

ZBIGNIEW STECKI

## Studia nad zmiennością i dynamiką wzrostu siewek i wegetatywnie mnożonych mieszańców topoli

I. Wstęp . . . . .	283
II. Przegląd literatury . . . . .	285
III. Materiał i metody . . . . .	288
IV. Badania własne . . . . .	293
1. Rody a standardy . . . . .	294
2. Siewki i powstałe z nich klony . . . . .	299
3. Porównanie klonów pomiędzy sobą . . . . .	305
a. Wysokości i średnice . . . . .	305
b. Przyrosty wysokości i średnic . . . . .	311
V. Dyskusja . . . . .	315
VI. Wnioski . . . . .	323

### I. WSTĘP

Współczesna hodowla roślin oparta jest na celowym wykorzystaniu zjawiska naturalnej zmienności organizmów żywych. W zespole zabiegów hodowlanych można wyróżnić dwa następujące po sobie i zespolone procesy, krzyżowania i selekcji. Pierwszy z tych zabiegów ma na celu świadome rozszerzanie zakresu zmienności populacji, dostarczenie hodowcy nowych, interesujących z ekonomicznego punktu widzenia form. Drugi dąży do zacieśnienia zmienności niektórych cech populacji do skali pożądanej przez człowieka. Związek pomiędzy jednym i drugim rodzajem działania polega na tym, że krzyżowanie może odbywać się z wyraźną tendencją do uzyskania zwężonej skali zmienności niektórych cech. Przy dobrej znajomości materiału wyjściowego, metod hodowli i wyników dotychczasowych badań w tej dziedzinie można z pewnym przybliżeniem przewidywać zakres zmienności poszukiwanych cech i już w procesie krzyżowania dokonywać selekcji przez odpowiedni dobór rodziców.

W hodowli topoli można wyróżnić dziś dwa kierunki, różniące się sposobem podchodzenia do tych zjawisk. Jeden z nich reprezentuje głównie Istituto di sperimentazione per la pioppicoltura w Casale Monferrato, we Włoszech oraz ściśle z nim spokrewnione hodowle, francuska, jugo-



słowiańska i węgierska. Podstawowym materiałem wyjściowym dla selekcji są tam mieszańce z wolnego zapylenia. Specyficzne warunki siedliskowe oraz obecność dość licznych drzew z gatunków północno-amerykańskich sprawiają, że we Włoszech i na południu Francji pojawiają się często spontaniczne mieszańce topoli o dużej zmienności, należące do grupy tzw. euroamerykańskiej. W tych warunkach, decydującą rolę dla wyników hodowli odgrywa selekcja (M a y [14]).

W odróżnieniu od tego kierunku szereg krajów europejskich posiada szeroko rozwiniętą hodowlę topoli z podrodzaju *Eupopulus*, opartą na sztucznym krzyżowaniu, wykonywanym głównie w obrębie sekcji *Aigeiros*. Mniej wykonuje się krzyżowań pomiędzy sekcjami *Aigeiros* i *Tacamahaca*, a najmniej w tej ostatniej. Ogólnie jednak, ten kierunek hodowli dąży do wzbogacania zmienności drogą sztucznego krzyżowania. Używa się do tego celu form, które w przyrodzie nie mają szans na zetknięcie się i wydanie mieszańcowego potomstwa. Przeprowadza się bowiem w sztuczny sposób kombinacje gatunków oddalonych od siebie pod względem systematycznym lub też występujących w odległych regionach geograficznych.

Zdarza się, że w wyniku sztucznych krzyżowań, niektóre zestawienia par rodzicielskich okazują się wyjątkowo korzystne dla hodowli i zasługują na wyróżnienie. Przykładem jest rola *P. maximowiczii* Henry, jaką odegrała ona w zestawieniu z różnymi partnerami w hodowli amerykańskiej i polskiej (w Kórniku). (B u g a ła i S t e c k i [4]; P o h l [16]).

Hodowla i selekcja topoli wymagają jednak bardzo wiele miejsca, kosztów i pracy. Świadczą o tym dwie podobne liczby. S c h r e i n e r i S t o u t [19] prowadzili selekcję na około 13 000 sztuk mieszańców. W hodowli kórnickiej materiał wyjściowy, pochodzący z krzyżowania liczył około 11 000 siewek. Przy takich ilościach badanych siewek poszczególne rody są też stosunkowo liczne, a co za tym idzie, reprezentują dużą zmienność różnych cech. Dla potrzeb selekcji konieczną jest znajomość, w jakim stopniu wzrost zmienności uzależniony jest od liczebności próby z populacji. Należy się bowiem liczyć z tym, że od pewnej liczebności granicznej, nadzieje na zwiększenie szans selekcji mogą stać się niewspółmiernie małe w stosunku do poniesionych kosztów i przeznaczonego pod uprawę obszaru.

Selekcja drzew mnożących się bardzo łatwo na drodze wegetatywnej opiera się na założeniu, że klon wegetatywny powinien z najwyższą dokładnością powtarzać cechy morfologiczne i fizjologiczne drzewa, z którego pochodzi. Z przeglądu literatury w rozdziale II wynika, że to przesądzenie nadające cały sens selekcji topoli, poparte jest bardzo niewielką ilością dowodów. Dotyczą one zresztą głównie cech morfologicznych drzew lub ich organów (np. liści). Argumentów na ścisłe podobieństwo wzrostu poszczególnych drzew lub średniej z klonu wegetatywnego i jego drzewa matecznego brak prawie zupełnie.



Na zmienność cech morfologicznych i fizjologicznych topoli, jak i drzew każdego innego gatunku składają się elementy dziedziczne i siedliskowe (wzór 1).

$$V_p = V_h + V_e \quad (1)$$

W przypadku klonów genetyczny składnik sumy ( $V_h$ ) wynosi 0. Jednolita uprawa jakiegoś klonu topoli reprezentuje zatem wyłącznie zmienność wywołaną przez siedlisko ( $V_e$ ). Posadzenie obok siebie rodu mieszańca topoli i jakiegoś znanego klonu daje zatem szansę rozłożenia ogólnej wariancji mieszańca na jej składniki, dziedziczny i środowiskowy. W następstwie można przeprowadzić kalkulację stopnia tzw. „odziedziczalności” ( $h^2$ ).

Praca niniejsza ma na celu określenie zmienności rodów mieszańców w zależności od ich różnej liczebności i wieku, porównanie zmienności środowiskowej klonów ze zmiennością ogólną (rodów), określenie przydatności stosowania klonów wegetatywnych do obliczania wskaźnika odziedziczalności ( $h^2$ ) i przeprowadzenie analizy podobieństwa dynamiki wzrostu siewek mieszańców i rozmnożonych z nich klonów.

## II. PRZEGLĄD LITERATURY

Porównywanie rytmu wzrostowego różnych mieszańców topoli znajduje odbicie w najnowszej literaturze dotyczącej tego rodzaju. Poszczególni autorzy zajmują się następującymi tematami:

- a) wynikami wzrostu różnych klonów uprawnych w doświadczeniach porównawczych,
- b) selekcją mieszańców na podstawie badania rytmu wzrostowego,
- c) rytmem wzrostowym niektórych odmian w ciągu sezonu wegetacyjnego,
- d) zależnością pomiędzy rytmem wzrostowym i innymi cechami wegetatywnie mnożonych drzew a miejscem na drzewie matecznym, z którego pobrano zrzesy do mnożenia (*topophysis*).

Publikacje dotyczące pierwszego tematu mają bardzo często charakter praktyczny. Przytaczanie wszystkich opracowań tego typu miałyby się z celem niniejszej pracy. Warto jedynie zwrócić uwagę na pracę E s c h n e r a [7], który przytacza wyniki wzrostu 50 różnych nowych klonów mieszańców *P. maximowiczii* ze względu na porównanie z wynikami uzyskanymi w Kórniku. Najlepszy jego mieszańiec, NE-50 (*P. maximowiczii* × *P. berolinensis* Dipp.) osiągnął po 9 sezonach wegetacyjnych w zachodniej Wirginii (USA) około 15,2 m wysokości i 15 cm średnicy. Jest to wynik jak najbardziej porównywalny z wynikami uzyskanymi w Polsce.



Do grupy tej zaliczyć można jeszcze dwie inne prace (Meiden [15]; Röhrig [17], które będą jednak omówione w związku z inną tematyką w dalszych częściach tego rozdziału lub w dyskusji.

Próby ujęcia selekcji mieszańców (siewek) w pewne prawidła na podstawie ich rytmu wzrostowego podejmowane były przede wszystkim w Kórniku (Białobok [2]; Stecki [23]). W różnych rodach mieszańców dokonywano na podstawie wzrostu i innych cech z nim skorelowanych, podziału na grupy jakościowe, a następnie śledzono przesunięcia drzew z grupy do grupy. Stopniowe awansowanie drzew do grup wyższych jest miarą wartości selekcyjnej poszczególnych drzew. Stecki [23] dokonuje ponadto porównania wzrostu badanych mieszańców generatywnych z wegetatywnie mnożoną *P. cv. 'Robusta'*.

Duże zróżnicowanie wyników wzrostu w poszczególnych latach, na które wskazuje wiele prac (m. in. wspomniane wyżej) skłoniło niektórych autorów do analizy rytmu wzrostowego w ciągu sezonu wegetacyjnego i prób powiązania ostatecznych wyników wzrostu z układem czynników pogodowych w ciągu wiosny i lata. Pracę taką wykonał m. in. Broekhuizen [3]. Jego wyniki przemawiają za jak najsilniejszym powiązaniem wzrostu drzewa z układem pogody w okresie, w którym wzrost się odbywa, a nie jak to usiłowali sugerować inni autorzy, z pogodą lat poprzednich. Do bardzo podobnych wyników dochodzi Kopecky [11]. Domański [5] znajduje korelację pomiędzy przyrostami a temperaturą w pierwszej części sezonu wegetacyjnego.

Podobnym tematem, ale dla zupełnie odmiennych celów zajmują się Schröck i Stern [21]. Stosując krzywą wzrostową Backmana dla drzew, sugerują oni zbieżność rytmu wzrostowego sezonów wegetacyjnych z rytmem wzrostowym drzewa w ciągu jego całego życia. Praca miała przysłużyć się do wczesnego testowania i oceniania możliwości wzrostowych badanych drzew.

Szereg cech klonu wegetatywnego zależy ma od miejsca pobrania zrzezu z drzewa. Zjawisko to nosi nazwę *topophysis* (ew. „topofyzis”), zaproponowaną w 1926 r. przez Molischa. Interesujący przyczynek daje tu May [14], który zwraca uwagę na duże różnice w morfologii kory identycznych klonów topoli w zależności od tego, z którego miejsca na drzewie pobrano zrzezy. Powiązaniem tego zjawiska ze wzrostem zajmował się Schröck [20], który pobierał zrzezy z tzw. „pijawek”, z różnych miejsc na pniu jednego egzemplarza *P. berolinensis*. Wykazał on różnice we wzroście jedno i dwuletnich sadzonek uzyskanych w ten sposób. Praca ta jednak obciążona jest poważnymi błędami metodycznymi, których autor nie mógł uniknąć, a które osłabiają wartość przytoczonych wyników.

Szereg autorów omawiając współczesną hodowlę topoli wskazuje na konieczność stałego poszerzania listy uprawianych odmian. Albienski [1] daje temu wyraz w swoim sprawozdaniu. W Związku Radziec-



kim występują, według niego, oba wymienione we wstępie kierunki hodowli topoli i oba służą jednemu wspólnemu celowi, uzyskiwaniu nowych, przydatnych dla gospodarki mieszańców. Potrzebę takich prac podkreślają dobitnie Larsen [12, 13], Stecki [23] i Seitz i Sauer [22]. Podstawowym argumentem we wszystkich wspomnianych publikacjach jest to, że mieszańce powinny być wyhodowane i wyselekcjonowane na obszarze ich przyszłej uprawy, aby posiadały możliwie najwyższy stopień przystosowania do warunków klimatycznych. Warto zwrócić uwagę, że nawet Meiden [15] omawiając wyniki uprawy różnych topoli w Holandii, mającej przecież szereg własnych, udanych odmian z doskonałą *P. cv. 'Gelrica'* Houtz, na czele, podkreśla konieczność wzbogacenia listy uprawnych odmian przez hodowlę i selekcję.

Równocześnie jednak trudno doszukać się w literaturze dokładnych danych o wroście wyselekcjonowanych siewek i rozmnożonych z nich klonów wegetatywnych. Istnieje raczej milczące założenie, że wegetatywne potomstwo jednej siewki, wybranej ze względu na jej szybki wzrost na wysokość lub grubość, musi posiadać tę samą cechę. Przyjmując teoretyczną słuszność takiego założenia, w oparciu o genetyczną jedność siewki i powstałego z niej klonu, należy stwierdzić, iż brak jest w literaturze opracowań dotyczących tego tematu.

Topola przy całej swej łatwości do mnożenia wegetatywnego nie została do tej pory wykorzystana należycie do bardzo ważnego, z teoretycznego punktu widzenia, badania stopnia odziedziczalności ( $h^2$ ). W podręcznikach genetyki drzew leśnych zajmuje się szerzej tą sprawą Wright [23] (zobacz też wzór 1 w rozdziale 1), ale szczegółowe prace, oparte na założeniach genetyki populacyjnej wykonywali przede wszystkim Japończycy (Toda [24, 25]; Toda i inni [26]; Sakai i Hatakeyama [18] i to głównie na rodzaju *Cryptomeria*, chociaż ostatnia z tych publikacji [18] dotyczy również topoli. Ogólne założenie tych prac polega na przyrównywaniu zmienności środowiskowej, reprezentowanej przez klon wegetatywny, do zmienności ogólnej, reprezentowanej przez drzewa mnożone generatywnie, jak np. drzewostan naturalnego pochodzenia. Warto jednak zaznaczyć, że ostatnia z wymienionych prac idzie w kierunku dalszego uproszczenia metod obliczania wskaźnika  $h^2$ , poprzez określenie zmienności środowiskowej bez mnożenia wegetatywnego drzew.

W tej sytuacji wydaje się być dziwnym, że porównanie wzrostu siewek i klonów dokonane zostało obok szydlicy, również na dość trudnych do mnożenia wegetatywnego drzewach z rodzaju *Picea* (Kleinschmidt [10]). O ile bowiem szydlicę można porównywać do topoli ze względu na łatwość mnożenia wegetatywnego, o tyle świerk jest pod tym względem na pewno jednym z trudniejszych drzew. Praca Kleinschmidta dostarczyła w dodatku wyników niezgodnych z hipotezą o podobieństwie rytmu wzrostowego. Dopiero szczegółowa analiza wieku drzewek, z których autor pobierał materiał do mnożenia wegetatywnego, pozwoliła



niecو dokładniej zinterpretować uzyskane rezultaty, tak że nie stały one w rażącej sprzeczności z założeniem o zgodności rytmu wzrostowego siewek i ich wtórnego potomstwa wegetatywnego.

