieicova. Vip. III. Lesnoe hoziaistvo, nr. 4.
11. Näslund, M., 1942 : — Medd. fran. st. Skogstörsöksanst, 33. Stockholm. Renák, J., 1958 : — Ochrana prirody, 13.
12. Schulmann, E., 1940, 1942, 1944, 1945, 1947, 1953, 1956 : — Tree ring, Bull. 6, 4. Ecology, 23, 3. Tree ring Bull. 11, 1. Tree ring Bull. 12, 1. Univ. Ariz. Bull. 18, 3. In : Climatic. Change. Harvard Univ. Press. Cambridge. Mass. Dendroclimatic changes in semiarid America. Univ. of Arizona. Perss. Tueson.
13. Vinš, B., 1961 : — Vyzkumný ústav lesního hospodársti. Zbraslav — Strandy.

RESEARCHES ON CYCLIC VARIATION OF TREES INCREMENTS

Summary

In the dynamics of forest trees increments over long periods there were observed cyclic variations with relatively constant periods of 10 to 12 years, determined by causes insufficiently known yet.

Pointing out of these cyclic variation was possible by applying adequate methods ; increment index method and special statistical-mathematical methods (successive differences method, iterations number method and iteration maximum length method). These methods can be used for the research on other silvicultural and meteorological processes. Thus there were rendered evidend cyclic variations of the air mean annual temperature over long periods.

For the studied stands we find a weak correlation between the increment indices variation and annual rainfall variation.

The increments cyclic variation has important implications in the fields of auxometry, auxology and management. At the same time, a thorough study of this phenomenon offers some possibilities to forecasting increments of trees and stands for long periods. And no longer can the dendrochronological and dendroclimatological researches leave the increment cyclic variation aside.

LIST OF FIGURES

- Fig. 1* — Correlative dependence of the variation coefficients of annual ring width and calendar years (spruce multiaged stand, trees in overstory)
- Fig. 2* — Radial increment variation at an individual tree in a multiaged fir stand in Mineciu-Ungureni forest range
- Fig. 3* — Variation of annual ring mean width for trees with diameters less than 60 cm (multi-aged fir stand).
- Fig. 4* — Variation with time of diameter at breast height growth (mean values for the trees in an even-aged spruce stand).
- Fig. 5* — Variation of the mean of radial increment and increment indices (even-aged spruce stand in Sinaia forest range)
- Fig. 6* — Variation of radial increments and trees increment indices (multi-aged fir stand, Mineciu-Ungureni forest range).
- Fig. 7* — Comparison between increment indices variation and annual rainfall variation, for a multi-aged fir stand in Sinaia Forest range.

UNTERSUCHUNGEN BEZÜGLICH DER ZYKLISCHEN VARIATIONEN DES ZUWACHSES DER BÄUME

In der in grossen Zeitabschnitten erfolgten Zuwachsdynamik der Forstbäume sind zyklische durch ungenügend bekannte Gründe hervorgerufene Veränderungen mit relativ konstanten Zeitperioden von 10 bis 12 Jahren festgestellt worden.

Das Hervorheben dieser zyklischen Variationen (Veränderungen) wurde durch Anwendung von entsprechenden Methoden möglich gemacht, und zwar durch die Methode der Zuwachskoeffizienten und durch besondere statistisch-mathematische Methoden (Methode der sukzessiven Differenzen, Methode der Zahlen von Iterationen und Methode der Maximallänge der Iteration). Diese Methoden können auch bei der Forschung anderer waldbaulichen Vorgängen und in der Meteorologie angewandt werden. Dadurch wurden zyklische Variationen auch bezüglich der Jahresdurchschnittstemperatur der Luft in grossen Zeitabschnitten hervorgehoben.

Für die untersuchten Bestände konnte eine geringe Korrelation zwischen der Variation der Zuwachskoeffizienten und der Schwankung der Jahresniederschläge festgestellt werden.

Die Erscheinung der zyklischen Variationen des Zuwachses hat bedeutende Folgen im Bereich der Auxometrie, der Auxologie und der Forsteinrichtung. Eine gründliche Untersuchung dieser Erscheinung bietet gleichzeitig einige Möglichkeiten für die Prognose des Wachstums des Baumes und der Bestände in grossen Zeitabschnitten. Gleichzeitig können die dendrokronologischen und dendroklimatischen Untersuchungen das Vorhandensein der zyklischen Variation des Wachstums nicht mehr unberücksichtigt lassen.

