

JAN FLOTYŃSKI, JERZY TAFLIŃSKI

Związek między szerokością przyrostów rocznych a liczebnością pionowych przewodów żywicznych u sosny pospolitej

(*Pinus silvestris* L.)

Связь между шириной годовых приростов
и количеством вертикальных смоляных ходов у сосны обыкновенной
(*Pinus silvestris* L.)

Relationship between the width of annual rings and number of vertical resin canals
in the Scots pine (*Pinus silvestris* L.)

WSTĘP

Liczebność i rozmieszczenie przewodów żywicznych w zewnętrznej, białej części tkanki drzewnej, zwłaszcza przewodów pionowych — odgrywają znaczną rolę w procesie syntezy balsamu żywicznego, a w związku z tym — w technologii i w technice samego żywicowania. Przy określaniu i klasyfikacji wydajności żywicy drzew i drzewostanów są pomocne cechy budowy anatomicznej i morfologicznej drzew: szerokość przyrostów (słojów) rocznych, grubość drzew (pierśnica), ich wysokość oraz wymiary koron.

Podstawowy element tej klasyfikacji, grubość drzew, będąc funkcją ich wieku i szerokości słojów rocznych — dość wyraźnie koreluje z liczebnością i rozmieszczeniem pionowych przewodów żywicznych, na co wskazują niedwuznacznie wyniki odpowiednich badań (1, 9). Na przykład wyniki doświadczeń amerykańskich (1) umożliwiły, między innymi, opracowanie tablic żywiczności dla drzewostanów sosnowych *Pinus caribaea* (Morelett) i *P. palustris* (Miller) na podstawie grubości drzew i liczby słojów rocznych w zewnętrznej warstwie bielu o szerokości 1 cala.¹ Stwierdzono np., że w drzewostanie sosnowym (*P. caribaea*), przy wzroście przeciętnej grubości (pierśnicy) drzew z 9 do 14 cali, wydajność żywicy zwiększyła się do 201%, a w drzewostanie sosnowym (*P. palustris*) — do 188%.

Ta sama prawidłowość zachodziła przy porównywaniu wydajności żywicy z wielkością przyrostów rocznych. Na przykład u *Pinus caribaea* przy zmniejszeniu się na odcinku 1 cala liczby słojów z 14 do 6, czyli przy wzroście szerokości słojów wydajność żywicy powiększyła się do 163%,

¹ 1 cal = 2,54 cm.

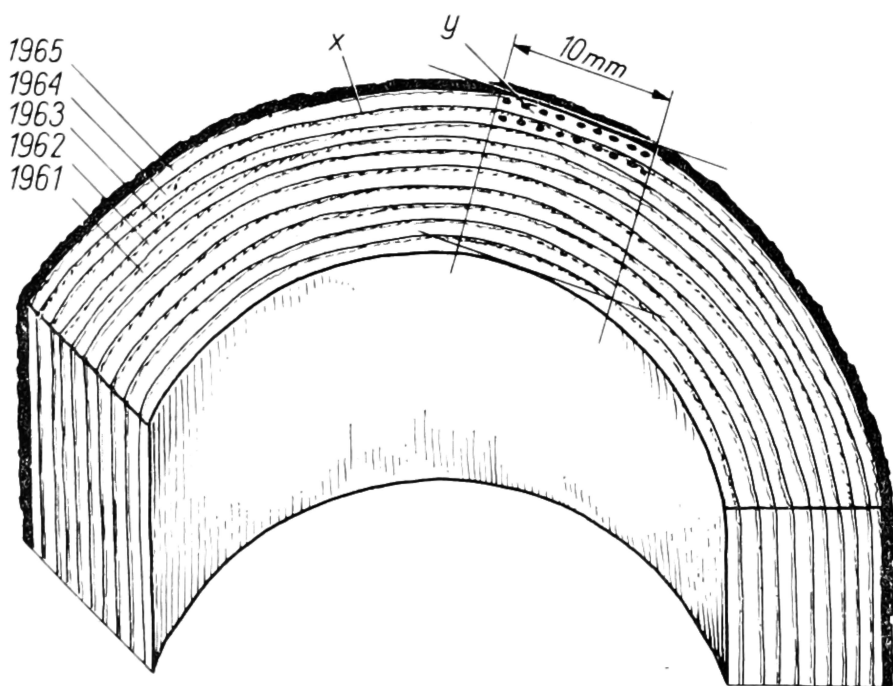
zaś u *P. palustris* przy zmniejszeniu się liczby słojev z 18 do 8 — wydajność żywicy wzrosła do 144% (1).

Ten wzrost wydajności żywicy u drzew o szerszych słojevach rocznych można częściowo wytłumaczyć większą liczebnością pionowych przewodów żywicznych. Według np. danych radzieckich (9) w drzewostanie sosnowym (*P. silv.* L.) u drzew o maksymalnych wyciekach balsamu, wahających się w granicach 18—38 gramów z 1 nacięcia, naliczono na powierzchni 1 cm² przekroju poprzecznego pnia 61—113 pionowych przewodów żywicznych, podczas gdy u drzew o małej wydajności — 5—11 g żywicy z nacięcia przewodów tych było zaledwie 38—58.

Spółród prac dotyczących związku między szerokościami słojev rocznych i liczebnościami pionowych przewodów żywicznych na szczególną uwagę zasługują wyniki klasycznych badań niemieckich M ü n c h a (7), na podstawie których stwierdzono wyraźny związek między kształtującą żywicość drzew liczebnością pionowych przewodów żywicznych (y), znajdujących się na przekroju poprzecznym danego przyrostu rocznego o długości 1 cm, a szerokością tego przyrostu (x) (ryc. 1). Zależność tę M ü n c h określił nawet za pomocą wzoru:

$$y_b = 4x + 3$$

w którym: y_b — liczba pionowych przewodów żywicznych na 1 cm długości słoja rocznego liczona na przekroju poprzecznym (liczebność liniowa)
 x — przeciętna wielkość przyrostu rocznego wyrażona w mm.