W literaturze polskiej, przykładową pracę o obliczaniu  $h^2$  na topolach wykonali Giertych i Siwecki [9]. Posługiwali się oni jednorocznym materiałem. Wyniki dotyczące zdolności ukorzeniania nie budzą zastrzeżeń, natomiast do oceny odziedziczalności wzrostu, przytoczone pomiary jednorocznych sadzonek nie są wystarczające. Praca ma jednak, przede wszystkim poważne znaczenie metodologiczne, jako pierwsza i jak do tej pory jedyna w polskim piśmiennictwie dotyczącym drzew.

Wspomniane już podobieństwo prac nad rodzajem *Cryptomeria* i nad topolami wymaga bardziej szczegółowego omówienia. Toda [24, 25] porównywał zmienność drzewostanu naturalnego, powstałego z nasion ( $V_p$ ), ze zmiennością innej uprawy, powstałej w drodze wegetatywnej. W myśl teoretycznych założeń, uprawa ta powinna reprezentować wyłącznie zmienność środowiskową ( $V_e$ ). Autor jednak lojalnie zaznacza, że jego przykładowe obliczenia obciążone są następującymi nieścisłościami:

a) Uprawa wegetatywna rośnie w innym miejscu niż drzewostan. Wynika stąd nie dająca się skontrolować nierówność środowiskowego składnika zmienności ogólnej drzewostanu (nazwijmy go  $V_{e_1}$ ) ze zmiennością uprawy ( $V_{e_2}$ ). Można jedynie przyjąć, że  $V_{e_1} \approx V_{e_2}$ .

b) Uprawa wegetatywna, nie posiada w pełni udokumentowanego pochodzenia od jednego drzewa. Na jej zmienność może się zatem składać także pewien (choć z pewnością niewielki) składnik genetyczny. Zachodzi tu potrzeba zmiany symboliki, poprzez oznaczenie  $V_{p_1}$  — jako zmienności ogólnej (fenotypowej) dla drzewostanu i  $V_{p_2}$  — jako zmienności ogólnej dla uprawy. Przy obliczaniu genetycznego składnika zmienności (wzór 1) ogólna formuła przybierze według Tody następującą postać dopasowaną do tego przypadku:

$$\Delta V_p = V_{p_1} - V_{p_2} \quad (2)$$

a jeżeli założymy identyczność warunków środowiska, to wyrażenie to będzie dalej równe  $V_{h_1} - V_{h_2}$ . Przy możliwie małych wartościach zmienności genetycznej w uprawie wegetatywnej (udowodnionym pochodzeniu od jednego drzewa)  $\Delta V_p \rightarrow V_{h_1}$ , które należało obliczyć. Ponieważ zaś mamy tu do czynienia z gatunkiem, który mnożymy w przyszłości wegetatywnie obliczamy z kolei iloraz:

$$h^2 = \frac{V_{h_1}}{V_{p_1}} \quad (3)$$

który daje nam tylko oddziedziczalność „sensu lato” (Wright [28]).

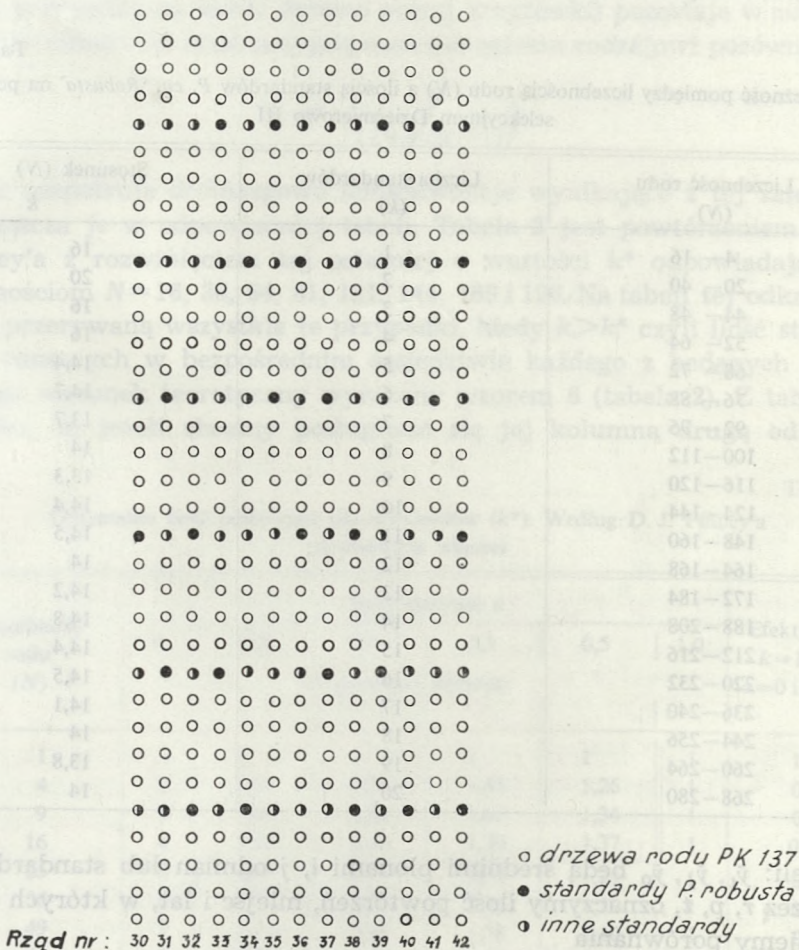
### III. MATERIAŁ I METODY

Mieszance topoli pochodzące z kontrolowanego zapylenia sadi się na pola selekcyjne. Zasady, według których zakładano te pola, zostały podane w jednej z poprzednich prac (Stecki [23], s. 165—166). Ze względu na dalsze obliczenia i rozważania należy szerzej omówić punkty 3, 5 i 6



wspomnianych zasad. Mówią one o zastosowaniu standartów znanych gatunków i odmian do porównania z rodami mieszańców.

Rody mieszańców posadzone są rzędami liczącymi po 34 drzewa. Po każdym 4 drzewach mieszańca posadzono jako piąte jeden ze standartów. Były to *P. alba*, *P. tremula*, *P. canescens* pochodzące z siewek oraz na polu selekcyjnym Dziećmierowo III klon *P. cv. 'Robusta'* (rys. 1). Zachowano taką przemienność występowania poszczególnych gatunków



Rys. 1. Przykład rozmieszczenia mieszańców i standartów na polu selekcyjnym w Dziećmierowie

i odmian, że standardy tego samego gatunku nie występują nigdy w bezpośrednim sąsiedztwie. Z takiego rozmieszczenia drzew wynika zależność pomiędzy liczebnością badanego rodu mieszańca a ilością rosnących w bezpośrednim sąsiedztwie standartów dowolnego gatunku (odmiany). Zależ-



ność tę ilustruje tabela 1. Z tabeli tej wynika, że przy odpowiednio licznych rodach na każde 14 drzew krzyżówki przypada jeden standard  $\left(\frac{N}{k} \approx 14\right)$ .

Pojedyncze drzewa mieszańców topoli można traktować jako nowe klony, reprezentowane na razie tylko przez jeden egzemplarz. Finney [8] w swej pracy rozpatruje następujące dwie możliwości porównania badanych nowych odmian:

Tabela 1

Zależność pomiędzy liczebnością rodu ( $N$ ) a ilością standardów *P. cv. 'Robusta'* na polu selekcyjnym Dzieńmierowo III

Liczebność rodu ( $N$ )	Liczba standardów ( $k$ )	Stosunek $\frac{N}{k}$
4— 16	1	16
20— 40	2	20
44— 48	3	16
52— 64	4	16
68— 72	5	14,4
76— 88	6	14,7
92— 96	7	13,7
100—112	8	14
116—120	9	13,3
124—144	10	14,4
148—160	11	14,5
164—168	12	14
172—184	13	14,2
188—208	14	14,8
212—216	15	14,4
220—232	16	14,5
236—240	17	14,1
244—256	18	14
260—264	19	13,8
268—280	20	14

Jeżeli:  $\bar{y}_i, \bar{y}_j, \bar{y}_0$  będą średnimi plonami  $i, j$  odmian lub standardu (0), przez  $r, p, t$ , oznaczymy ilość powtórzeń, miejsc i lat, w których dokonujemy porównania

$k$  — będzie oznaczać ilość powtórzeń standardu na każdą jednostkę nowej odmiany

a komponenty wariancji  $\sigma_{VE}^2$  oraz  $\sigma_e^2$  będą tak oznaczone dla odmian i dla błędu, to porównanie pomiędzy nowymi odmianami i standardem wyrazi się za pomocą wzoru

$$V(\bar{y}_i - \bar{y}_0) = 2\sigma_{VE}^2 + \frac{\sigma_e^2}{rpt} \left(1 + \frac{1}{k}\right) \quad (4)$$



a porównanie wyłącznie nowych odmian pomiędzy sobą

$$V(\bar{y}_i - \bar{y}_j) = 2\sigma_{VE}^2 + \frac{\sigma_e^2}{rpt} \quad (5)$$

Po pewnych rozważaniach Finney zwraca uwagę, że porównania pierwszego rodzaju mają znaczenie dużo większe niż drugie i proponuje zastosowanie wagi = 1 dla pierwszych i wagi =  $\alpha$  dla drugich, przy czym  $0 \leq \alpha \leq 1$ . Ilość standardów przypadających na każdą nową odmianę (w naszym przypadku na każde drzewo nowej krzyżówki) pozostaje w następującej zależności od wagi przypisywanej drugiemu rodzajowi porównań:

$$k^* = \left( \frac{N}{1 + \alpha(N-1)} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (6)$$

Autor rozpatruje drobiazgowo konsekwencje wynikające z tej zależności i streszcza je w odpowiedniej tabeli. Tabela 2 jest powtórzeniem tabeli Finney'a z rozwinięciem tej ostatniej o wartości  $k^*$  odpowiadające liczebnościom  $N=16, 36, 64, 81, 121, 144, 169$  i  $196$ . Na tabeli tej określono linią przerywaną wszystkie te przypadki, kiedy  $k > k^*$  czyli ilość standardów rosnących w bezpośrednim sąsiedztwie każdego z badanych rodów spełnia warunek teoretyczny wyrażony wzorem 6 (tabela 2). Z tabeli tej wynika, że jeżeli chcemy posługiwać się jej kolumną drugą od lewej

Tabela 2

Optymalna ilość powtórzeń dla standardów ( $k^*$ ). Według D. J. Finney'a  
(rozwinięcie własne)

Liczebność rodu ( $N$ )	Przy wartości $\alpha$						Efektywność $k=1$ przy $\alpha=0$ i $\sigma_{VE}^2=0$
	0	0,01	0,1	0,3	0,5	1,0	
	$k^*$ powinno wynosić						
1	1	1	1	1	1	1	1,00
4	2	1,97	1,75	1,45	1,26	1	0,90
9	3	2,89	2,24	1,63	1,34	1	0,80
16	4	3,72	2,52	1,70	1,37	1	0,73
25	5	4,49	2,71	1,75	1,39	1	0,69
36	6	5,16	2,82	1,76	1,39	1	0,66
49	7	5,75	2,91	1,78	1,40	1	0,64
64	8	6,26	2,94	1,79	1,40	1	0,62
81	9	6,68	3,00	1,80	1,40	1	0,61
100	10	7,09	3,03	1,80	1,40	1	0,60
121	11	7,41	3,04	1,80	1,40	1	0,59
144	12	7,71	3,06	1,81	1,41	1	0,58
169	13	7,93	3,08	1,81	1,41	1	0,58
196	14	8,16	3,09	1,81	1,41	1	0,57
400	20	8,95	3,13	1,82	1,41	1	0,55
$\infty$	—	10,00	3,16	1,83	1,41	1	0,50



strony, czyli dokonywać wyłącznie porównań badanych drzew ze standardami, bez przymusowego porównywania drzew pomiędzy sobą, liczebność populacji badanej musi przekraczać 144 drzewa. Pierwszą dopuszczalną liczbą z tej kolumny jest 169.

Należy szczególnie podkreślić, że w poprzedniej pracy (Stecki [23]) badano zagadnienie koniecznej liczebności populacji inną metodą. Po podzieleniu badanych rodów na grupy według stopni pewnej wybranej cechy (np. gęstości ugałęzienia) uzyskiwano niekiedy grupy o przymusowo małej liczebności (np. 8 sztuk zamiast planowanych 10 lub 15 zamiast 20). Jeden z wniosków wspomnianej pracy sformułowany jest następująco: „8. Do prawidłowego przeprowadzenia analiz wzrostu i cech z nim związanych, badane rody powinny liczyć nie mniej niż 150 drzew każdy”.

Wniosek ten znajduje poważne potwierdzenie w przedstawionych wyżej wynikach (tabela 2).

Do porównań i dalszych analiz użyto w niniejszej pracy rody mieszańców zestawione w tabeli 3.

Tabela 3  
Zestawienie rodów mieszańców objętych badaniami

PK nr	Praca rodzicielska	Pole selekcyjne	Ilość siewek	
			1956/7	1964
10	<i>P. wobstii</i> × <i>P. berolinensis</i>	Kórnik	7	4
13	<i>P. maximowiczii</i> × <i>P. berolinensis</i>	Kórnik	12	4
14	<i>P. maximowiczii</i> × <i>P. trichocarpa</i>	Kórnik	61	27
26	<i>P. angulata</i> × <i>P. berolinensis</i>	Kórnik	48	13
127	<i>P. maximowiczii</i> × <i>P. laurifolia</i>	Dziemierowo	125	84
130	<i>P. angulata</i> × <i>P. berolinensis</i>	Dziemierowo	233	142
137	<i>P. pyramidalis</i> × <i>P. nigra</i>	Dziemierowo	391	279

Liczebność rodów zależała od stojącego do dyspozycji materiału szkółkarskiego. Po posadzeniu na pola selekcyjne ilość drzew malała z upływem czasu na skutek różnych ubytków. W latach 1964 i 1965 wykonano na polach nr III i IV w Dziemierowie cięcia prześwietlające w nadmiernie zagęszczonych plantacjach. Z tych przyczyn, przy wszystkich zestawieniach podano liczebność drzew objętych aktualnymi badaniami. Liczby te mogą być różne od publikowanych gdzie indziej liczb wyjściowych dla poszczególnych rodów.

Wśród badanych rodów prowadzono selekcję mieszańców. Niektóre drzewa, wybrane jako „bardzo dobre” (Stecki [23]) rozmnożono wegetatywnie przez zrzezy i posadzono w szkółce. Z drzew tych założono w roku 1957 doświadczenie porównawcze w Kórniku.

Doświadczeniem objęto 8 klonów posadzonych w 10 powtórzeniach po jednym drzewie w każdym powtórzeniu (metoda zwana single tree plot).



Przy zakładaniu doświadczeń w następnych latach i z innymi klonami przyjęto już inny rodzaj postępowania. Zrzesy zebrane z wyselekcjonowanych drzew używano tylko do wyhodowania pni matecznych, z których dopiero pobierano zrzesy i hodowano sadzonki do doświadczeń porównawczych. Postępowanie takie podyktowane jest przez dwie przyczyny. Pobieranie zrzesów z drzewa daje w wyniku materiał niejednorodny co do grubości i przede wszystkim żywotności, dający w efekcie nierówne ilości sadzonek poszczególnych klonów o małym stopniu wyrównania. Założenie matecznika wyrównuje częściowo ten materiał pod względem fizjologicznym i pozwala na hodowanie sadzonek z dostatecznym nadmiarem, tak że założenie doświadczenia nie napotyka na ograniczenia z powodu zbyt małych ilości materiału. W ten sposób założono w 1958 roku doświadczenie z 10 klonami w Dzieńmierowie. Doświadczenie to ma 6 powtórzeń, a na każdym poletku rosną 4 drzewa w więźbie  $3 \times 3$  m, czyli każdy klon reprezentowany jest przez 24 drzewa.