Abbildungen

- Abb. 1 — Korrelative Abhängigkeit zwischen den Variationskoeffizienten der Jahrringbreite und der Kalenderjahre (ungleichaltriger Fichtenbestand, Bäume der oberen Schicht)
- Abb. 2 — Variation des Radialzuwachses bei einem Einzelbaum aus einem gleichaltrigen Tannenbestand, Forstamt Mîneciu-Ungureni
- Abb. 3 — Variation der durchschnittlichen Jahrringbreite für Bäume mit einem Durchmesser von unter 60 cm (ungleichaltrige Tannenbestände)
- Abb. 4 — Zeitliche Veränderung des Durchmesserzuwachses in 1,3 m Höhe (Mittelwerte für Bäume aus einem gleichaltrigem Fichtenbestand)
- Abb. 5 — Veränderung des durchschnittlichen Radialzuwachses und der Zuwachskoeffizienten bei den Bäumen (gleichaltrige Fichtenbestände in Forstamt Sinaia)
- Abb. 6 — Veränderung des Radialzuwachses und der Zuwachskoeffizienten der Bäume (ungleichaltriger Tannenbestand in Forstamt Mîneciu-Ungureni)
- Abb. 7 — Vergleich zwischen der Veränderung der Zuwachskoeffizienten und der Schwankung der Jahresniederschläge bei einem ungleichaltrigen Tannenbestand, Forstamt Sinaia.

ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЦИКЛИЧНОЙ ВАРИАЦИИ ПРИРОСТА ДЕРЕВЬЕВ

Резюме

В динамике роста на длительные периоды у лесных деревьев отмечаются циклические вариации, с относительно постоянными периодами в 10—12 лет, определенные еще недостаточно известными причинами.

Выявление этих циклических вариаций стало возможным путем применения ряда соответствующих методов, а именно: метод индексов прироста и специальные статисти-

ческо — математические методы: метод последовательных разниц, метод числа итераций и метод максимальной длины итераций). Эти методы могут быть использованы и при исследовании других лесоводственных процессов и в метеорологии. Таким образом были выявлены циклические вариации и в отношении средней годовой температуры воздуха на длительные периоды.

Для исследованных насаждений была установлена незначительная корреляция между вариацией показателей роста и колебанием годовых осадков.

Явление циклической вариации прироста имеет большие значения в области ауксомерии, ауксологии и лесоустройства. Вместе с тем, углубленное исследование этого явления предоставляет некоторые возможности в отношении прогнозирования прироста у деревьев и насаждений на длительные периоды. В то же время дендрокронологические и дендроклиматологические исследования не могут игнорировать наличие циклической вариации прироста деревьев.

СПИСОК РИСУНКОВ

- Рис. 1. — Корреляционная зависимость между коэффициентами вариации ширины годичного кольца и календарными годами /равновозрастное еловое насаждение, деревья верхнего яруса/.
- Рис. 2. — Вариация радиального прироста у индивидуального дерева в разновозрастном пихтовом насаждении в лесничестве Мынечу-Унгурень.
- Рис. 3. — Вариация средней ширины годичного кольца для деревьев с диаметром меньше 60 см. /разновозрастное пихтовое насаждение/.
- Рис. 4. — Вариация во времени прироста по диаметру на уровне, 1,3 м среднего значения для деревьев из одновозрастного елового насаждения/.
- Рис. 5. — Вариация среднего радиального прироста и индексов прироста у деревьев /одновозрастное еловое насаждение, лесничество Синяя/.
- Рис. 6. — Вариация радиального прироста и индексов прироста у деревьев /разновозрастное пихтовое насаждение, лесничество Мынечу-Унгурень/.
- Рис. 7. — Сравнение между вариацией индексов прироста и вариацией годичных осадков для разновозрастного пихтового насаждения, лесничество Синяя.

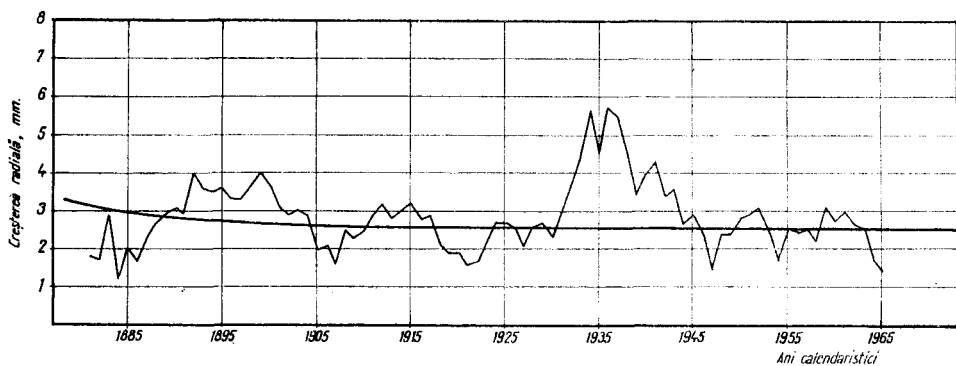


Fig. 2 — Variația creșterii radiale la un arbore individual dintr-un arboret pluvien de brad din Oc. silvic Mineci-Ungureni