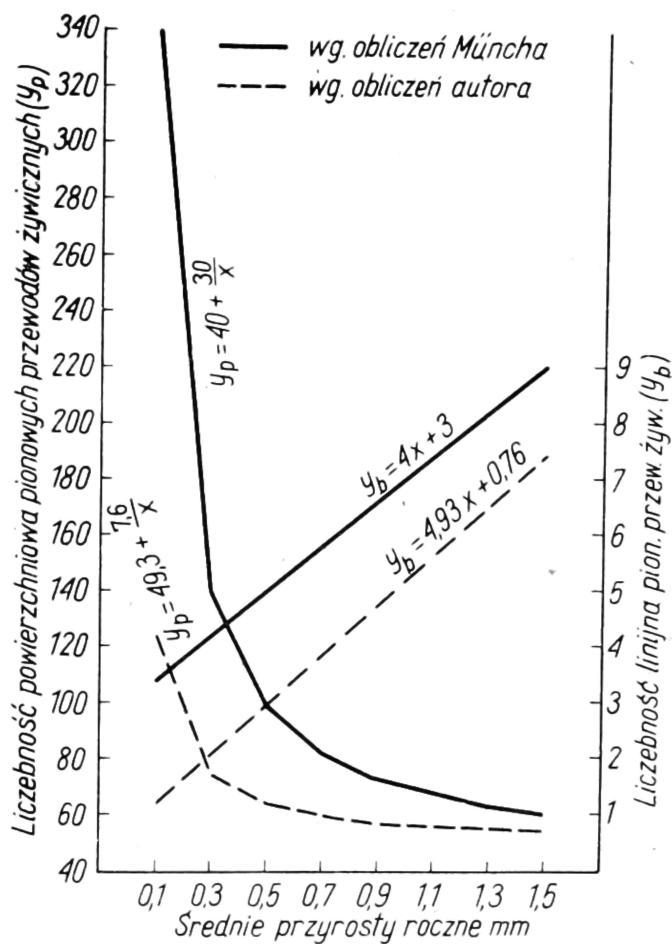
Ryc. 1. y — pionowe przewody żywiczne, x — szerokość przyrostów rocznych
1961—1965 — przyrosty roczne

Wychodząc z powyższej zależności autor ten obliczył z kolei liczebność pionowych przewodów żywicznych (y_p) przypadających na 1 cm² powierzchni przekroju poprzecznego pnia, czyli tzw. liczebność powierzchniową. Przy obliczaniu tej wartości przyjął założenie, że, biorąc w przybliżeniu, wszystkie znajdujące się w obrębie 1 cm² powierzchni słoje roczne są jednakowej szerokości (x mm) i że wskutek tego liczba tych słojev wynosi

10 : x. Ponieważ zaś, zgodnie z powyższym wzorem, w obrębie każdego centymetrowego odcinka przyrostu rocznego jest tych przewodów $4x + 3$ — w sumie na całej powierzchni 1 cm^2 powinno ich być $\frac{10}{x} (4x + 3)$, czyli po uproszczeniu:

$$y_p = 40 + \frac{30}{x} \text{ a według wzoru ogólnego } y = 10a + \frac{10b}{x}$$

Zgodnie z wyliczeniami tegoż autora, na powierzchni słoja rocznego o długości 1 cm i przeciętnej szerokości $x = 1 \text{ mm}$ znajduje się w drewnie sosny pospolitej około 7 przewodów żywicznych, natomiast na powierzchni



Ryc. 2. Wpływ szerokości przyrostu rocznego (x) na liczebność przew. żywicznych (y)

10 słoików (na 1 cm^2) jest tych przewodów ca 70. Zgodnie z wzorem pierwszym liczebność liniowa przewodów żywicznych jest tym większa im większy jest przyrost, natomiast liczebność powierzchniowa (wzór drugi) — tym większa im mniejszy jest przyrost roczny, przy czym w przypadku pierwszym zachodzi zjawisko regresji prostoliniowej, natomiast w przypadku drugim — regresji krzywoliniowej (ryc. 2).

Podobne badania przeprowadzili na terenie ZSRR — Szaternikowa (9), Kazanskij (5) i Dżaparidze (2). Wyliczenia ich różnią się niekiedy dość znacznie od wyliczeń Müncha. Według Szaternikowej dla sosny pospolitej rosnącej w okolicach Leningradu:

$$y_b = 3,2x + 2,4, \text{ a wyliczone z tego } y_p = 32 + \frac{24}{x}$$

Według Kazanskiego i Ponomariewa, dla sosny rosnącej na Uralu:

$$y_b = 4,75x + 0,25, \text{ i odpowiednio: } y_p = 47,5 + \frac{2,5}{x}$$

przy czym odchyłki uzyskanych przez tych autorów wartości empirycznych dochodziły według nich niekiedy nawet do 50%. Również Dżaparridze, na podstawie wyników badań nad sosną kaukaską, stwierdził dość dużą rozbieżność między wynikami własnymi oraz wymienionych wyżej autorów.

W związku z powyższym nasuwa się przypuszczenie, że istniejące różnice przypisać należy przede wszystkim odmiennym warunkom siedliskowym a także, być może, zmienności tych warunków w różnych okresach, w których jedno i drugie badania przeprowadzono. Można ponadto sądzić, iż podane wyżej wzory raczej określają zjawiska korelacji właściwe konkretnym badanym drzewostanom sosnowym w określonym wieku i wyrosłym w określonych warunkach środowiskowych.

Z taką interpretacją zagadnienia zgodne są zresztą wyniki późniejszych badań niemieckich opublikowane przez Stephana (8). Według tego autora liczebności liniowe pionowych przewodów żywicznych (y_b) zmieniają się zarówno w zależności od czynników klimatycznych, bonitacji siedliska a nawet — od klas biologicznych, do których poszczególne drzewa należą. Autor ten zaznacza, że zmianom liczebnościowym przewodów towarzyszą równoczesne wahania szerokości słoju rocznych. W tabeli 1 przedstawiono, dla ilustracji, obliczone przez Stephana wartości (Y_b), uporządkowane według wzrastających przeciętnych szerokości przyrostów rocznych (x).