Przedmiotem analiz w dalszych częściach pracy są wysokości i średnice badanych drzew, klonów wegetatywnych i rodów mieszańców lub też przyrosty wysokości i średnic w poszczególnych latach.

W pracy posługiwano się, w zależności od potrzeb, obliczeniami wariancji, standardowego odchylenia i współczynnika zmienności i analizą wariancyjną. Dla potrzeb analizy wariancyjnej zachodziła niekiedy konieczność obliczenia jednej brakującej wartości. Wszystkie te obliczenia wykonano techniką zalecaną przez podręczniki (Elandt [6]; Weber [27]). Kontrolę istotności różnic przeprowadzono testem Duncana, a istotności stosunków badanych wariancji testem Fishera. Normalność rozkładów sprawdzano za pomocą testu  $\chi^2$ .

W pewnych przypadkach podejmowano próby obliczenia genetycznego składnika wariancji. Na jego podstawie można wyliczyć współczynnik odziedziczalności pewnych cech, który określa wzór 7.

$$h^2 = \frac{V_h}{V_h + V_e} = \frac{V_h}{V_p} \quad (7)$$

Obliczoną tym sposobem odziedziczalność należy rozumieć „sensu lato” (Wright [28]; Toda [24, 25] i inni autorzy), gdyż w przypadku drzew mnożonych z pokolenia  $F_1$  wegetatywnie nie zachodzi potrzeba rozbijania genetycznego składnika wariancji ogólnej na dalsze komponenty (addytywne i nieaddytywne).

#### IV. BADANIA WŁASNE

W części badawczej niniejszej pracy wykonano trzy zasadnicze rodzaje porównań. Pierwsze dotyczą rodów generatywnych i rosnących wśród nich klonów standardów. Drugimi porównaniami objęto pojedynczo wybrane mieszańce (siewki) i powstałe z nich klony wegetatywne. W trzeciej części porównano poszczególne klony pomiędzy sobą w doświadczeniu połowym z powtórzeniami.



## 1. RODY A STANDARDY

Na podstawie analizy tabel 1 i 2 określono na tej ostatniej wszystkie te przypadki, kiedy pola selekcyjne spełniają warunek  $k > k^*$  czyli liczba standardów rosnących rzeczywiście na polu przewyższa obliczoną teoretycznie. Liczby te leżą na prawo i w dół od linii przerywanej wkreślonej do tej tabeli. Począwszy od liczebności rodu leżącej pomiędzy 144 a 169, ilość standardów jest wystarczająco duża by można było dokonywać uzasadnionych porównań pomiędzy nimi a mieszańcami generatywnymi. W pracy dotyczącej selekcji (Stecki [23]) wykonano takie porównanie, wykorzystując standard *P. cv. 'Robusta'* jako miernik wartości pojedynczych drzew w populacji. Średnie zbioru standardów z całego pola selekcyjnego (95 sztuk) były jednak tak dalece wyższe od średnich dla poszczególnych badanych tam rodów, że nie można było dokonać ich porównania. Ten wynik przemawiał za przypuszczeniem, że zmienność klonu jest wydatnie mniejsza od zmienności rodu.

Wykonano próbę zestawienia zmienności paru badanych rodów ze zmiennością standardów. W tym celu zestawiono wariancję ( $\sigma^2$ ) średnic i wysokości trzech najliczniejszych rodów w tabeli 4. W tabeli tej podjęto od razu próbę rozłożenia zmienności ogólnej (rodów) na środowiskową (klonów) i generatywną + resztę, wynikającą z odjęcia pierwszej od drugiej. Należało tu z konieczności przyjąć następujące przesłanki:

1. Składnik zmienności siedliska wyrażony przez wariancję *P. cv. 'Robusta'* przyjmuje się za reprezentatywny dla różnych rodów, niezależnie od ich pochodzenia.

2. Występujące na obszarze całego pola selekcyjnego różnice siedliskowe nie wpływają znacząco na wzrost zmienności standardu, gdyż pole jest dość wyrównane.

Pierwsza przesłanka jest nieunikniona, gdyż trudno zakładać pola selekcyjne ze specjalnie dobranymi dla rozmaitych rodów standardami, choć teoretycznie takie doświadczenie jest możliwe. Przyjęto zatem, że zmienność siedliskowa jest u topoli różnego pochodzenia dość podobna. Omówienie drugiej przesłanki i jej analiza podane zostaną niżej.

Jak wynika z tabeli na przykładzie podanych rodów, zmienność standardów przewyższa w większości przypadków zmienność rodów mało licznych. Zmienność rodów liczniejszych bywa niekiedy większa, niekiedy mniejsza od zmienności klonu. Tej dwuznaczności osiągniętego wyniku należy zawdzięczać, że nie podjęto próby obliczania wskaźnika odziedziczalności  $h^2$  na podstawie wzoru 7. Wyników, w których wystąpiła niedorzeczna z matematycznego punktu widzenia ujemna wariancja genetyczna nie dało się bowiem wytłumaczyć tylko przez małą liczebność badanych rodów. Rozwiązania zagadnienia należało szukać poprzez rozważenie następujących możliwości:

1. Porównanie rodów rosnących na poszczególnych odcinkach pola ze zbiorem standardów rosnących na całym polu zawiera błąd, który należy usunąć w inny sposób (przesłanka 2).

2. Ogólna przewaga średnic dla standardów nad średnimi dla rodów jest przy-

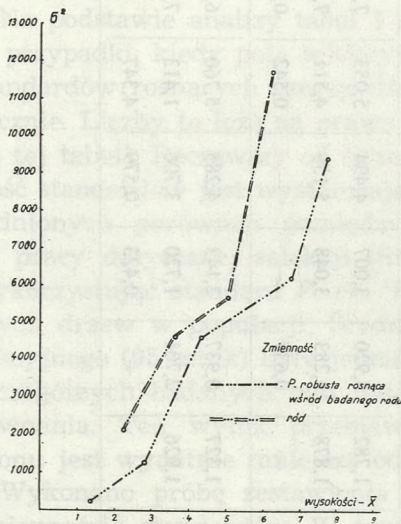


Tabela 4

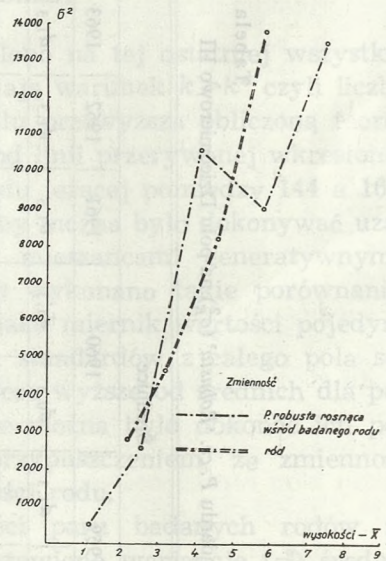
Porównanie zmienności siewek ( $\sigma_G^2$ ) trzech badanych rodów i zmienności klonu standardu *P. cv. 'Robusta'* ( $\sigma_E^2$ ) na polu Dziećmierowo III

PK nr	Zmienność	Wysokości				Średnice								
		1957	1958	1959	1960	1957	1958	1959		1960		1961	1962	1963
		<i>h</i>	<i>h</i>	<i>h</i>	<i>h</i>	<i>d</i> <sub>0,3</sub>	<i>d</i> <sub>0,3</sub>	<i>d</i> <sub>0,3</sub>	<i>d</i> <sub>1,3</sub>	<i>d</i> <sub>0,3</sub>	<i>d</i> <sub>1,3</sub>	<i>d</i> <sub>1,3</sub>	<i>d</i> <sub>1,3</sub>	<i>d</i> <sub>1,3</sub>
127	$\sigma_G^2$	2898,7	4838,6	8290,1	13947,6	0,774	2,657	3,534	2,637	4,928	4,322	5,876	10,266	11,944
	$\sigma_E^2$	2723,0	10607,0	9092,2	13317,0	1,460	3,730	4,640	3,850	8,620	6,630	9,740	14,660	9,750
	$\sigma_H^2$	175,7	—	—	630,6	—	—	—	—	—	—	—	—	2,194
130	$\sigma_G^2$	2116,0	4522,6	8602,5	11859,2	0,634	1,505	2,074	1,782	3,920	3,007	4,494	5,053	7,182
	$\sigma_E^2$	1443,6	4601,3	6248,6	9373,9	0,488	1,823	2,365	1,878	3,283	3,048	5,159	4,511	7,116
	$\sigma_H^2$	672,4	—	2353,9	2485,3	0,146	—	—	—	0,637	—	—	0,542	0,066
137	$\sigma_G^2$	1069,3	3335,0	4563,0	8172,2	0,457	2,146	1,500	1,327	0,937	2,143	4,285	5,760	6,708
	$\sigma_E^2$	2102,8	4535,0	6252,3	8591,8	0,609	1,951	1,911	1,926	2,701	1,720	3,706	1,413	7,070
	$\sigma_H^2$	—	—	—	—	—	0,195	—	—	—	0,423	0,579	4,347	—

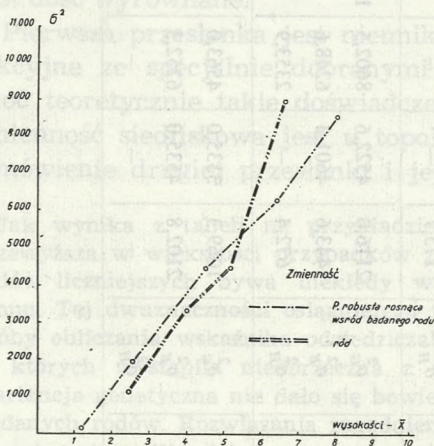




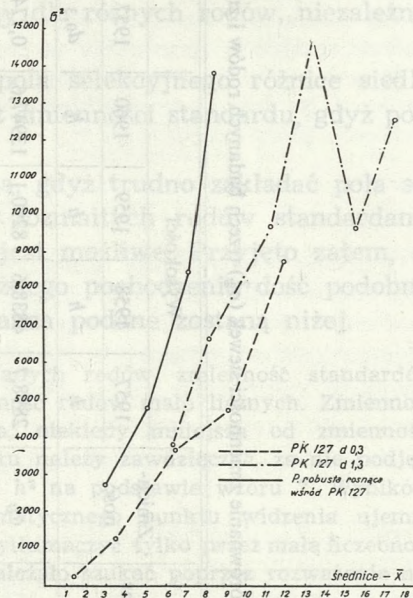
Rys. 2. Zmienność wysokości rodu PK 130 i *P. cv. 'Robusta'* rosnącej wśród tego rodu w latach 1958—1962



Rys. 3. Zmienność wysokości rodu PK 127 i *P. cv. 'Robusta'* rosnącej wśród tego rodu w latach 1958—1962



Rys. 4. Zmienność wysokości rodu PK 137 i *P. cv. 'Robusta'* rosnącej wśród tego rodu w latach 1958—1962



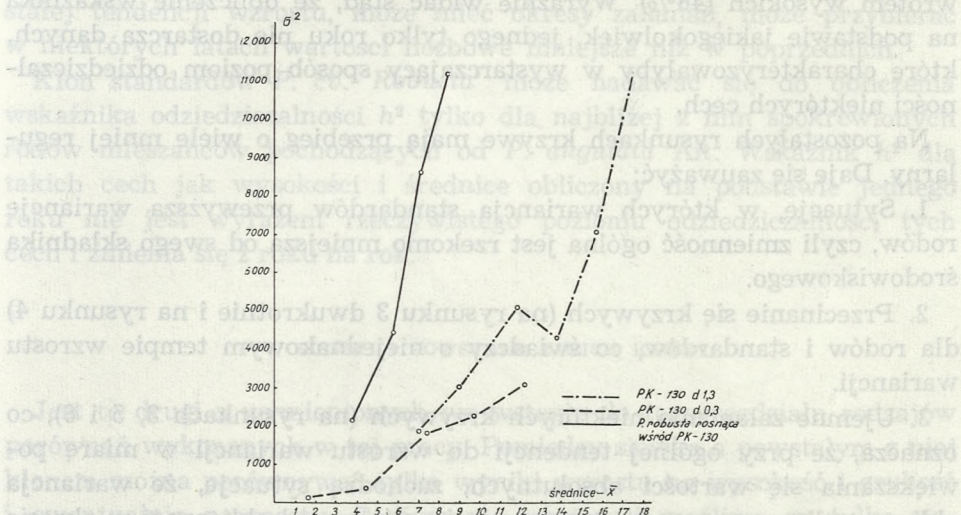
Rys. 5. Zmienność średnic na poziomie 0,3 m (—) i 1,3 m (— · — · —) rodu PK 127 i średnic na poziomie 1,3 m *P. cv. 'Robusta'*



czyną, że wariancja tych ostatnich jest mniejsza. Wiadomo bowiem, że ze wzrostem absolutnych wartości liczbowych zbioru również liczbowy wyraz wariancji jest większy.

Obie ewentualne przyczyny błędu starano się usunąć w następnych analizach. Obliczano wyłącznie zmienność standardów rosnących w bezpośrednim sąsiedztwie drzew każdego z badanych rodów. Ze względu na przesłanki Finney'a wyrażone w tabeli 2 badania musiały zostać ograniczone do wystarczająco licznych rodów: PK 130, PK 137 i warunkowo PK 127 (125 sztuk). Problem przewagi wymiarów absolutnych standardów nad rodami można rozwiązać różnymi sposobami. Jednym z najbardziej znanych jest obliczanie współczynnika zmienności, przez podzielenie pierwiastka kwadratowego z wariancji przez średnią arytmetyczną i wyrażenie wyniku w procentach (Elandt [6]; Weber [27]). Dla celów niniejszej pracy jest to jednak sposób mało przydatny, gdyż wariancja zostaje zastąpiona tam przez inną, zupełnie abstrakcyjną wartość nie nadającą się do obliczania wskaźnika  $h^2$ .

Podjęto zatem próbę innego obiektywizowania różnych wariancji bez rezygnacji z ich realnego charakteru, a z uwzględnieniem dużych różnic występujących pomiędzy średnimi z klonów i rodów. Rysunki 2, 3, 4, 5 i 6 są przykładem prób graficznego rozwiązania zagadnienia. Na osi odciętych odłożono na nich średnie arytmetyczne danej cechy, a na osi rzędnych wariancję tej cechy w umownych jednostkach. Nakreślone krzywe dają obraz wariancji jako funkcji średnich wymiarów uzyskiwanych przez zbiór standardów lub rodów. Krzywe nakreślono w oparciu o punkty załamania, odpowiadające latom, w których dokonano pomiarów. W ten sposób dokonano przesunięcia w czasie, to znaczy porównuje się rody ze standardami nie na podstawie wyników z danego roku, a na



Rys. 6. Zmienność średnic na poziomie 0,3 m (— · — · — ·) i 1,3 m (— · — · — ·) rodu PK 130 i średnic na poziomie 1,3 m P. cv. 'Robusta'

podstawie jednakowych średnich. Na linii pionowej wyprowadzonej z dowolnego punktu na osi  $x$  (z dowolnej średniej) można odczytać zmienności rodów odpowiadające danej średniej (rysunki 2—6).