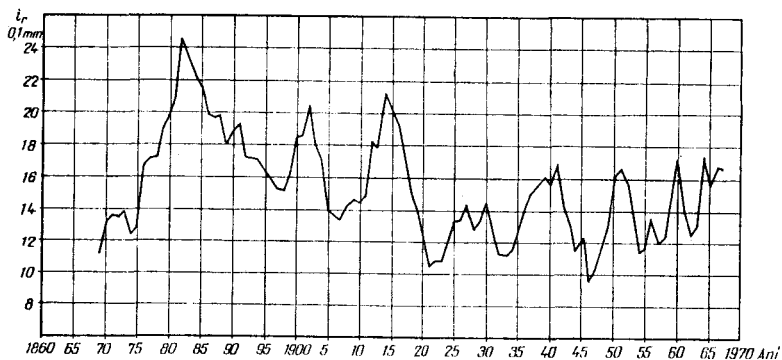


Fig. 3 — Variația lățimii medii a inelului anual pentru arbori cu diametre mai mici de 60 cm (arboret pluvien de brad)

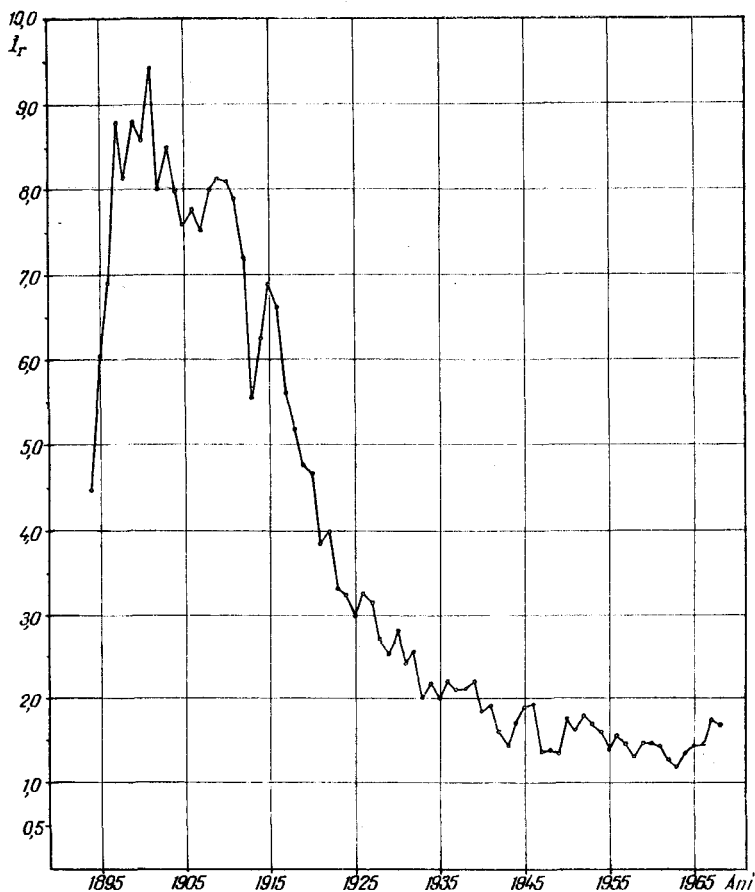


Fig. 4 — Variația în timp a creșterii în diametru la secțiunea 1,3 m (valori medii pentru arbori dintr-un arboret echien de molid)