Tabela 1

Liczba pionowych przewodów żywicznych na 1 cm długości słoja rocznego, według Stephana

| Nr pow. dośw. | Bonitacja siedliska | Szerokość słoju rocznie x mm | Liczebność liniowa | |
|---------------|---------------------|--------------------------------|--------------------|---------------|
| | | | $y_b = ax + d$ | $y_b = a + b$ |
| 1 | II/III | 0,48 | $0,49 + 2,45x$ | 2,94 |
| 2 | III | 1,26 | $3,95 + 2,54x$ | 6,49 |
| 3 | II/III | 1,28 | $0,26 + 3,81x$ | 4,07 |
| 4 | II | 1,58 | $4,87 + 1,76x$ | 6,63 |
| 5 | I/II | 1,63 | $0,24 + 7,55x$ | 7,79 |
| 6 | II | 1,95 | $4,10 + 3,38x$ | 7,48 |
| 7 | III/IV | 2,10 | $5,74 + 1,50$ | 7,24 |

Uwaga: wartości Y_b podano dla $x = 1$ mm

Mając na uwadze powyższe wywody, zwłaszcza w odniesieniu do prac nad klasyfikacją drzew i drzewostanów sosnowych pod względem ich wydajności żywicznej, postanowiono zagadnienie to przeanalizować dla warunków krajowych, a w szczególności scharakteryzować i określić bliżej zjawisko korelacji między liczebnością pionowych przewodów żywicznych a szerokością słoju rocznych. Stanowi to przedmiot niniejszej pracy.

Materiał doświadczalny do pracy zebrano w październiku 1965 r. w przeszło 100-letnim drzewostanie sosnowym (*P. silv. L.*) na terenie Leśnego Zakładu Doświadczalnego WSR w Murowanej Goślinie koło Poznania (nadm. Zielonka, leśn. Rakownia, oddz. 2a). W drzewostanie tym, którego opis taksacyjny zamieszczono w tab. 2, wyznaczono 180 drzew

Tabela 2

Opis siedliska i dane taksacyjne drzewostanu oraz drzew doświadczalnych

Nadleśnictwo Doświadczalne WSR — Zielonka,
Leśnictwo — Rakownia
Oddział 2a

Siedliskowy typ lasu oraz gosp. typ drzewostanu

LM — Teren falisty, gleba brunatna, piaski słabo gliniaste, średnio głębokie na glinie lekkiej, bądź też piaski świeże, głębokie.

Drzewostan — SO, Db, Bk (101—110)105 l miejscami Brz. Bonitacja II, zadrzewienie 0.7

Podrost — Db, Brz.

Podszyt — Czeremcha ameryk., jarzab., trn., głóg, bez koralowy, żarnowiec

Drzewa doświadczalne

| pierśnice | | liczba drzew | wysokość m | liczba drzew |
|----------------|--------|--------------|---------------|--------------|
| od — do cm | średn. | | | |
| 18—20 | 19 | 1 | 18 | 10 |
| 20—22 | 21 | 5 | | |
| 22—24 | 23 | 14 | 19 | 17 |
| 24—26 | 25 | 16 | | |
| 26—28 | 27 | 27 | 20 | 27 |
| 28—30 | 29 | 37 | | |
| 30—32 | 31 | 30 | 21 | 45 |
| 32—34 | 33 | 18 | | |
| 34—36 | 35 | 13 | 22 | 36 |
| 36—38 | 37 | 8 | | |
| 38—40 | 39 | 9 | 23 | 43 |
| 40—42 | 41 | 1 | | |
| 42—44 | 43 | 1 | 24 | 2 |
| razem drzew | | 180 | | 180 |

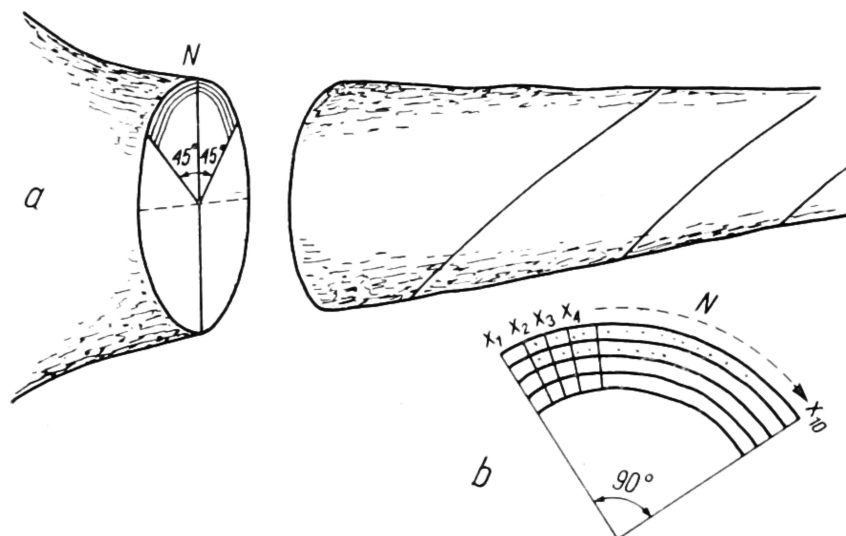
o strukturze pierśnic i wysokości charakteryzującej cały drzewostan. Na pniach tych drzew zaznaczono stronę północną, pomierzono pierśnice, a następnie drzewa te wycięto. Po ścięciu pomierzono wysokości drzew z dokładnością do 10 cm, a w następnej kolejności, z części odziomkowej każdego z nich odcięto po jednym krążku (ryc. 3a). Górne powierzchnie krążków dokładnie wygładzono i wyznaczono po obu stronach kierunku północnego 45-stopniowe wycinki. Wycinki te stanowiły podstawowy materiał doświadczalny (ryc. 3a).

Na wycinkach pomierzono z kolei bieżące długości (l) oraz przeciętne szerokości (x) poszczególnych słoików rocznych z lat 1961—1965. Przeciętne szerokości (x) danego przyrostu rocznego otrzymywano na podstawie sumy

pomiarów w dziesięciu równomiernie oddalonych od siebie punktach ($x_1 + x_2 + \dots + x_{10}$) podzielonej przez 10 (ryc. 3b).