Tylko na rysunku 2 zmienność rodu PK 130 przewyższa zawsze zmienność standardów. Udział różnicy pomiędzy obiema wariancjami (czyli składnik kontrolowany genetycznie) zmienia się jednak bardzo przy różnych średnich. Dla przykładu obliczono na jego podstawie  $h^2$  w kilku punktach (tabela 5).

Tabela 5  
Wartości wskaźnika odziedziczalności ( $h^2$ ) u PK 130 obliczone w różnych latach

$\bar{x}$ (w m.)	$\sigma_k^2$	$\sigma_r^2$	$\sigma_r^2 - \sigma_k^2$	$\frac{\sigma_r^2 - \sigma_k^2}{\sigma_r^2} = h^2$
3	17,0	38,0	21,0	$\frac{21,0}{38,0} = 0,5526$
4	40,0	50,0	10,0	$\frac{10,0}{50,0} = 0,2000$
5	50,0	55,0	5,0	$\frac{5,0}{55,0} = 0,0910$
6	58,0	108,0	50,0	$\frac{50,0}{108,0} = 0,4629$

Wartości  $h^2$  zmieniają się jak widać od wysokich (55<sup>0</sup>/o zmienności kontrolowanej jest przez czynniki dziedziczne) do niskich (20<sup>0</sup>/o i 9<sup>0</sup>/o) i z powrotem wysokich (46<sup>0</sup>/o). Wyraźnie widać stąd, że obliczenie wskaźnika na podstawie jakiegokolwiek, jednego tylko roku nie dostarcza danych, które charakteryzowałyby w wystarczający sposób poziom odziedziczalności niektórych cech.

Na pozostałych rysunkach krzywe mają przebieg o wiele mniej regularny. Daje się zauważyć:

1. Sytuacje, w których wariancja standardów przewyższa wariancję rodów, czyli zmienność ogólna jest rzekomo mniejsza od swego składnika środowiskowego.

2. Przecinanie się krzywych (na rysunku 3 dwukrotnie i na rysunku 4) dla rodów i standardów, co świadczy o niejednakowym tempie wzrostu wariancji.

3. Ujemne załamania niektórych krzywych (na rysunkach 3, 5 i 6), co oznacza, że przy ogólnej tendencji do wzrostu wariancji w miarę powiększania się wartości absolutnych, zachodzą sytuacje, że wariancja obliczona dla pewnego okresu może być mniejsza od obliczonej w okresie poprzedzającym. To ostatnie zjawisko zasługuje na omówienie w związku z jednym z wniosków poprzedniej pracy (Stęcki [23]). Aczkolwiek przedstawione wykresy wiążą wariancję nie z wiekiem, lecz ze średnimi wymiarami uzyskiwanymi przez badane rody i klony, to jednak punktami załamań krzywych są odpowiednie lata. Zmniejszanie się wariancji jest



następstwem specyficznych warunków klimatycznych, które oddziaływały na badane rośliny w danym roku. Wniosek 11 we wspomnianej pracy brzmi: „lata korzystne dla wzrostu topoli różnicują rody generatywne, lata niekorzystne powodują zacieranie różnic pomiędzy drzewami w obrębie rodów”. Jak widać na niektórych rysunkach, także *P. cv. 'Robusta'* podlega podobnym wahaniom wariacji w zależności od układu czynników pogody. Trzeba też dodać, że w zależności od pochodzenia rodziców różnych rodów lub klonów mieszańcowych, zupełnie inne lata należy uznać za „korzystne” co zresztą zostało również sformułowane we wspomnianej pracy.

Streszczając krótko wyniki rozważań tej części pracy możemy stwierdzić:

• Klon *P. cv. 'Robusta'* użyty w charakterze standardu reprezentuje bardzo dużą zmienność cech wysokości i średnic, przewyższającą zmienność wielu rodów generatywnych. Przyczyny nie dadzą się wyjaśnić tylko przez to, że średnie rozmiary uzyskiwane przez klon są istotnie większe od średnich dla porównywanych rodów. Próba zredukowania różnic wymiarów przez porównywanie wariacji nie w czasie, a na podstawie jednakowych średnich też dała w większości wypadków wynik negatywny.

• Różnice w pochodzeniu klonu i poszczególnych rodów sprawiają, że reakcja na czynniki pogodowe różnych lat jest dla każdego rodu i dla klonu inna i na ogół nieporównywalna. Klon podlega tym samym prawidłom, które stwierdzono dawniej dla rodów, tzn. jego wariacja, przy stałej tendencji wzrostu, może mieć okresy załamań, może przybierać w niektórych latach wartości liczbowe mniejsze niż w poprzednich.

Klon standardów *P. cv. 'Robusta'* może nadawać się do obliczenia wskaźnika odziedziczalności  $h^2$  tylko dla najbliższej z nim spokrewnionych rodów mieszańców pochodzących od *P. angulata* Ait. Wskaźnik  $h^2$  dla takich cech jak wysokości i średnice obliczony na podstawie jednego roku nie jest wyrazem rzeczywistego poziomu odziedziczalności tych cech i zmienia się z roku na rok.

## 2. SIEWKI I POWSTAŁE Z NICH KLONY

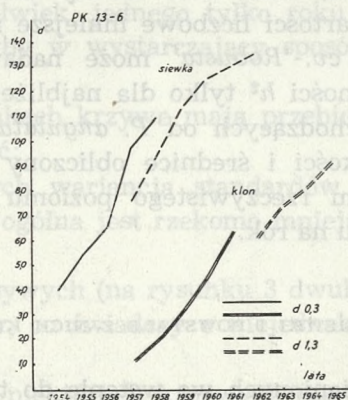
Jest to drugi z wymienionych we wstępie do tego rozdziału rodzajów porównań wykonanych w tej pracy. Pomiędzy siewką a powstałym z niej klonem można porównywać tylko wyniki wzrostu na wysokość i grubość i ewentualnie przyrosty. Porównania wariacji możliwe są tylko pomiędzy zbiorem siewek (rodem) a jednym lub kilkoma zbiorami sadzonek wegetatywnych (klonami). Jest to poważna trudność metodyczna, która zostanie omówiona poniżej.

Na rysunkach 7—9b przedstawiono krzywe wzrostu średnic kilku wybranych siewek i rozmnożonych z nich klonów. Na rysunku 7 mamy



siewkę i klon 13—6, który jest mieszańcem pary rodzicielskiej *P. maximowiczii* × *P. berolinensis*. Zestaw ten powtórzono w Kórniku dwukrotnie w latach 1950 i 1955 jako PK 13 i PK 125. Mimo tego, że jest to powtórzenie znanej kombinacji Schreiner a Stouta [19], która wydała tak wartościowe klony, jak *P. cv. 'Oxford'*, *P. cv. 'Geneva'*, *P. cv. 194* i *P. cv. 277* oraz tego, że *P. maximowiczii* w zestawieniu z innymi partnerami męskimi dała w Kórniku bardzo dobre rezultaty krzyżowania, krzyżówki PK 13 i PK 125 nie posiadają siewek, które zasługiwałyby na wyróżnienie. Również jako całość, obie te krzyżówki ustępują pod względem tempa przyrostu innym krzyżówkom *P. maximowiczii* (Bugala i Stecki [4]; Stecki [23]; Pohl [16]). W PK 13 wybrano początkowo drzewo nr 6 i rozmnożono je wegetatywnie umieszczając w doświadczeniu porównawczym w Kórniku. Mierzono początkowo średnice na poziomie 0,3 m nad ziemią, a po upływie pewnego czasu zaczęto mierzyć „piersnice” (1,3 m nad ziemią). Obie średnice są w wysokim stopniu skorelowane ( $r=0,92$  — Stecki [23]), więc wynik pierwszych i drugich pomiarów można zestawiać na tych samych rysunkach.

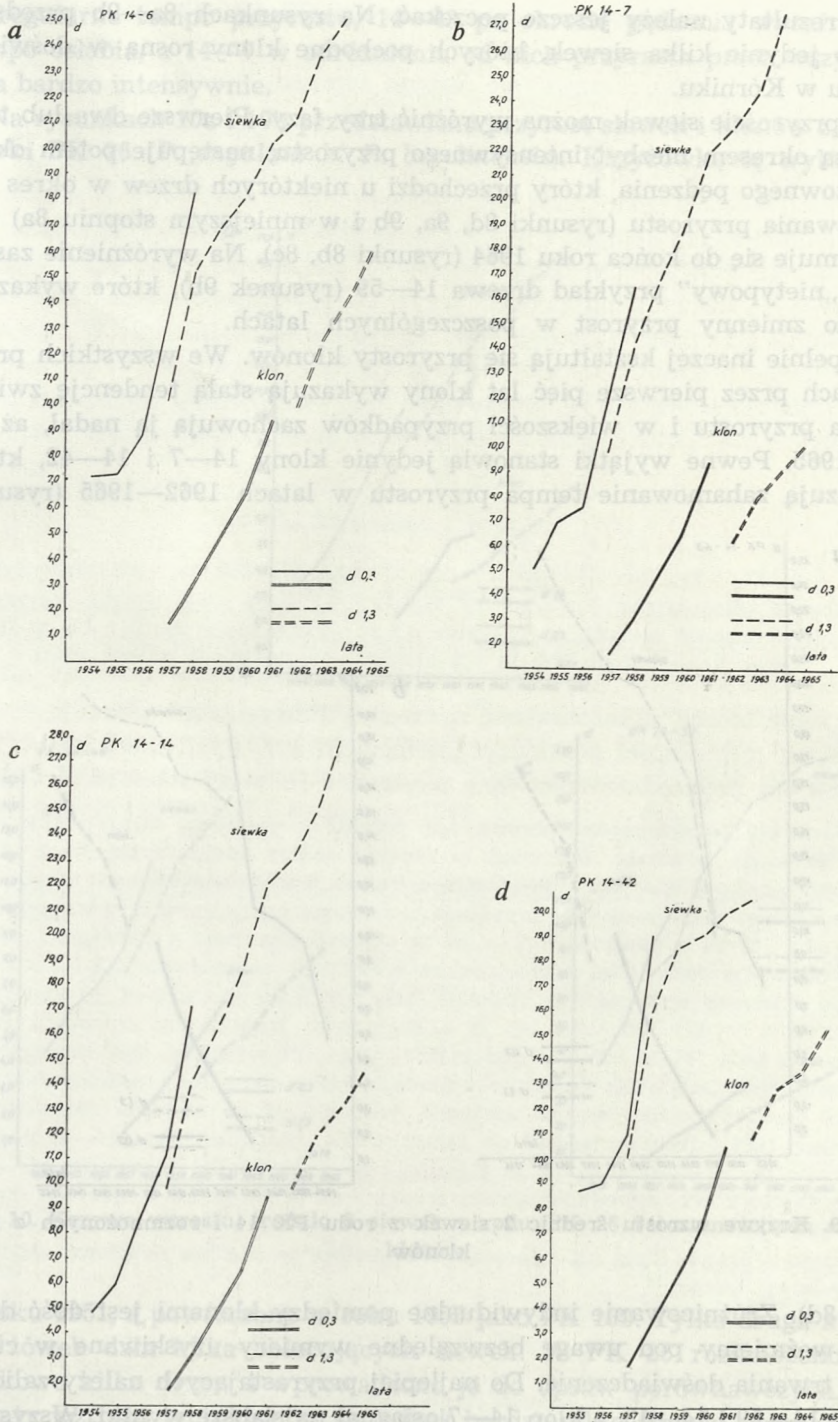
Jak widać z rysunku 7, tempo przyrostu średnicy siewki było początkowo bardzo wysokie, najwyższe w roku 1957, a potem gwałtownie zmalało. Drzewa klonu wykazują ogólnie słabe tempo przyrostu. Jak to się okaże w następnym rozdziale są one jednym z najwolniej rosnących w doświadczeniu w Kórniku. Pomiędzy krzywymi przyrostu siewki i klonu brak jest wyraźnego podobieństwa.



Rys. 7. Krzywa wzrostu średnicy siewki PK 13—6 i rozmnożonego z niej klonu

Pozostałe siewki i klony przedstawione na rysunkach 8a—9b pochodzą z krzyżówki PK 14, *P. maximowiczii* × *P. trichocarpa* (Bugala i Stecki [4]), która odpowiada klonom Schreiner a *P. cv. 'Androscoggin'* i *P. cv. 275*. Jest to, w odróżnieniu od poprzedniej, bardzo udana krzyżówka. Wybrano z niej szereg drzew do mnożenia wegetatywnego. Powstałe w ten sposób klony umieszczono już w kilku doświadczeniach porównawczych, na któ-





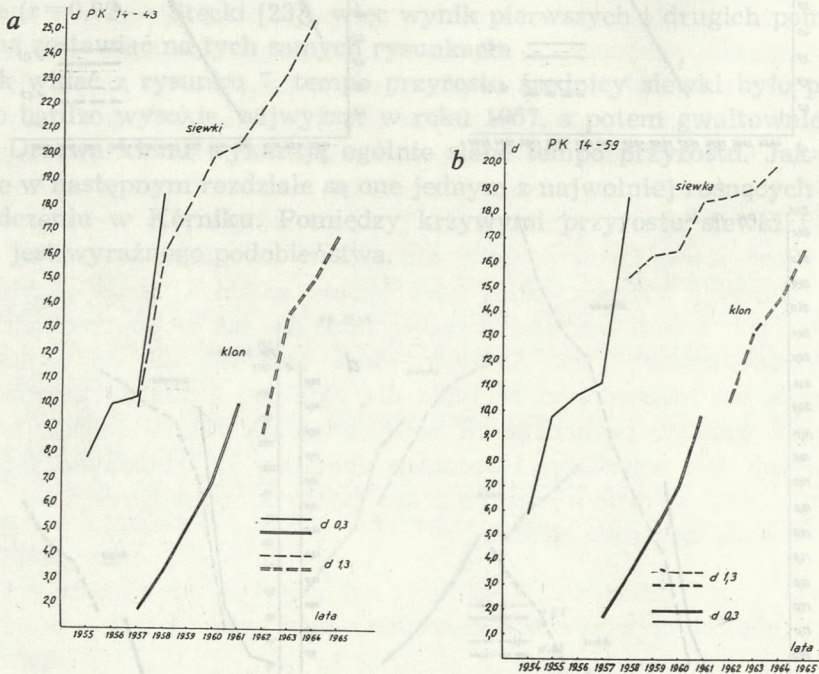
Rys. 8. Krzywe wzrostu średnic 4 siewek z rodzaju PK 14 i rozmnożonych z nich klonów



rych rezultaty należy jeszcze poczekać. Na rysunkach 8a—9b przedstawiono jedynie kilka siewek, których pochodne klony rosną w doświadczeniu w Kórniku.