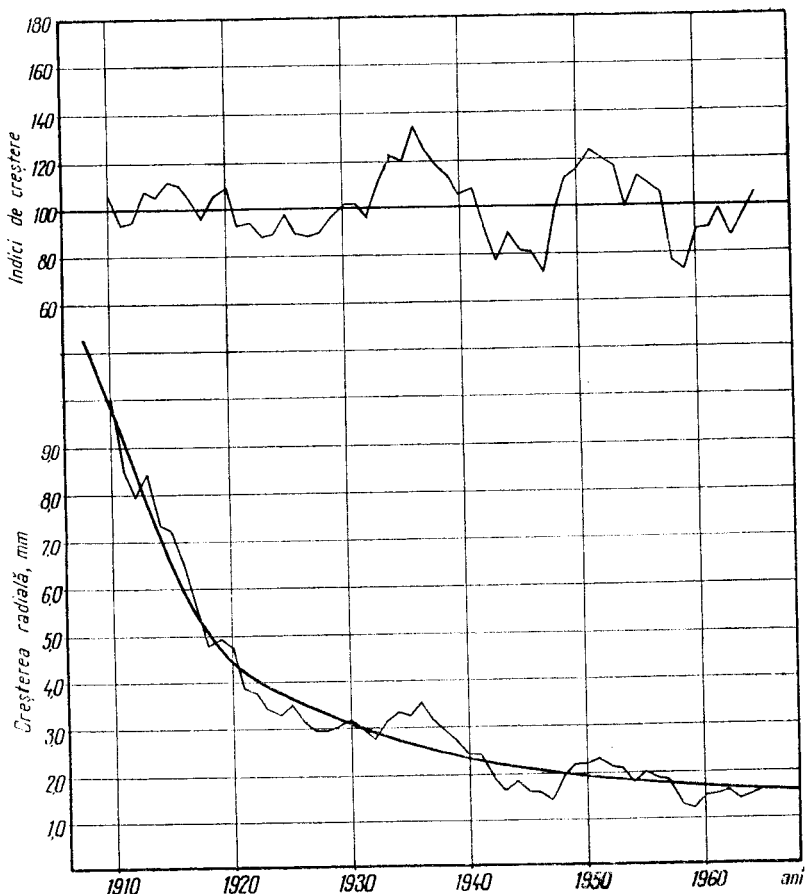


Fig. 5 — Variația mediei creșterii radiale și a indicilor de creștere la arbori (arboret echien de molid din Oc. silvic Sinaia)

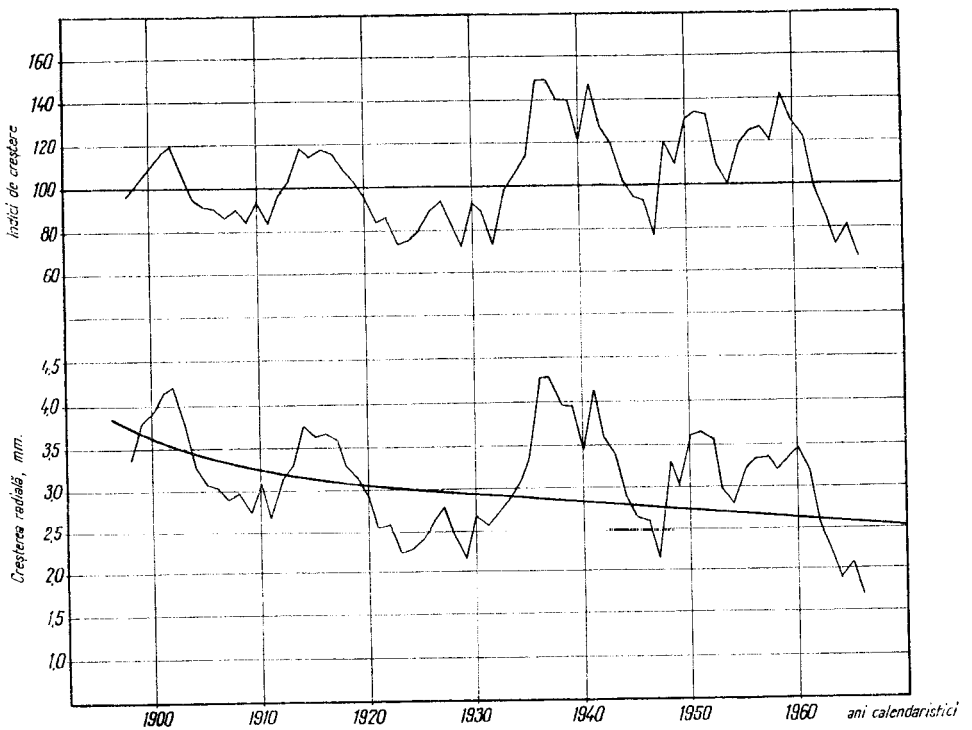


Fig. 6 — Variația creșterilor radiale și a indicilor de creștere în arbori (arboret plurienn de brad, Oc. silvic Minciu-Ungureni)