Po wyliczeniu dla każdego z przyrostów rocznych powierzchni przekroju poprzecznego (lx) — przystąpiono do obliczenia pionowych przewodów żywicznych na tej powierzchni (Y), a następnie — do wyliczenia liczebności liniowej tych przewodów (Y_b) oraz liczebności powierzchniowej (Y_p). Wartości te obliczano oddzielnie na każdym ze 180 krążków i dla każdego rocznego przyrostu z ostatniego pięciolecia (1961—1965) zgodnie z wzorami:

$$y_b = \frac{y}{l} \quad \text{oraz} \quad y_p = \frac{y}{l \cdot x}$$



Ryc. 3. a — miejsce pobrania krążka oraz wycinka, b — sposób wyznaczenia przeciętnej szerokości badanego przyrostu rocznego

Obliczone liczebności przewodów, zarówno liniowe, jak i powierzchniowe — grupowano w szeregi rozdzielcze tablicy korelacyjnej, przyjmując wielkości przedziałów klasowych:

- dla przeciętnych szerokości słoików rocznych $i = 0,2$ mm,
- dla liniowej liczebności przewodów żywicznych $k_b = 1$ przewód,
- dla powierzchniowej liczebności przewodów żywicznych $k_p = 10$ przewodów.

Z kolei obliczono liniowe i powierzchniowe liczebności przewodów żywicznych jako wartości średnie dla całego materiału doświadczalnego, obejmującego wyniki ze 180 drzew oraz — dla grup drzew w poszczególnych przedziałach klasowych szerokości słoików rocznych.

Wyliczono również odchylenia standardowe (s), współczynniki zmienności (V), współczynniki korelacji prostoliniowej (r), łącznie z ich średnimi błędami (m_r), wskaźniki istotności korelacji (F_e) oraz równania regresji według ogólnego wzoru ($y = ax + b$).

WPLYW SZEROKOŚCI PRZYROSTU ROCZNEGO (x) NA LICZEBNOŚĆ LINIJNĄ PIONOWYCH PRZEWODÓW ŻYWICZNYCH (Y_b)

Wyniki przeprowadzonych badań świadczą o bardzo wyraźnym związku między wielkością przyrostu rocznego (x) a liczebnością pionowych przewodów żywicznych (y_b), przypadających na 1 cm długości tego przyrostu.

Na przykład przy zwiększeniu się przeciętnej szerokości przyrostu z 0,1 do 1,5 mm liczba przewodów żywicznych wzrastała:

| rok | wzrost liczby przewodów od — do |
|-------------------------|------------------------------------|
| 1961 | 1,5—9,0 |
| 1962 | 1,0—9,0 |
| 1963 | 1,3—8,0 |
| 1964 | 1,6—8,7 |
| 1965 | 1,7—9,2 |
| średnio z lat 1961—1965 | 1,5—9,0 |

(por. tab. 3)

Zgodnie z odpowiednimi wyliczeniami, związek między wielkością przyrostu rocznego a liczebnością liniową pionowych przewodów żywicznych można uważać za istotny i statystycznie udowodniony, przebieg zaś krzywych regresji w znacznym stopniu zbliżony do prostoliniowego (por. ryc. 4). Wskaźniki natężenia mocy korelacji (r) wyniosły od 0,748 w 1965 r. do 0,766 w 1962 r., średnio za pięciolecie — 0,697. Wartości empiryczne (F_e) świadczące o istotności związku — wahały się w granicach od 22,6 (1965) do 25,3 (1962), średnio 16,8 (1961—1965). Wartości te w porównaniu z minimalnymi wskaźnikami teoretycznymi (F_t), wynoszącymi: 3,9 (przy ufności 95%) oraz 6,8 (przy ufności 99%) — są bardzo wysokie i świadczą zdecydowanie o istotności związku. Mając na uwadze współczynnik determinacji ($100 \cdot 2$) można powiedzieć, że od 55,9 do 58,7, średnio 48,6% zmienności w liczebnościach pionowych przewodów żywicznych należy przypisać wpływowi zmian w indywidualnej szerokości przyrostów rocznych (por. tab. 4).

Równanie regresji dla poszczególnych lat i dla całego okresu o ogólnym wzorze $y_b = ax + b$ wyniosły:

| rok | wartość y_b |
|-------------------------|----------------|
| 1961 | $4,81x + 0,98$ |
| 1962 | $5,22x + 0,82$ |
| 1963 | $5,71x + 0,74$ |
| 1964 | $5,03x + 1,05$ |
| 1965 | $4,92x + 1,16$ |
| średnio z lat 1961—1965 | $4,93x + 0,76$ |

Zmieniające się z roku na rok parametry równań (a) oraz (b) świadczą o zachodzeniu niewielkich zmian w liczebnościach przewodów. Liczby tych przewodów na skrawku słoja rocznego o szerokości 1 mm i długości 10 mm — wahały się w granicach od 5,8 w 1961 r. do 6,4 w 1963 r., średnio 5,7 dla przyrostów z pięciu lat.

Wyliczone, z podanych wyżej równań regresji, teoretyczne liczebności przewodów żywicznych, przy wzroście przeciętnej szerokości przyrostu rocznego z 0,1 do 1,7 mm zwiększył się:

| rok | wzrost liczby przewodów od — do |
|------|------------------------------------|
| 1961 | 1,5— 9,2 |
| 1962 | 1,3— 9,7 |

| | |
|-------------------------|----------|
| 1963 | 1,3—10,4 |
| 1964 | 1,5— 9,6 |
| 1965 | 1,6— 9,5 |
| średnio z lat 1961—1965 | 1,3— 9,1 |

Tabela 3

Wpływ szerokości przyrostu rocznego (x) — na liczebność liniową pionowych przewodów żywicznych (y_b). Wartości empir.