W przyroście siewek można wyróżnić trzy fazy. Pierwsze dwa lub trzy lata są okresem niezbyt intensywnego przyrostu, następuje potem okres gwałtownego pędzenia, który przechodzi u niektórych drzew w okres zahamowania przyrostu (rysunki 8d, 9a, 9b i w mniejszym stopniu 8a) lub utrzymuje się do końca roku 1964 (rysunki 8b, 8c). Na wyróżnienie zasługuje „nietypowy” przykład drzewa 14—59 (rysunek 9b), które wykazuje bardzo zmienny przyrost w poszczególnych latach.

Zupełnie inaczej kształtują się przyrosty klonów. We wszystkich przypadkach przez pierwsze pięć lat klony wykazują stałą tendencję zwiększania przyrostu i w większości przypadków zachowują ją nadal, aż po rok 1965. Pewne wyjątki stanowią jedynie klony 14—7 i 14—42, które wykazują zahamowanie tempa przyrostu w latach 1962—1965 (rysunki



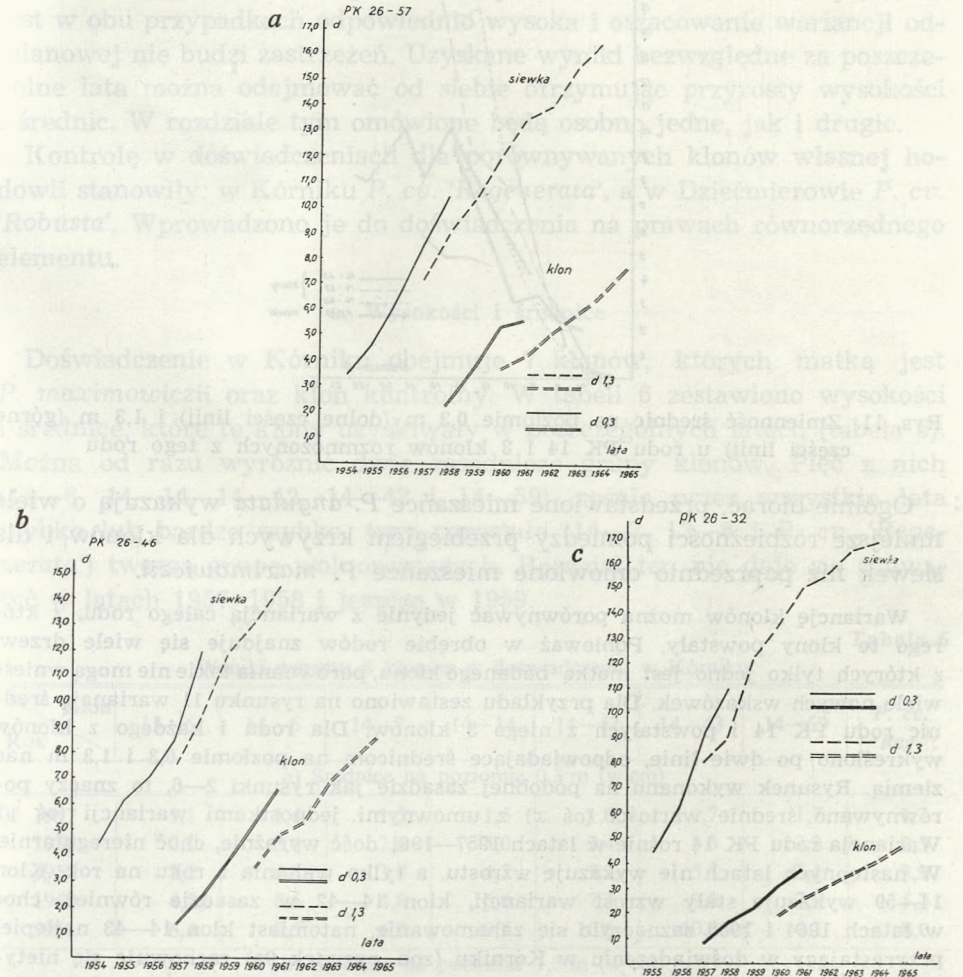
Rys. 9. Krzywe wzrostu średnic 2 siewek z rodu PK 14 i rozmnożonych z nich klonów

8b i 8d). Zróżnicowanie indywidualne pomiędzy klonami jest dość duże, jeśli weźmiemy pod uwagę bezwzględne wymiary uzyskiwane w ciągu 9 lat trwania doświadczenia. Do najlepiej przyrastających należy zaliczyć klony 14—59 i 14—43, a klon 14—7 osiągnął najslabsze wyniki. Wszystkie te trzy przykłady stoją w jaskrawej sprzeczności z przebiegiem wzrostu siewek, z których te klony powstały. Siewka 14—59 wykazuje najbardziej



nieregularne tempo przyrostu, 14—43 po okresie pędzenia wyraźnie to tempo osłabia, a 14—7 w odróżnieniu od nich przyrasta przez wszystkie lata bardzo intensywnie.

Na rysunkach 10a i 10b przedstawiono przyrost siewek i klonów z krzyżówki PK 26 (*P. angulata* × *P. berolinensis*). Krzyżówkę tę wykonano

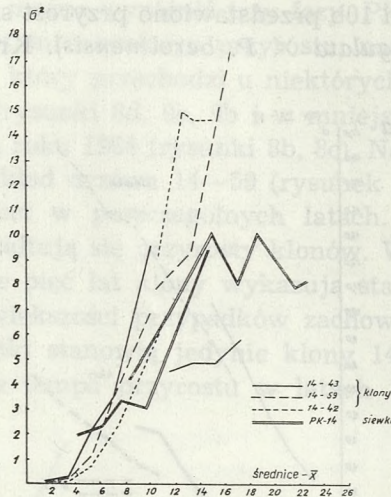


Rys. 10. Krzywe wzrostu średnic 3 siewek z rodu PK 26 i rozmnożonych z nich klonów

w roku 1951, a powtórzono w roku 1955 jako PK 130. Tylko druga z tych krzyżówek dała kilka obiecujących siewek. W PK 26 rozmnożono początkowo kilka drzew i wprowadzono je do upraw porównawczych. Rezultaty wzrostu tych klonów są jednak bardzo niskie. Siewki mają zresztą też powolne tempo przyrostu. Pomiędzy wzrostem siewek i klonów zachodzi dalekie podobieństwo.



Rysunek 10c przedstawia przyrost siewki PK 26—32 i pochodnego od niej klonu. Siewka wyraźnie traci dynamikę przyrostu z upływem lat, a klon od początku cechuje się słabym tempem wzrostu.



Rys. 11. Zmienność średnic na poziomie 0,3 m (dolne części linii) i 1,3 m (górne części linii) u rodu PK 14 i 3 klonów rozmnożonych z tego rodu

Ogólnie biorąc, przedstawione mieszańce *P. angulata* wykazują o wiele mniejsze rozbieżności pomiędzy przebiegiem krzywych dla klonów i dla siewek niż poprzednio omówione mieszańce *P. maximowiczii*.

Wariancję klonów można porównywać jedynie z wariacją całego rodu, z którego te klony powstały. Ponieważ w obrębie rodów znajduje się wiele drzew, z których tylko jedno jest matką badanego klonu, porównania takie nie mogą wnieść wiele nowych wskazówek. Dla przykładu zestawiono na rysunku 11 wariację średnic rodu PK 14 i powstałych z niego 3 klonów. Dla rodu i każdego z klonów wykreślono po dwie linie, odpowiadające średnicom na poziomie 0,3 i 1,3 m nad ziemią. Rysunek wykonano na podobnej zasadzie jak rysunki 2—6, to znaczy porównywano średnie wartości (oś  $x$ ) z umownymi jednostkami wariacji (oś  $y$ ). Wariacja rodu PK 14 rośnie w latach 1957—1961 dość wyraźnie, choć nieregularnie. W następnych latach nie wykazuje wzrostu, a tylko wahania z roku na rok. Klon 14—59 wykazuje stały wzrost wariacji, klon 14—42 w zasadzie również, choć w latach 1964 i 1965 zaznaczyło się zahamowanie, natomiast klon 14—43 najlepiej przyrastający w doświadczeniu w Kórniku (zob. rysunek 9a) zachowuje się nietypowo. Odcinek krzywej odpowiadający średnicy na poziomie 0,3 wykazywał do roku 1961 stały wzrost wariacji. Natomiast średnice na poziomie 1,3 m mają wariację niską i prawie stałą od czterech lat. Zjawisko to nie ma chwilowo zadowalającego wyjaśnienia.

Podjęto dodatkowo próbę porównania wariacji badanych kilku klonów z wariacją użytej w tym samym doświadczeniu jako odmiana kontrolna *P. cv. 'Regenerata'*. Topola ta dała jednak, jak to okaże się w następnym rozdziale, tak słabe wyniki wzrostowe w tym doświadczeniu, że nawet zastosowana próba uzyskania obiektywnego wyniku przez porównywanie wariacji do średnich arytmetycznych nie dała oczekiwanego rezultatu. Nakreślone krzywe okazały się zupełnie nieporównywalne.



## 3. PORÓWNANIE KLONÓW POMIĘDZY SOBA

Materiałem do tych porównań są wyniki uzyskiwane w doświadczeniach w Dzieńmierowie i Kórniku opisanych w rozdziale 3. Oba doświadczenia nadają się bardzo dobrze do przeprowadzenia analizy wariancyjnej według ustalonych wzorów (Elandt [6]; Weber [27]). Dzięki dużej ilości powtórzeń (6 i 10) ilość stopni swobody dla zmienności resztowej (błąd) jest w obu przypadkach odpowiednio wysoka i oszacowanie wariancji odmianowej nie budzi zastrzeżeń. Uzyskane wyniki bezwzględne za poszczególne lata można odejmować od siebie otrzymując przyrosty wysokości i średnic. W rozdziale tym omówione będą osobno jedno, jak i drugie.

Kontrolę w doświadczeniach dla porównywanych klonów własnej hodowli stanowiły: w Kórniku *P. cv. 'Regenerata'*, a w Dzieńmierowie *P. cv. 'Robusta'*. Wprowadzono je do doświadczenia na prawach równorzędnego elementu.

## a. Wysokości i średnice

Doświadczenie w Kórniku obejmuje 7 klonów, których matką jest *P. maximowiczii* oraz klon kontrolny. W tabeli 6 zestawiono wysokości i średnice, które te klony uzyskiwały w poszczególnych latach (tabela 6). Można od razu wyróżnić dwie zasadnicze grupy klonów. Pięć z nich (14—6, 14—14, 14—42, 14—43 i 14—59) rośnie przez wszystkie lata szybko lub bardzo szybko, trzy pozostałe (14—7, 13—6 i *P. cv. 'Regenerata'*) tworzą grupę wolnorosnących. Rozdział ten nie daje się zauważyć w latach 1957, 1958 i jeszcze w 1959.

Tabela 6

Wyniki wzrostu 8 klonów w doświadczeniu w Kórniku

Klon Rok	13—6	14—6	14—7	14—14	14—42	14—43	14—59	<i>P. cv.</i> 'Reg.'
a) Średnice na poziomie 0,3 m (w cm)								
1957	1,1	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	1,7	1,3
1958	2,0	3,0	2,6	3,0	3,4	3,3	3,3	2,3
1959	3,2	4,8	3,8	4,7	5,2	5,1	5,1	3,9
1960	4,5	6,6	4,8	6,6	7,3	7,0	7,0	5,7
1961	6,4	9,3	6,0	9,5	10,6	10,0	10,1	8,0
b) Średnice na poziomie 1,3 m (w cm)								
1962	6,1	9,8	6,1	9,7	10,6	11,2	10,4	6,2
1963	7,4	12,5	8,0	11,9	12,8	13,6	13,2	7,9
1964	8,1	14,1	9,1	13,0	13,5	15,1	14,5	9,3
1965	9,2	16,1	10,2	14,6	15,3	16,9	16,6	10,8
c) Wysokości (w cm)								
1957	124,0	161,0	148,0	162,0	159,0	176,5	169,0	125,0
1958	208,7	281,5	232,0	281,0	308,0	309,0	276,5	212,8
1959	304,0	406,5	298,5	398,0	425,0	417,0	405,0	305,0
1960	441,0	550,0	397,0	540,5	571,0	571,5	524,0	435,0
1961	628,0	768,0	562,0	740,0	798,0	794,0	715,0	604,0



Tabela 7

Zestawienie wyników analizy wariancyjnej wysokości i średnic doświadczenia z 8 klonami w Kórniku

Rok	Zmienność	Suma kwadratów	Ilość st. swobody	Średni kwadrat	$F_{oblicz.}$
a) Średnica na poziomie 0,3 m					
1957	ogólna	692	79		8,73**
	powtórzeń	86	9		
	klonów	298	7	42,6	
	resztowa	308	63	4,88	
1958	ogólna	3497	79		13,2**
	powtórzeń	531	9		
	klonów	1762	7	252	
	resztowa	1204	63	19,1	
1959	ogólna	11567	79		7,4**
	powtórzeń	3161	9		
	klonów	3809	7	544	
	resztowa	4597	63	72,9	
1960	ogólna	25918	79		7,34**
	powtórzeń	9732	9		
	klonów	7867	7	1124	
	resztowa	9319	63	153	
1961	ogólna	58928	79		10,14**
	powtórzeń	18598	9		
	klonów	21375	7	3053	
	resztowa	18965	63	301	
b) Średnice na poziomie 1,3 m					
1962	ogólna	716	75 <sup>1)</sup>		12,7**
	powtórzeń	171	9		
	klonów	324	7	46,3	
	resztowa	221	59	3,7	
1963	ogólna	991	75		48,59**
	powtórzeń	244	9		
	klonów	466	7	66,6	
	resztowa	81	59	1,37	
1964	ogólna	875	75		40,33**
	powtórzeń	258	9		
	klonów	510	7	73	
	resztowa	107	59	1,8	
1965	ogólna	1343	75		5,84**
	powtórzeń	646	9		
	klonów	285	7	40,7	
	resztowa	412	59	6,97	



Tabela 7 c. d.

Rok	Zmienność	Suma kwadratów	Ilość st. swobody	Średni kwadrat	$F_{oblicz.}$
c) Wysokości					
1957	ogólna	71315	79		
	powtórzeń	15328	9		
	klonów	26392	7	3299	6,92**
	resztowa	29595	63	477	
1958	ogólna	264606	79		
	powtórzeń	56484	9		
	klonów	114153	7	16307	10,93**
	resztowa	93969	63	1431	
1959	ogólna	588375	79		
	powtórzeń	77569	9		
	klonów	222037	7	31719	6,92**
	resztowa	288829	63		
1960	ogólna	1493175	79		
	powtórzeń	169306	9		
	klonów	330720	7	47246	3,00**
	resztowa	993149	63	15764	
1961	ogólna	2423999	79		
	powtórzeń	978636	9		
	klonów	583229	7	83318	6,16**
	resztowa	853134	63	13542	

<sup>1</sup> W roku 1962 uszło w czterech klonach po jednym drzewie. Nie podejmowano próby obliczenia brakujących wartości, lecz przeprowadzono analizę wariancyjną zmniejszając odpowiednio ilość stopni swobody.

Przeprowadzona analiza wariancyjna dla wysokości i średnic za poszczególne lata została zestawiona w tabeli 7.