| Przyrosty roczne (x) w milimetrach | | Liczebności liniowe pionowych przewodów żywicznych (y _b) | | | | | |
|------------------------------------|--------|--|------|------|------|------|----------------------|
| od - do | średn. | rok | | | | | przeciętna 1961—1965 |
| | | 1961 | 1962 | 1963 | 1964 | 1965 | |
| 0,1—0,2 | 0,1 | 1,5 | 1,0 | 1,3 | 1,6 | 1,7 | 1,5 |
| 0,2—0,4 | 0,3 | 2,7 | 2,3 | 2,7 | 2,5 | 2,7 | 2,5 |
| 0,4—0,6 | 0,5 | 3,5 | 3,4 | 3,4 | 3,7 | 3,7 | 3,4 |
| 0,6—0,8 | 0,7 | 4,2 | 4,4 | 4,8 | 4,5 | 4,6 | 4,4 |
| 0,8—1,0 | 0,9 | 5,4 | 5,6 | 5,8 | 5,2 | 5,3 | 5,5 |
| 1,0—1,2 | 1,1 | 6,3 | 6,2 | 7,7 | 7,0 | 6,5 | 6,1 |
| 1,2—1,4 | 1,3 | 7,1 | 8,1 | 8,3 | 8,7 | 8,0 | 7,3 |
| 1,4—1,6 | 1,5 | 9,0 | 9,0 | 8,0 | 8,7 | 9,2 | 9,0 |
| 1,6—1,8 | 1,7 | 9,0 | 9,0 | — | — | — | — |

Tabela 4

Charakterystyka statystyczna elementów przyrostu rocznego (x) oraz liczebności liniowej pionowych przewodów żywicznych (y_b)

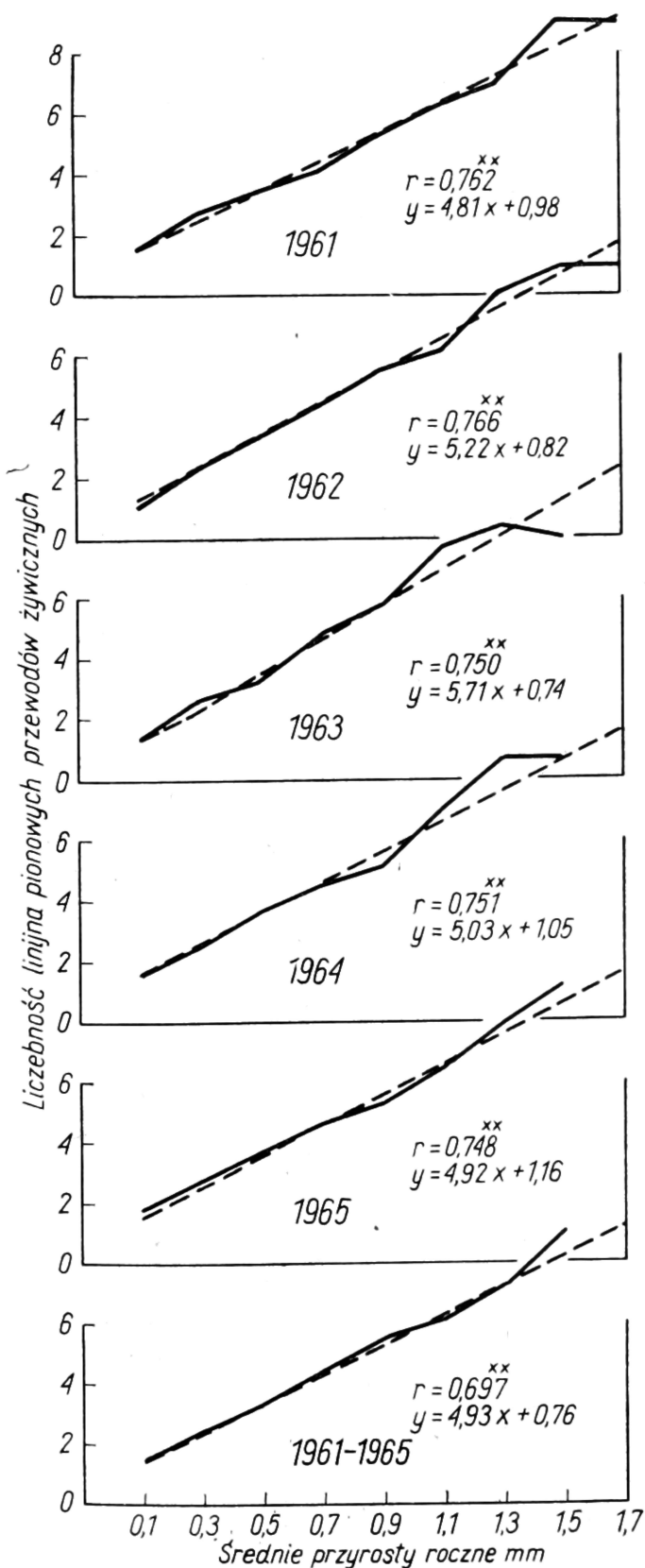
| Element pomiarowy | Sym-bol | Rok | | | | | przeciętna 1961—1965 |
|-----------------------------------|----------------------|-----------|-------|-------|-------|-------|----------------------|
| | | 1961 | 1962 | 1963 | 1964 | 1965 | |
| a) liczba wariantów | | 180 drzew | | | | | |
| b) średnie arytmetyczne | x | 0,84 | 0,74 | 0,63 | 0,64 | 0,69 | 0,75 mm |
| c) odchylenia standardowe | y | 5,0 | 4,7 | 4,3 | 4,3 | 4,5 | 4,5 p. |
| d) współczynniki zmienności | s _x | 0,28 | 0,27 | 0,24 | 0,26 | 0,29 | 0,24 mm |
| e) współczynniki korelacji | s _y | 1,8 | 1,8 | 1,8 | 1,7 | 1,9 | 1,7 p. |
| f) ich średnie błędy | V _x | 33,3 | 36,5 | 38,1 | 40,6 | 42,0 | 32,2 % |
| g) współczynniki determinacji | V _y | 35,5 | 39,6 | 42,2 | 40,9 | 41,6 | 38,3 % |
| h) wskaźniki istotności korelacji | ry _x | 0,762 | 0,766 | 0,750 | 0,751 | 0,748 | 0,697 |
| | m _r | 0,031 | 0,031 | 0,033 | 0,032 | 0,033 | 0,038 |
| | 100 · r ² | 58,06 | 58,70 | 56,20 | 56,40 | 55,90 | 48,58 |
| | F _{emp.} | 24,6 | 25,3 | 22,9 | 23,0 | 22,6 | 16,8 |