Jak wynika z danych tabeli różnice pomiędzy klonami są jednak istotne od początku trwania doświadczenia. Współczynnik  $F$  ma według tablic wartość 2,15 i 2,93 przy 7 i 63 stopniach swobody i poziomie istotności 95 i 99%. Odpowiednio przy 7 i 59 stopniach swobody liczby te wynoszą 2, 17 i 2, 95. Wszystkie obliczone wartości  $F$  są zatem większe od teoretycznych przy poziomie 99%, czyli różnice są statystycznie istotne. Oprócz różnic pomiędzy odmianami można by na podstawie danych z tabeli 7 wykazać, że w większości przypadków również pomiędzy powtórzeniami zachodzi istotność różnic. Celem analizy było jednak tylko rachunkowe usunięcie różnic pomiędzy powtórzeniami i badanie różnic pomiędzy klonami. Należy tu jednak przypomnieć, że doświadczenie to założono według specjalnej i polecanej niekiedy metody: „single tree plot”. W tej sytuacji na zmienność pomiędzy powtórzeniami wpływa nie



tylko zróżnicowanie gleby na całej powierzchni doświadczenia, ale również indywidualna zmienność w obrębie tego samego klonu, gdyż pojedynczym drzewom wyznacza się tu rolę całych poletek. Jest to ważny przyczynek metodyczny do zagadnień planowania doświadczeń.

Doświadczenie wskazuje, że użyty jako kontrola klon *P. cv. 'Regenerata'*, czyli jedna z najbardziej rozpowszechnionych u nas topoli rośnie prawie najwolniej na wysokość i na grubość, znacznie ustępując kilku klonom nowej selekcji. Na wyróżnienie zasługują natomiast mieszańce *P. maximowiczii* × *P. trichocarpa* oznaczone 14—43 i 14—59.

W drugim doświadczeniu w Dzieńmierowie porównano ze sobą 10 różnych klonów w tym 9 nowej selekcji. Klony oznaczone początkową liczbą 14 pochodzą z rodu PK 14, klony oznaczone liczbą 26 z rodu PK 26 (*P. angulata* × *P. berolinensis*), a klon 10—5 pochodzi z rodu PK 10 (*P. wobstii* × *P. berolinensis*).

Wyniki wzrostu na wysokość i grubość tych klonów w poszczególnych latach zestawiono w tabeli 8.

Najszybciej przyrasta na wysokość *P. cv. 'Robusta'*, za którą podąża nieznacznie tylko od niej niższy klon 14—59 i również dość dobry klon 14—3. Mieszańce *P. angulata* × *P. berolinensis* wykazują na ogół średnie lub słabe tempo wzrostu, za wyjątkiem klonu 26—46, którego wyniki są

Wyniki wzrostu 10 klonów w doświadczeniu w Dzieńmierowie

Tabela 8

Klon Rok	10—5	13—9	14—3	14—59	26—24	26—28	26—38	26—46	26—57	P. cv. 'Rob.'
	a) Średnice na poziomie 0,3 (w cm)									
1959	2,6	3,1	3,1	3,8	3,4	3,0	2,9	4,2	2,7	4,5
1960	4,6	5,0	5,9	6,8	6,0	5,5	5,1	7,3	5,4	8,0
1961	6,2	7,2	8,8	10,3	8,0	7,3	6,7	9,7	7,3	11,4
b) Średnice na poziomie 1,3 (w cm)										
1960	3,1	3,4	3,8	4,6	3,9	3,3	3,4	5,3	3,5	5,4
1961	4,7	5,4	6,7	8,0	5,8	5,3	5,1	7,8	5,4	8,0
1962	6,4	7,5	9,0	10,7	7,6	6,6	5,9	9,3	6,4	10,5
1963	7,9	8,8	11,1	13,1	9,1	8,4	7,2	11,0	8,0	12,7
1964	8,9	9,6	12,1	14,6	10,0	9,1	8,0	12,1	9,1	14,4
1965	10,3	10,7	13,5	15,8	11,3	10,4	8,8	13,6	10,7	17,5
c) Wysokości (w cm)										
1959	289,4	241,9	261,7	289,4	252,5	231,5	223,0	295,8	225,0	314,8
1960	439,5	374,4	422,5	442,7	390,7	354,1	359,8	438,9	388,9	479,6
1961	575,5	525,3	593,7	630,7	519,7	506,2	501,0	573,2	515,3	663,3
1962	669,0	637,0	746,5	774,8	581,5	583,3	564,5	657,0	603,3	796,0
1963	786,6	751,7	894,1	913,3	713,3	747,5	713,3	793,3	763,3	970,0
1964	929,1	907,5	1054,1	1060,8	857,5	916,6	872,5	948,3	921,6	1136,0
1965	1010,9	972,5	1136,7	1135,9	909,2	975,9	965,9	1001,7	995,9	1233,3



Tabela 9

Zestawienie wyników analizy wariancyjnej wysokości i średnic doświadczenia z 10 klonami w Dziecmierowie

Rok	Zmienność	Suma kwadratów	Ilość st. swobody	Średni kwadrat	$F_{oblicz.}$
a) Średnice na poziomie 0,3 m					
1959	ogólna	3598	59		10,9**
	powtórzeń	344	5		
	klonów	2228	9	247,5	
	resztowa	1026	45	22,8	
1960	ogólna	10343	59		12,5**
	powtórzeń	1530	5		
	klonów	6304	9	700,4	
	resztowa	2509	45	55,8	
1961	ogólna	22712	59		19,1**
	powtórzeń	3058	5		
	klonów	15580	9	1731,1	
	resztowa	5074	45	90,5	
b) Średnice na poziomie 1,3 m					
1960	ogólna	7797	59		6,2**
	powtórzeń	986	5		
	klonów	3778	9	419,7	
	resztowa	3033	45	67,4	
1961	ogólna	15885	59		10,5**
	powtórzeń	2503	5		
	klonów	9070	9	1007,7	
	resztowa	4312	45	95,8	
1962	ogólna	24627	59		17,7**
	powtórzeń	3149	5		
	klonów	16755	9	1861,6	
	resztowa	4723	45	104,9	
1963	ogólna	31948	59		18,1**
	powtórzeń	2045	5		
	klonów	23443	9	2604,7	
	resztowa	6461	45	143,6	
1964	ogólna	38975	59		27,24**
	powtórzeń	2712	5		
	klonów	30658	9	3406,0	
	resztowa	5605	45	125,0	
1965	ogólna	52728	59		21,27**
	powtórzeń	1852	5		
	klonów	41191	9	4576,7	
	resztowa	9585	45	215,2	



Tabela 9 c.d.

Rok	Zmienność	Suma kwadratów	Ilość st. swobody	Średni kwadrat	$F_{oblicz.}$
c) Wysokości					
1959	ogólna	136707	59		5,08**
	powtórzeń	16026	5		
	klonów	60845	9	6760,5	
	resztowa	59836	45	1329,7	
1960	ogólna	217184	59		4,01**
	powtórzeń	37967	5		
	klonów	79783	9	8864,8	
	resztowa	99425	45	2209,4	
1961	ogólna	475943	59		4,60**
	powtórzeń	121026	5		
	klonów	169685	9	18853,9	
	resztowa	185232	45	4116,3	
1962	ogólna	698940	59		9,78**
	powtórzeń	117133	5		
	klonów	384996	9	42777,3	
	resztowa	196811	45	4373,5	
1963	ogólna	914444	59		5,34**
	powtórzeń	121219	5		
	klonów	432444	9	48049,3	
	resztowa	340781	45	7572,9	
1964	ogólna	993000	59		5,33**
	powtórzeń	120580	5		
	klonów	450070	9	50007,0	
	resztowa	422350	45	9385,0	
1965	ogólna	1124931	59		6,45**
	powtórzeń	154798	5		
	klonów	546466	9	60718,0	
	resztowa	423667	45	9415,0	

niezle. Wyróżnia się grupa najslabsza: 26—24, 26—28, 26—38 i 13—9. Podobnie układa się wzrost średnic. Szczególną jednak pozycję zajmuje klon 10—5 (*P. wobstii* × *P. berolinensis*), który przyrasta bardzo wolno na grubość, ale znajduje się w grupie mocnych-średnich, jeśli chodzi o przyrost na wysokość. Jest to zatem topola cechująca się szczególną wysmukłością pnia. Należy dodać, że jest to forma piramidalna o wyjątkowo ładnej, wąskiej koronie. Zadowolające wyniki wzrostu tego drzewa mogą, o ile spełni ono również wymagania dotyczące zdrowotności, pozwolić na wprowadzenie go w przyszłości do uprawy w miejsce chorującej i uszkodzonej przez owady *P. pyramidalis* Roz.



Wyniki wzrostu poddano analizie wariancyjnej. Jej wyniki zestawiono w tabeli 9.

Wszystkie wykonane analizy wykazały, że pomiędzy wzrostem badanych klonów na wysokość i grubość zachodzą, od pierwszych lat kiedy wykonano pomiary, różnice istotne (przy 99% poziomie ufności). Współczynnik  $F$  ma według tablic przy 9 i 45 stopniach swobody wartość odpowiednio 2,10 i 2,84 dla poziomów 95% i 99%, czyli nawet jego wyższa wartość została wielokrotnie przekoczona przez współczynniki obliczone. Natomiast dla powtórzeń w kilku przypadkach można by stwierdzić, że obliczenie  $F$  dałoby wartości mniejsze od tabelarycznych lub stojące pomiędzy wartościami 2,43 i 3,46, które odpowiadają poziomom 95% i 99% przy 5 i 45 stopniach swobody. Zachodzi to dla średnic w r. 1959, 1963 i 1965, a dla wysokości w roku 1959, 1960, 1963, 1964, 1965. Porównując ten wynik z analogicznym dla doświadczenia w Kórniku, gdzie pomiędzy powtórzeniami były prawie zawsze istotne różnice możemy przypuścić, że doświadczenia te różnią się nie tylko stopniem zróżnicowania gleb, ale że na zmniejszenie wariancji pomiędzy powtórzeniami wpłynął także fakt, że zastosowano w Dzieńmierowie inną metodę, umieszczając po 4 drzewa na poletku. Została w ten sposób zmniejszona występująca w obrębie wszystkich badanych klonów zmienność wewnątrz — klonowa, która przy „single tree method” w Kórniku weszła jako istotny składnik do zmienności pomiędzy powtórzeniami.

Dla obu doświadczeń wykonano, opierając się na istotności współczynników  $F$  obliczonych w wyniku analizy wariancyjnej, analizę różnic indywidualnych pomiędzy klonami. Użyto testu Duncana. Na jego podstawie można wyróżnić klony szybko i wolno rosnące. W doświadczeniu w Kórniku pięć klonów odróżnia się od trzech pozostałych w sposób wyraźny, o czym wspomniano wyżej. W doświadczeniu w Dzieńmierowie trzeba wyróżnić co najmniej trzy grupy, szybko, średnio i wolno rosnących klonów, ale zagadnienie komplikuje fakt, że nie zawsze wyniki wzrostu średnic są jednoznaczne z wynikami wzrostu na wysokość (przykładem wspomniany klon 10—5), a ponadto w obu doświadczeniach kolejność ustawienia klonów i przynależność do różnych grup wzrostowych zmieniają się w poszczególnych latach, co widać również z tabel 6 i 8. Oznacza to, że analiza wariancyjna wykonana na podstawie jednego roku nie daje wystarczających podstaw do wnioskowania o wartościach poszczególnych klonów i że istotną rolę odgrywają przyrosty roczne.

#### b. Przyrosty wysokości i średnic

Przyrosty te obliczono dla poszczególnych lat, wykonując dla nich również analizy wariancyjne i sprawdzając indywidualne różnice testem Duncana. Wyniki analizy wariancyjnej zestawiono w skróconej formie w ta-



Tabela 10

Wyniki analizy wariancyjnej przyrostów wysokości i średnic w doświadczeniach w Dziećmierowie i Kórniku

Rok	Przyrosty		
	wysokości	średnic na 0,3 m	średnic na 1,3 m
Obliczone wartości $F$			
1. Kórnik			
1958	4,99**	17,33**	—
1959	2,75*	2,25*	—
1960	2,02	10,34**	—
1961	1,92	7,97**	—
1962	—	—	4,32**
1963	—	—	3,45**
1964	—	—	2,39*
1965	—	—	2,52*
2. Dziećmierowo			
1960	1,76	6,03**	—
1961	4,61**	7,27**	7,84**
1962	14,29**	—	18,67**
1963	1,004	—	4,44**
1964	1,32	—	4,00**
1965	2,26*	—	4,37**

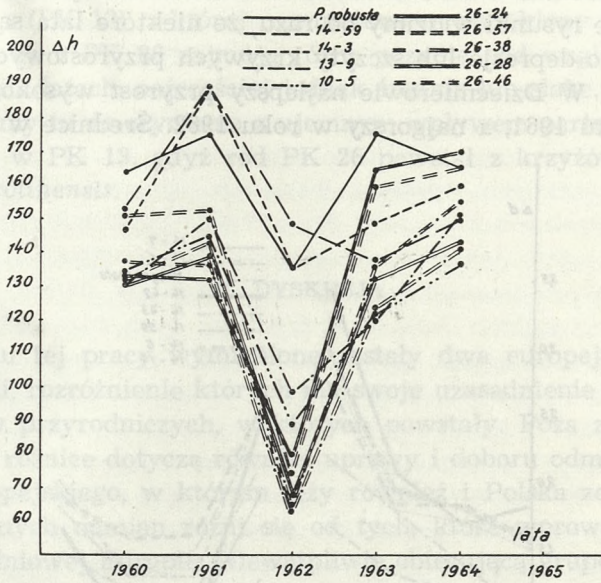
beli 10. Ilości stopnia swobody i inne warunki analizy są identyczne jak poprzednio w tabelach 7 i 9 więc przytoczono tu już tylko gotowe wyniki.

Jak wynika z danych tabeli różnice pomiędzy przyrostami rocznymi wysokości nie zawsze są istotne. W roku 1960 w obu doświadczeniach wystąpił brak istotnych różnic w przyroście pomiędzy odmianami. Podobnie dzieje się w doświadczeniu w Kórniku w roku 1961 i w doświadczeniu w Dziećmierowie w latach 1963 i 1964. Szczególnie wynik dla roku 1960 zasługuje na uwagę, gdyż w poprzedniej pracy wskazano (Stecki [23]), że był to rok wyjątkowo niekorzystny dla wzrostu topoli w ogóle.

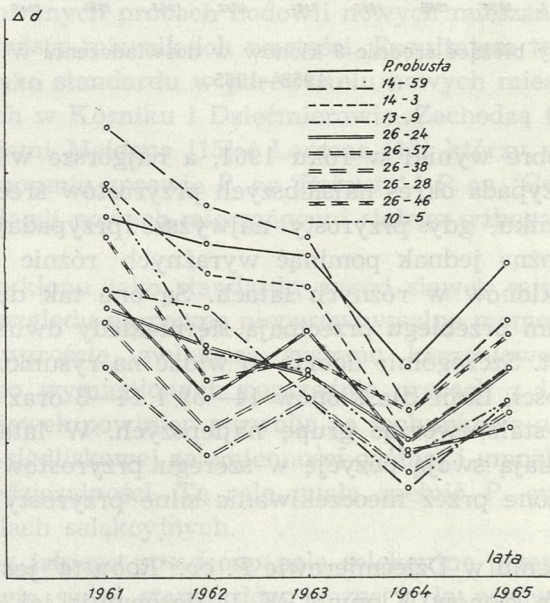
Średnice wykazują przez wszystkie lata i w obu doświadczeniach różnice statystycznie istotne, choć niekiedy tylko na poziomie 95%, a nie 99%. Wahania wartości obliczonej współczynnika  $F$  wskazują, że w poszczególnych latach zróżnicowanie średnic pomiędzy odmianami przybiera większe i mniejsze wartości.

Istnienie istotnych różnic pomiędzy średnimi wartościami przyrostów pociąga za sobą w konsekwencji analizę indywidualną tych różnic. Zastosowano w tym celu jak zwykle test Duncana, jako najbardziej odpowiedni do tego typu prac (Weber [27]). Równocześnie zestawiono graficznie przyrosty wysokości i średnic z doświadczenia w Dziećmierowie





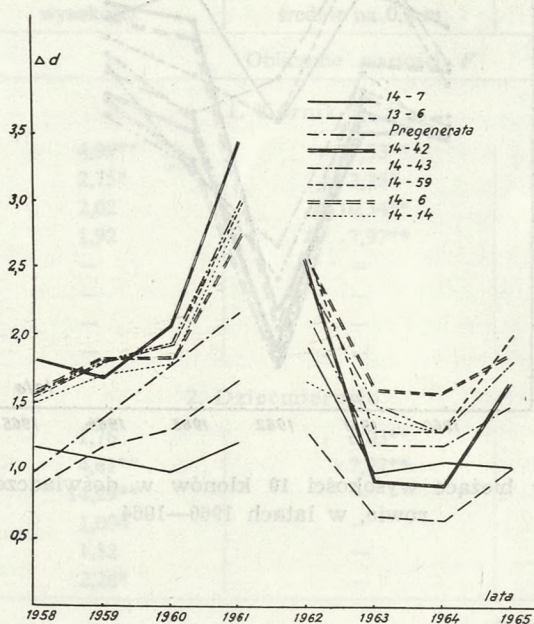
Rys. 12. Przyrosty bieżące wysokości 10 klonów w doświadczeniu w Dzieńmierowie, w latach 1960—1964



Rys. 13. Przyrosty bieżące średnic 10 klonów w doświadczeniu w Dzieńmierowie, w latach 1961—1965



i przyrosty średnic z doświadczenia w Kórniku na rysunkach 12, 13, 14. Analizując te rysunki widzimy od razu, że niektóre lata są wyraźnie zaznaczone jako depresje lub szczyty krzywych przyrostowych dla wszystkich klonów. W Dzieńmierowie najlepszy przyrost wysokości odnotować można w roku 1961, a najgorszy w roku 1962. Średnice w tym doświad-



Rys. 14. Przyrosty bieżące średnic 8 klonów w doświadczeniu w Kórniku, w latach 1958—1965

czeniu dały dobre wyniki w roku 1961, a najgorsze w 1964. W latach 1963 i 1964 przypada okres najslabszych przyrostów średnic w doświadczeniu w Kórniku, gdy przyrosty najwyższe przypadają na lata 1961 i 1962. Nie można jednak pominąć wyraźnych różnic indywidualnych w przyroście klonów w różnych latach. Są one tak duże, że niektóre krzywe w swoim przebiegu przecinają się niekiedy dwukrotnie na przestrzeni paru lat. Szczególnie dobrze to widać na rysunku 18, przy przyrostach wysokości. Linie dla klonów 14—59 i 14—3 oraz *P. cv.* 'Robusta' przecinają się stale tworząc grupę najlepszych. W latach 1961 i 1963 klony te zmieniają swoją pozycję w szeregu przyrostowym i nawet zostają wyprzedzone przez nieoczekiwanie silne przyrosty klonów 26—57 i 26—28.

W doświadczeniu w Dzieńmierowie *P. cv.* 'Robusta' jest jednym z najlepiej rosnących klonów. Klony z PK 14 dorównują jej, a pozostałe wykazują różnice, które w niektórych latach są istotne, w innych zmniejszają się na tyle, że nie można ich potwierdzić statystycznie. Zdecydowanie słabe przyrosty wykazuje klon 13—9, podobnie jak klon 13—6 w do-



świadczeniu w Kórniku. Potwierdza to, że krzyżówka *P. maximowiczii* × *P. berolinensis* (PK 13), z której rozmnożono te dwa klony jest wyraźnie nieudana. Klony z PK 26 zajmują różne pozycje pod względem przyrostów w różnych latach, najczęściej jednak średnie lub słabe. Należy przypuścić, że mamy tu do czynienia z ujemnym wpływem partnera męskiego podobnie jak w PK 13, gdyż ród PK 26 powstał z krzyżówki *P. angulata* × *P. berolinensis*.

## V. Dyskusja

Na początku tej pracy wymienione zostały dwa europejskie kierunki hodowli topoli, rozróżnienie których ma swoje uzasadnienie w odmienności warunków przyrodniczych, w których powstały. Poza zagadnieniami hodowlanych różnice dotyczą również uprawy i doboru odmian. Dla pasa środkowoeuropejskiego, w którym leży również i Polska zestaw najbardziej przydatnych odmian różni się od tych, które wprowadza się masowo w południowej Europie. Niewątpliwie obiecującą grupę stanowią tu mieszańce topoli balsamicznych z czarnymi, których nie uprawia się zupełnie na południu. Z grupy mieszańców euroamerykańskich decydującą rolę odegrała tu *P. cv. 'Robusta'*, która ostatnio w południowych krajach została prawie całkowicie wyparta przez klony selekcji włoskiej. Ta decydująca na razie rola topoli niekłańskiej w naszych warunkach sprawia, że przy podejmowanych próbach hodowli nowych mieszańców przyjmuje się ją jako oczywisty miernik ich wartości. Rezultatem tego jest też zastosowanie jej jako standardu w porównaniu nowych mieszańców na polach selekcyjnych w Kórniku i Dziećmierowie. Zachodzą tu dalekie analogie z koncepcjami Meidena [15] i Larsena [13] którzy, mimo że przyznają wielkie znaczenie uprawie *P. cv. 'Robusta'* i *P. cv. 'Gelrica'* i innych, nawołują do hodowli nowych mieszańców i stałego wzbogacania ich asortymentu.

Użycie jednak klonu jako standardu wśród siewek mieszańców budzi zastrzeżenia ze względu na pewne nieporównywalne momenty w sposobie rozmnożenia i wzroście, zwłaszcza systemu korzeniowego. Z drugiej strony, sądząc po wymienionych poprzednio pracach z literatury, klon rosnący wśród siewek powinien pozwolić na rachunkowe usunięcie składnika zmienności siedliskowej ze zmienności ogólnej i umożliwić obliczanie wskaźnika odziedziczalności. Tę rolę miała spełnić *P. cv. 'Robusta'* na opisywanych polach selekcyjnych.

System według jakiego posadzono pola selekcyjne pomyślany był tak, żeby na podstawie siatki standardów można było porównywać drzewa w obrębie jednego rodu i różne rody pomiędzy sobą, jak też oczywiście wszystkie nowe mieszańce ze standardami. Teoretycznie rzecz biorąc, dla ewentualnego obliczania wskaźnika  $h^2$  był to jeden z najlepiej dopasowa-



nych systemów, przewyższający pod względem precyzji zarówno materiały przedstawione przez badaczy japońskich, jak i przez Kleinschmidta. W świetle pracy Finney'a [8] okazało się, że niektórych rodów nie można wykorzystać do badań ze względu na ich zbyt małą liczebność. Niemniej jednak można było podejmować próby charakterystyki siedliskowego i dziedzicznego składnika zmienności.

Według uzyskanych wyników wariancja obliczona dla klonów przewyższa jednak nieraz wariancję dla rodów. Oczywiście nie jest dopuszczalne odejmowanie jednej od drugiej w takim przypadku, gdyż wariancje nie mogą przyjmować wartości ujemnych. W dalszej analizie tego zjawiska uwzględniono rozmaite przyczyny tych nieoczekiwanych różnic pomiędzy wariancjami rodów i klonów. Wzięto pod uwagę zarówno liczebność rodów, jak i średnie wartości wysokości i średnie uzyskiwane przez nie (zawsze z opóźnieniem w czasie w stosunku do szybko rosnącej *P. cv. 'Robusta'*). Wszystkie te próby nie pozwalają jednak na uzyskanie ostatecznie liczb cechujących się wystarczającą stabilnością, by na ich podstawie móc określać wskaźniki odziedziczalności. Na wielu przedstawionych rysunkach wariancja dla klonów i dla siewek wykazuje m. in. bardzo zróżnicowane tempo wzrostu w miarę wzrostu wartości bezwzględnych. Wahania te zachodzą tak daleko, że wariancja potrafi przybierać nawet w niektórych latach wartości mniejsze niż miała w poprzednich. Zjawisko to występuje zresztą w różnych latach dla różnych klonów i rodów w zależności od ich pochodzenia. Świadczy to o wyraźnych związkach pomiędzy pochodzeniem mieszańców a wariancją ich cech.

W świetle tych wyników należy ujemnie ocenić rolę *P. cv. 'Robusta'* jako ewentualnego miernika zmienności siedliskowej mającego pomagać przy obliczaniu zmienności dziedzicznej i wskaźnika  $h^2$ . Natomiast nie umniejsza to w niczym jej znaczenia jako standardu dla celów selekcji nowych klonów. Dobrym potwierdzeniem tego jest 6-powtórzeniowe doświadczenie porównawcze w Dzieńmierowie, w którym *P. cv. 'Robusta'* zajmuje ciągle czołowe pozycje.

Wykazana przez klony wielka zmienność, jej niejednolity wzrost, a nawet zmniejszenie się w niektórych latach stawiają w dwuznacznym świetle efekty szeregu wymienionych prac prowadzonych w celu obliczania wskaźnika  $h^2$ . Najwięcej zastrzeżeń budzi fakt, że prace te opierają się na jednorazowym pomiarze cech badanych i obliczano w nich na tej podstawie „gotowy” wskaźnik. Przykładem przemawiającym najbardziej przeciwko takiemu podchodzeniu do zagadnienia jest tabela 5. Obliczony wskaźnik waha się tam od wartości bardzo małych do wielkich w poszczególnych latach. Na przestrzeni kilku lat nie wykazuje on najmniejszej tendencji do stabilizacji. Warto zwrócić uwagę, że jedna ze wspomnianych prac miała nawet nosić charakter interesującego testu wczesnego odziedziczalności (Sakai i Hatakeyama [18]). Autorzy zaznaczyli to nawet w tytule pracy; „Estimation of Genetic Parameters in Forest



Trees without Raising Progeny". Wiele faktów wskazuje na to, że żadna z dotychczasowych publikacji dotyczących tego wskaźnika dla drzew nie jest wolna od podstawowych błędów metodycznych.

Nasuwa się zatem decydujący problem metodyczny, jak porównywać w ogóle siewki z klonami, nie tylko w celu obliczania wskaźnika odziedziczalności, lecz i w celu porównania rytmu wzrostowego jednych i drugich. Wyłaniają się w związku z tym następujące zasadnicze przeszkody:

1. Niejednorodność materiału. Siewki powstające w wyniku procesu zapyłania reprezentują duże zróżnicowanie genetyczne. Dla każdego rodzaju należałoby dobierać zatem specjalne klony zbliżone do niego pochodzeniem lub używać jako standardów obojga rodziców rozmnożonych wegetatywnie. Ta ostatnia metoda nasuwa wiele komplikacji ze względu na niejednakową łatwość mnożenia wegetatywnego. Dla przykładu warto podać, że męski partner w krzyżówce PK 137 (*P. pyramidalis* × *P. nigra*) nie ukorzenia się wcale przez zrzezy i z najwyższą trudnością przez sadzonki zielne. Druga trudność polega na tym, że niektórych z drzew rodzicielskich nie można w ogóle wprowadzić do doświadczenia, gdyż ich udział w krzyżowaniu odbywa się wyłącznie przez przesyłki pyłki z innych miejsc występowania.

Co do wspomnianego wyżej sposobu, dobieranie klonów najbardziej zbliżonych pod względem pochodzenia systematycznego do badanych siewek mieszańców, to teoretycznie taki cykl doświadczeń jest możliwy do przeprowadzenia. Wspomniano już uprzednio, że niektóre kombinacje mieszańców powtarza się parokrotnie. Można zatem przyjąć następujący porządek doświadczenia: 1) Krzyżowanie określonej pary rodzicielskiej, 2) wybór kilku klonów z tej kombinacji, 3) powtórzenie po kilku latach krzyżowania, 4) równoczesne rozmnożenie wegetatywne wybranych z poprzedniego krzyżowania klonów, 5) posadzenie klonów z pierwszego krzyżowania i siewek z drugiego we wspólnym doświadczeniu. Ten sposób daje najbliższe podobieństwo pomiędzy klonami a siewkami pod względem pochodzenia i być może pozwoliłby na wystarczająco dokładne porównania. Równocześnie jednak wszelkie porównania pomiędzy różnymi krzyżówkami byłyby utrudnione ze względu na fakt, że dla każdej z nich dobierane byłyby „własne” standardy.

2. Nierówność czasu sadzenia. Jeden z podstawowych problemów w przeprowadzonych badaniach dotyczył podobieństwa rytmu wzrostowego na przestrzeni lat u siewki i powstałego z niej klonu. Dla wegetatywnego rozmnożenia pojedynczego, wybranego drzewa potrzeba z samych tylko przyczyn technicznych kilku lat. Jednoroczna siewka, daje nieraz bardzo słaby pęd pierwszego rzędu i nie daje prawie wcale odgałęzień bocznych. Na to by otrzymać kilka lub kilkanaście podstawowych i środkowych zrzezów trzeba zatem odczekać do lepszego rozgałęzienia siewki parę lat. Równocześnie omówione poprzednio zjawisko „topofyzis” może powodować znaczne różnice we wzroście materiału mnożnego wege-



tatywnie pobieranego z różnych miejsc na drzewie. Aby te różnice wyrównać konieczne jest dla prawidłowych doświadczeń przygotowanie sadzonek drzewnych nie bezpośrednio z mnożonej siewki, lecz przez założenie najpierw matecznika, który powoduje wyrównanie (w kierunku fizjologicznego odmłodzenia) całego materiału. Cały okres przygotowawczy zanim siewka zostanie rozmnożona wegetatywnie i jej potomstwo znajdzie się w szkółce trwać musi 4—5 lat. Dodajmy jeden lub dwa lata na szkółkę i co najmniej 1 rok na wyrównanie przez przesadzone na uprawę drzewko zakłóconej równowagi pomiędzy systemem korzeniowym a częścią nadziemną. Wszystkie te przyczyny należy zaliczyć do „technicznego” opóźnienia klonu w stosunku do macierzystej siewki. Jeżeli jednak wprowadzimy jako dodatkowy aspekt selekcję w kierunku najlepszych siewek i klonów, to początek mnożenia wegetatywnego, według wyników poprzedniej pracy (Stecki [23]), nie może nastąpić prędzej niż w 6—7 lat po wykonaniu krzyżowania. Mając do dyspozycji odpowiednie powierzchnie i środki materialne można ten okres nieco skrócić, podejmując ryzyko wcześniejszego mnożenia większej liczby klonów, z nastawieniem, że niektóre z nich zostaną w rezultacie negatywnych wyników selekcji odrzucone z dalszych doświadczeń, mimo że zostały już rozmnożone wegetatywnie. Wszystkie te przyczyny składają się na nieunikniony fakt, że młode sadzonki klonu będą w pierwszych latach wzrostu na polach selekcyjnych podlegały innemu układowi czynników pogodowych niż starsze o kilka lat siewki. Młode topole reagują na światło, temperatury i opady w sposób bardzo silny i uzależniony od ich pochodzenia systematycznego i geograficznego (Stecki [23]). Trudno jest zatem rozstrzygnąć, po nakreśleniu krzywej wzrostu siewki i klonu (jak na przykład na rysunkach 7—10 w tej pracy), czy podobieństwa pomiędzy nimi należy doszukiwać się po zbliżeniu do siebie linii w kierunku poziomym (czyli według równego wieku fizycznego drzew), czy też w kierunku pionowym (na podstawie przyrostów za poszczególne lata)? Biorąc pod uwagę, że w okresach wieloletnich wpływy pojedynczych lat mieć będą coraz mniejsze znaczenie uznać należałoby za bardziej słuszną pierwszą formę porównań, z zastrzeżeniem, że będzie ona tym dokładniejsza, im więcej lat trwać będzie doświadczenie.