Uwaga: minimalne wskaźniki istotności korelacji F_{teoret.}, wynoszą przy 180 wariantach pomiarowych:

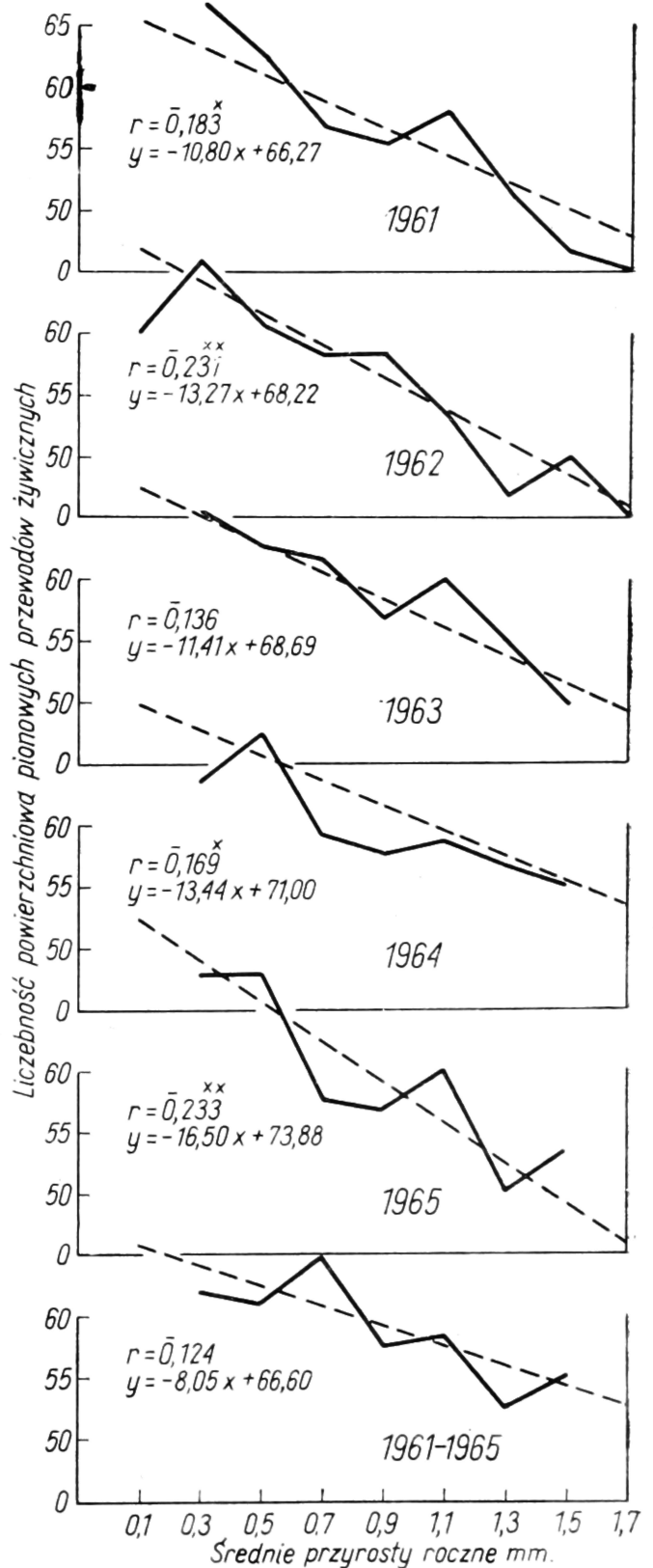
3,9 dla ufności 95%

6,8 dla ufności 99%

Określając zachodzące zmiany za pomocą odpowiednich wskaźników można dodać, że przy 17-krotnym wzroście przeciętnej szerokości słoja rocznego, liczebność linijna pionowych przewodów żywicznych, w kolejnych latach okresu 1961—1965, zwiększała się odpowiednio: 6,1, 7,5, 8,0, 6,4, 5,9 — a łączna w całym pięcioleciu — 7,0-krotnie.



Ryc. 4. Wpływ szerokości przyrostu rocznego (x) na liczebność linijną pion. przew. żywicznych



Ryc. 5. Wpływ szerokości przyrostu rocznego (x) na liczebność powierzchniową pionowych przewodów żywicznych (yp)

WPLYW SZEROKOŚCI PRZYROSTU ROCZNEGO (x) NA LICZEBNOŚĆ
POWIERZCHNIOWĄ PIONOWYCH PRZEWODÓW ŻYWICZNYCH (y_p)

Przyjmując za Münchem i Szaternikową założenie, że wszystkie, zwłaszcza ostatnio badane przyrosty roczne mają jednakową szerokość można by, podobnie jak to uczynili oni, określić korelację o charakterze krzywoliniowym za pomocą wzoru:

$$y_p = 49,3 + \frac{7,6}{x}$$

(por. równanie regresji dla 5-lecia). Zgodnie z powyższym założeniem, przy średniej szerokości słoja rocznego wynoszącej 1 mm — na przekroju poprzecznym o powierzchni 1 cm² powinno znajdować się ca 56,9 pionowych przewodów żywicznych.

W naszym przypadku — na podstawie analizy związków zachodzących między szerokością przyrostów rocznych i liczebnością powierzchniową przewodów żywicznych, przeprowadzonej oddzielnie dla każdego z pięciu ostatnich lat oraz łącznie dla całego pięciolecia — również udało się wykazać istnienie pewnej zależności. Tak więc, przy wzroście przeciętnej szerokości słoja rocznego od 0,3 do 1,5 mm — liczba pionowych przewodów żywicznych na 1 cm² powierzchni tego słoja zmniejszyła się:

| rok | spadek liczby przewodów od — do |
|-------------------------|------------------------------------|
| 1961 | 66,7—46,7 |
| 1962 | 65,8—50,0 |
| 1963 | 65,5—50,0 |
| 1964 | 63,5—55,0 |
| 1965 | 67,8—53,3 |
| średnio z lat 1961—1965 | 62,0—55,0 (por. tab. 5) |

Tabela 5

Wpływ szerokości przyrostu rocznego (x) — na liczebność powierzchniową pion. przewodów żywicznych (y_p). Wartości empir.

| Przyrosty roczne (x) w milimetrach | | Liczebności powierzchniowe pionowych przewodów żywicznych(y _p) | | | | | |
|---------------------------------------|--------|---|------|------|------|------|-------------------------|
| od—do | średn. | rok | | | | | przeciętna 1961—1965 |
| | | 1961 | 1962 | 1963 | 1964 | 1965 | |
| 0,1—0,2 | 0,1 | — | 60,0 | — | — | — | — |
| 0,2—0,4 | 0,3 | 66,7 | 65,8 | 65,5 | 63,5 | 67,8 | 62,0 |
| 0,4—0,6 | 0,5 | 62,4 | 60,7 | 62,9 | 67,4 | 67,8 | 61,1 |
| 0,6—0,8 | 0,7 | 56,7 | 58,3 | 61,6 | 59,2 | 57,8 | 64,9 |
| 0,8—1,0 | 0,9 | 55,5 | 58,6 | 57,0 | 57,7 | 56,8 | 57,6 |
| 1,0—1,2 | 1,1 | 58,0 | 53,3 | 60,0 | 58,8 | 60,0 | 58,1 |
| 1,2—1,4 | 1,3 | 51,4 | 47,0 | 55,0 | 56,7 | 50,0 | 52,5 |
| 1,4—1,6 | 1,5 | 46,7 | 50,0 | 50,0 | 55,0 | 53,3 | 55,0 |
| 1,6—1,8 | 1,7 | 45,0 | 45,0 | — | — | — | — |

Krzywe empiryczne ilustrujące przebieg regresji (ryc. 5) mimo dość znacznych wahań, wskazują raczej na ich prostoliniowy charakter. Natężenie mocy korelacji jest w tym przypadku znacznie słabsze i zawarte zaledwie w granicach od $-0,136$ (w 1963 r.) do $-0,233$ (w 1965 r.), średnio z pięciolecia $-0,124$. Świadczą zresztą o tym niskie empiryczne wartości (F_e), wahające się w granicach od 3,4 (w 1963 r.) do 10,2 (w 1965 r.) i wynoszące średnio (z lat 1961—1965) 2,8. W porównaniu z minimalnymi wartościami tabelarycznymi (F_t), wynoszącymi, jak już nadmieniano poprzednio, 3,9 przy ufności 95% i 6,8 przy ufności 99% — podane wyżej wartości empiryczne są stosunkowo niskie. Zgodnie z powyższym, mając na uwadze wielkość współczynnika determinacji ($100 \cdot r^2$), zaledwie 2—5, średnio 1,5% zmienność w liczebnościach pionowych przewodów żywicznych (y_p) można przypisać wpływowi zmian w indywidualnej szerokości przyrostów rocznych (x).

Mimo znacznie mniejszego natężenia mocy korelacji, wpływ szerokości słoików rocznych na liczebność powierzchniową pionowych przewodów żywicznych można uważać za statystycznie udowodniony. Wyjątek stanowią jedynie wyniki z 1963 r. oraz — wyniki średnie z całego pięciolecia (por. wartości F_e oraz F_t w tab. 6).

Tabela 6

Charakterystyka statystyczna elementów przyrostu rocznego (x) oraz liczebności powierzchni. pion. przewodów żywicznych (Y_b)

| Element pomiarowy | Symbol | Rok | | | | | przeciętna 1961—1965 | | |
|-----------------------------------|-----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|----------------------|----------|--|
| | | 1961 | 1962 | 1963 | 1964 | 1965 | | | |
| a) liczba wariantów | | 180 drzew | | | | | | | |
| b) średnie arytmetyczne | x y | 0,84 57,2 | 0,74 58,4 | 0,63 61,5 | 0,64 62,4 | 0,69 62,5 | 0,75 60,6 | mm p. | |
| c) odchylenia standardowe | s_x s_y | 0,28 15,4 | 0,27 15,6 | 0,24 18,8 | 0,26 19,1 | 0,29 18,7 | 0,24 15,7 | mm p. | |
| d) współczynniki zmienności | V_x V_y | 33,3 26,9 | 36,5 26,7 | 38,1 30,6 | 40,6 30,7 | 42,0 29,9 | 32,6 26,0 | % % | |
| e) współczynniki korelacji | r_{yx} | 0,183 | 0,231 | 0,136 | 0,169 | 0,233 | 0,124 | | |
| f) ich średnie błędy | m_r | 0,072 | 0,071 | 0,073 | 0,072 | 0,070 | 0,073 | | |
| g) współczynnik determinacji | $100 \cdot r^2$ | 3,35 | 5,34 | 1,85 | 2,86 | 5,43 | 1,54 | % | |
| h) wskaźniki istotności korelacji | F_{emp} | + | ++ | | + | ++ | | | |
| | | 6,2 | 10,0 | 3,4 | 5,2 | 10,2 | 2,8 | | |

Uwaga: minimalne wskaźniki istotności korelacji $F_{teoret.}$ wynoszą przy 180 wariantach pomiarowych:

3,9 dla ufności 95%
6,8 dla ufności 99%

W związku z powyższym, w celu porównania, obliczono również w ramach poszczególnych lat, a także łącznie dla całego okresu pięcioletniego, równania regresji prostoliniowej:

| rok | wartości y_p |
|-------------------------|-------------------|
| 1961 | $-10,80x + 66,27$ |
| 1962 | $-13,27x + 68,22$ |
| 1963 | $-11,41x + 68,69$ |
| 1964 | $-13,44x + 71,00$ |
| 1965 | $-16,50x + 73,88$ |
| średnio z lat 1961—1965 | $-8,05x + 66,60$ |

I tutaj parametry równań (a) i (b) zmieniają się z roku na rok a wyliczone z tych równań średnie liczebności przewodów żywicznych przypadające na 1 cm² powierzchni słoja rocznego o przeciętnej szerokości 1 mm — wynoszą od 54,9 (w 1962 r.) do 57,6 (w 1964 r.), średnio 58,5 (dla pięcioletnia).

Należy dodać, że wyliczone z równań bieżące liczebności przewodów żywicznych (y_p) — przy wzroście przeciętnej szerokości przyrostu rocznego (x) z 0,1 do 1,7 mm — zmniejszyły się:

| rok | zmniejszenie liczby przewodów od — do |
|-------------------------|--|
| 1961 | 65,2—47,9 |
| 1962 | 66,9—45,7 |
| 1963 | 67,5—49,3 |
| 1964 | 69,7—48,1 |
| 1965 | 72,2—45,8 |
| średnio z lat 1961—1965 | 65,8—52,9 |

Innymi słowy, przy 17-krotnym wzroście przeciętnej szerokości słoja rocznego, liczebność powierzchniowa pionowych przewodów żywicznych, w kolejnych latach 1961—1965, zmniejszyła się odpowiednio: 1,4, 1,5, 1,4, 1,4, 1,6 — a łącznie w całym pięcioleciu — 1,2-krotnie.

UZUPEŁNIAJĄCA CHARAKTERYSTYKA STATYSTYCZNA MATERIAŁU DOŚWIADCZALNEGO

W ramach ogólnej charakterystyki statystycznej badanego materiału pomiarowego należy jeszcze dodać, że szerokości przyrostów rocznych (x) obliczane oddzielnie dla poszczególnych lat, jako wartości średnie arytmetyczne (\bar{x}), każda ze 180 pomiarów indywidualnych (180 drzew), zawarte były w granicach od 0,63 mm w 1963 r. do 0,84 mm w 1961 r. Przeciętnie dla 5-letniego okresu szerokość ta wynosiła 0,75 mm.

Odchylenia standardowe (s_x) określające dyspersję poszczególnych wariantów indywidualnych wynosiły od 0,24 mm (1963 r.) do 0,29 mm (1965 r.), przeciętnie 0,24 mm.

I wreszcie współczynniki zmienności (v_x) wahały się w granicach od 33,3 (1961 r.) do 42,0% (1965 r.), przeciętnie 32,6% (tab. 3 i 5).

Odpowiadające im średnie arytmetyczne wartości liniowych liczebności

pioonowych przewodów żywicznych (\bar{y}_b) wynosiły odpowiednio od 4,3 (w 1963 i 1964 r.) do 5,0 (w 1961 r.), przeciętnie 4,5. Odchylenia standardowe (s_{yb}) zawarte były między 1,7 (w 1961 r.) i 1,9 (1965 r.), przeciętnie 1,7. Wreszcie współczynniki zmienności (v_{yb}) od 35,5 (w 1961 r.) do 42,2% (1963 r.), przeciętnie 38,3%.

Średnie arytmetyczne wartości powierzchniowych liczebności pionowych przewodów żywicznych (\bar{y}_p) wynosiły natomiast od 57,2 (w 1961 r.) do 62,5 (w 1965 r.), przeciętnie 60,6. Odchylenia standardowe (s_{yp}) od 15,4 (w 1961 r.) do 19,1 (1964 r.), przeciętnie 15,7. I w końcu współczynniki zmienności (v_{yp}) od 26,7 (w 1962 r.) do 30,7% (w 1964 r.), przeciętnie 26,0% (por. tab. 4 i 6).

LITERATURA

1. Clifford S., Schopmeyer and Philip R. Larson — Gum-Yield Tables For Slash and Longleaf Pine on Poorer Than Average Sites. Southeastern Forest Experiment Station, Asheville, North Carolina. Research Notes, Number 69, October 1954.
2. Дзпаридзе Л. И., Васильевская Л. М. — К анатомической характеристике кавкских сосен. „Труды Тифлиского Ботанического Института”, Т. 1, 1934.
3. Flotyński J. — O wynikach stosowania wstępnych nacięć powierzchni pnia u drzew sosny pospolitej (*P. silv. L.*) — w charakterze bodźców mechanicznych wpływających na wydajność żywicy (oddano do druku w Sylwanii 27.XI.1968 r.).
4. Iwanow L. A. — Биологические основы добычи терпентина в СССР. GosLesBumizdat, Moskwa—Leningrad, 1961.
5. Kazanskiy A. C. Ponomariyev A. N. — К анатомии смолных ходов уральской сосны, ели и лиственницы. „Труды Уральского Научного Лесопромышленного Института”, Вып. XI., Свердловск, 1932.
6. Mamontova W. D. — Смоляной аппарат кедра сибирского. „Труды Сибирского Лесотехнического Института”, сб. XI, вып.
7. Münch E. — Naturwissenschaftlichen Grundlagen der Kieferharznutzung. Arbeiten aus der Biolog. Reichsanstalt für Land und Forstwirtschaft, B. 10, H. 1, 1918.
8. Stephan G. — Untersuchungen über die Anzahl der Harzkanäle in Kiefern (*Pinus silvestris*). „Archiv für Forstwesen”, Bd. 16, H. 5, 1967.
9. Szaternikowa A. N. — Зависимость выходной у сосны от строения древесной и влияние сока на прирост и число смолных ходов. „Сборник Трудов ЦНИИЛХ. „Новые в подсосновом лесу”, No. 4, Leningrad, 1936.

Z Katedry Użytkowania Lasu WSR
w Poznaniu

Praca wpłynęła do Komitetu Redakcyjnego 11 czerwca 1970 r.

Краткое содержание

Авторы охарактеризовали связь возникающую между количеством вертикальных смоляных ходов и шириной годового прироста у сосны обыкновенной (*Pinus silvestris L.*) на основании исследований проведенных в 1965 г. на территории Лесного Опытного Хозяйства Высшей Сельскохозяйственной Школы — Зеленка в Мурованой Госьлине около г. Познань.

Наблюдения показали, что количество этих ходов зависит в значительной степени от ширины годового прироста и вместе с ним может представлять один из более практических показателей производительности смолы в сосновых насаждениях.

Summary

The authors described the relationship between the number of vertical resin canals and width of annual increments in Scots pine (*Pinus silvestris* L.) based on studies carried out in 1965 on the area of the Experiment Forest, Higher School of Agriculture — Zielonka at Murowana Goślina near Poznań.

Observations revealed that the number of these canals to a serious extent depends upon the width of annual increment and jointly with it may provide one of practical indices of resin characteristics for pine stands.