Na uwagę zasługuje jeszcze jedna propozycja. Pojedyncze siewki mieszańców osiągają niekiedy w pierwszym roku wysokości kilkudziesięciu centymetrów. Siewki te można by przycinać mniej więcej w połowie ich wysokości i uzyskane pręty ukorzeniać w mnożarkach w okresie przedwiośnia. W drugi okres wegetacyjny weszłyby zatem drzewa, siewka przycięta do połowy, która powinna wyprowadzić pęd główny z pączka bocznego najbliższego powierzchni cięcia i ukorzeniona górna część pędu tej samej siewki o podobnej wysokości co przycięta siewka i posiadająca pączek wierzchołkowy. Taka metoda miałaby zalety w postaci wyrównania punktu startowego siewki i klonu nie tylko co do czasu, lecz i co do



wielkości wyjściowej. Równocześnie zarysowują się także jej poważne wady. Po pierwsze w drodze mnożenia, przy najpomyślniejszym jego wyniku klon reprezentowany będzie przez jeden tylko egzemplarz. Całe doświadczenie nabiera charakteru jednopowtórzeniowego, chyba, że rozpatrywać będziemy zmienność tylko w obrębie rodów. Po drugie, nieuniknione w gruncie rzeczy wypadki mogą wyeliminować losowo pewne siewki i klony najciekawsze z punktu widzenia ich rytmiki wzrostu. Po trzecie metoda nie uwzględnia zupełnie zjawiska topofyzis. Po czwarte wreszcie, zachodzą przypadki, w których zastosowanie tej metody nie jest możliwe. Dotyczy to przede wszystkim mieszańców *P. maximowiczii*, której nasiona dojrzewają zbyt późno by można było w tym samym roku stosować przycinanie bardzo jeszcze małych siewek.

W pracy tej podjęto próbę porównania siewek z klonami przy uwzględnieniu uzyskiwanych przez jedne i drugie średnich wymiarów mierzonych cech, niezależnie od wieku bezwzględnego lub od lat, w których te wymiary uzyskiwały. Wykorzystano tę metodę w zasadzie do porównania wariacji. Nasuwa to jednak z kolei nową uwagę, że te same wymiary uzyskiwane były w innych latach, czyli pod wpływem innych układów czynników pogody. Jest to raczej jeszcze jeden argument podważający hipotezę o zgodności rytmów wzrostowych siewek i klonów.

Rysunki 7 do 10 dostarczyły dość ciekawego materiału na temat ogólnego przebiegu krzywej wzrostowej drzew. Przyjmuje się dla niej w zasadzie kształt stylizowanej, wyciągniętej litery „S”, jeżeli wyniki wzrostu za poszczególne lata wrysujemy na siatkę o układzie arytmetycznym. Dla niektórych badań „prostuje” się tę krzywą stosując siatki logarytmiczne, podwójnie logarytmiczne, lub kombinowane z tak zwaną siatką prawdopodobieństwa (Schröck [21]). Obserwowane w tej pracy dolne odcinki poszczególnych krzywych wskazują na to, że od tego, niewątpliwie interesującego uogólnienia, do rzeczywistego przebiegu krzywych wzrostowych u młodych topoli droga jest wyjątkowo daleka. Obserwacje dotyczą zarówno przy siewkach, jak i klonach po pierwsze zawsze drzewek przesadzonych ze szkółki na powierzchni doświadczalnej. Jest to w życiu drzewa zawsze moment niekorzystny, powodujący zahamowanie wzrostu. Siewki badane w poprzedniej pracy (Stecki [23]) i obecnie wykazują zastój trwający najczęściej 2 lata. Bardzo słabe przyrosty przechodzą potem dość gwałtownie w okres pędzenia i krzywa wzrostowa staje się wyjątkowo stroma. Spadki jej są jednak różne co roku. Trudno zatem wyróżnić wyraźny okres kiedy jest ona położona płasko i decydujący okres przejściowy. Klony podobnie jak siewki przeżywają zastój wzrostu bezpośrednio po posadzeniu, ale z reguły krótszy, prawie zawsze tylko jeden rok. Potem krzywa wzrostu staje się jeszcze bardziej stroma i również ulega wahaniom z roku na rok jak u siewek.

Większość dotychczasowych badań wykazuje dużą zależność pomiędzy



wzrostem drzew a ich pochodzeniem. W niniejszej pracy zaznaczyła się większa zgodność pomiędzy mieszańcami *P. angulata* i pochodnymi od nich klonami w przebiegu krzywych wzrostu niż pomiędzy analogicznymi krzywymi dla mieszańców *P. maximowiczii*. Można dopatrywać się w tym przyczyny powstania hipotezy o absolutnej zgodności czy też wysokim podobieństwie tych krzywych w przypadku mnożenia wegetatywnego wszystkich topoli. W literaturze do tej pory publikuje się znacznie mniej danych na temat topoli balsamicznych niż na temat czarnych. Ponieważ te ostatnie wydają się mieć zgodność krzywych wyraźnie większą, prace nad nimi wpłynęły na ukształtowanie się poglądu, który, jak się okazuje jest co najmniej za mało udokumentowany. Nie należy się spodziewać, by w świetle obecnych i podobnych badań miał on ulec całkowitemu obaleniu, ale uzyskane wyniki wskazują, że powinien on zostać co najmniej gruntownie zrewidowany. W przyszłych badaniach konieczne będzie ściślejsze określenie stopnia ewentualnej zgodności krzywej wzrostowej siewki i klonu w zależności od wielu czynników, w tej liczbie pochodzenia mieszańców.

Wszystkie przedstawione w rozdziale 4 grupy badań wskazują na decydującą dla wzrostu drzew rolę poszczególnych lat. Niektóre z nich powodują zmniejszanie się zmienności w obrębie rodów i klonów, zacieranie różnic pomiędzy poszczególnymi drzewami, klonami, rodami itp. W innych latach zachodzą zjawiska odwrotne, różnice występują bardziej jaszkrawo. O ile wyniki bezwzględne za poszczególne lata zachowują na ogół, mimo lat zmniejszających zróżnicowanie, statystycznie istotne różnice ze względu na różnice lat uprzednich, o tyle przyrosty bieżące wyrównują się czasami, tak że różnice pomiędzy nimi nie są statystycznie istotne. Do tych spostrzeżeń należy jeszcze dodać obserwowane zjawisko wyprzedzania jednych drzew przez drugie pod względem jednej lub dwu cech w ciągu jednego nieraz roku i zmieniający się w związku z tym szeregi kolejności ustawienia badanych klonów od największych do najmniejszych. Oznacza to niejednakowe reakcje poszczególnych klonów nawet pochodzących z tego samego rodu, na poszczególne lata. Należy się domyślać występowania tu zjawiska współoddziaływania, czyli interakcji pomiędzy klonami a warunkami klimatycznymi poszczególnych lat. Dla wykrycia go potrzebny był specjalny układ analizy wariancyjnej, tzw. podwójny. Tak analizować można jedynie przyrosty roczne, a nie bezwzględne wartości wzrostu, traktując poszczególne lata jako jedną grupę czynników, a klony jako drugą grupę i obliczając średnie kwadraty i wskaźnik  $F$  dla każdej z nich z osobna oraz dla interakcji pomiędzy nimi. Wykonano te obliczenia dla obu doświadczeń w Dzieńmierowie i w Kórniku zarówno dla przyrostów wysokości, jak i przyrostów średnic, przy czym dla Kórnika wykonano analizę przyrostów średnic na poziomie 0,3 a dla Dzieńmierowa na poziomie 1,3 m nad ziemią. Wyniki zestawiono w tabeli 11.



Jak widać z danych tej tabeli, tylko w przypadku wysokości w doświadczeniu w Kórniku nie ma udowodnionej interakcji pomiędzy klonami a latami. Badano tam wysokości za lata 1958—1961, wśród których rok 1959 i 1961 cechowały się szczególnie korzystnymi warunkami dla przyrostu na wysokość mieszańców *P. maximowiczii*. Rok 1960 był wybitnie dla tych, a także innych mieszańców niekorzystny, tak że scharakteryzowano go jako rok ogólnie niekorzystny dla topoli (Stecki [23]). Jeżeli weźmiemy pod uwagę te fakty, oraz to, że w skład doświadczeń w Kórniku wchodzi głównie mieszańce topoli Maximowicza (7) i tylko jeden inny klon (*P. cv. 'Regenerata'*), możemy dość łatwo znaleźć uzasadnienie, dlaczego w tej analizie nie udowodniono interakcji. Po prostu reakcja wszystkich wchodzących w skład doświadczenia nowych klonów na czynniki klimatyczne była bardzo podobna. Dla średnic w tym doświadczeniu interakcja jest już udowodniona, chociaż tylko przy poziomie 95%. Wynika stąd inna reakcja na poszczególne lata klonów mieszańców jednej matki, a prawdopodobnie nawet należących do tego samego rodu. Zagadnienie to wymaga dalszych badań.

Dla doświadczenia w Dzieńmierowie interakcje udowodnione są za-

Tabela 11

Analiza wariancyjna rezultatów przyrostu różnych klonów (*K*) w poszczególnych latach (*L*) i interakcji (*K*×*L*)

## 1. Doświadczenie w Kórniku

a) Przyrosty wysokości za lata 1958—1961  
(8 klonów, 4 lata, 10 powtórzeń)

Zmienność	Suma kwadratów	Ilość stopni swobody	Średni kwadrat	<i>F</i> <sub>oblicz.</sub>
Ogólna	1331681	319		
Powtórzeń	213216	9	23,690	11,74**
Klonów ( <i>K</i> )	105373	7	15,053	7,46**
Lat ( <i>L</i> )	423720	3	141,240	70,02**
Interakcji ( <i>K</i> × <i>L</i> )	26390	21	1,257	<i>F</i> < 1,0
Resztowa	562982	279	2,017	

b) Przyrost średnic na 0,3 m za lata 1958—1961  
(charakterystyka jw.)

Zmienność	Suma kwadratów	Ilość stopni swobody	Średni kwadrat	<i>F</i> <sub>oblicz.</sub>
Ogólna	26996	319		
Powtórzeń	4433	9	4,93	12,97**
Klonów ( <i>K</i> )	4780	7	6,83	17,97**
Lat ( <i>L</i> )	5878	3	19,59	51,55**
Interakcji ( <i>K</i> × <i>L</i> )	1340	21	0,64	1,68*
Resztowa	10565	279	0,38	



Tabela 11 c.d.

## Doświadczenie w Dziecmierowie

a) Przyrosty wysokości za lata 1960—1965  
(8 klonów, 6 lat, 6 powtórzeń)

Zmienność	Suma kwadratów	Ilość stopni swobody	Średni kwadrat	$F_{oblicz.}$
Ogólna	609573	359		
Powtórzeń	16037	5	3,207	5,68**
Klonów ( $K$ )	55810	9	6,201	10,97**
Lat ( $L$ )	305575	5	61,115	108,16**
Interakcji ( $K \times L$ )	65469	45	1,454	2,57**
Resztowa	166682	295	565	

b) Przyrosty średnic na 1,3 m nad ziemią za lata 1961—1965  
(10 klonów, 5 lat, 6 powtórzeń)

Zmienność	Suma kwadratów	Ilość stopni swobody	Średni kwadrat	$F_{oblicz.}$
Ogólna	19713	299		
Powtórzeń	226	5	0,45	1,45
Klonów ( $K$ )	3923	9	4,36	14,06**
Lat ( $L$ )	6106	4	15,26	49,22**
Interakcji ( $K \times L$ )	1770	36	0,49	1,58*
Resztowa	7688	245	0,31	

równy dla wysokości, jak i średnic (pierwsze przy poziomie 99%, drugie tylko przy 95%). Doświadczenie to jest o wiele bogatsze w klony różnego pochodzenia. Trzy są mieszańcami *P. maximowiczii*, jeden *P. wobstii*, pięć zaś *P. angulata*, której pochodne reagują w sposób diametralnie różny od poprzednich na czynniki klimatyczne. Rolę dziesiątego kontrolnego klonu spełnia *P. cv. 'Robusta'*, która z kolei cechuje się jeszcze innym sposobem reagowania na te czynniki. Skład doświadczenia wyjaśnia zatem dostatecznie wystąpienie interakcji typu: klony  $\times$  lata. Interesujące jest, że w przytoczonych trzech przypadkach udowodnionych interakcji, również różnice pomiędzy oboma czynnikami, tj. latami i odmianami, są istotne. Oznacza to zarówno bardzo silny wpływ lat, jak i wyraźny brak podobieństwa pomiędzy odmianami w zależności od ich pochodzenia.

Ostatnim momentem zasługującym na podkreślenie są wyniki wzrostowe uzyskiwane przez niektóre z nowych klonów w obu doświadczeniach. Użyte klony kontrolne zachowują się niejednakowo. *P. cv. 'Robusta'* w doświadczeniu w Dziecmierowie zachowuje pozycję bardzo dobrej topoli uprawnej, gdy *P. cv. 'Regenerata'* w Kórniku okazała się jedną z najsłabszych w doświadczeniu. W obu przypadkach wyróżnia się klon 14—59, a dalej bardzo dobre rezultaty dają klony 14—43 w Kórniku



i 14—3 oraz częściowo 26—46 w Dzieńmierowie. Pozycje tych klonów w szeregu wysokości lub średnic zmieniają się w poszczególnych latach, jednak ogólnie można o nich powiedzieć, że dorównują one naszej najpopularniejszej topoli uprawnej. W dalszej pracy nad tymi klonami można zatem przyjąć za zadowalające ich wyniki wzrostowe i skierować całą uwagę w selekcji na zagadnienia przystosowania do różnych siedlisk i odporność przeciw szkodnikom i chorobom.

Selekcja klonów użytych do doświadczeń przedstawionych w tej pracy wykonana była w latach 1955 i 1956. Rody powstały w wyniku krzyżowania w roku 1950 i 1951. Siewki dwa lata przebywały w szkółce zanim posadzono je na pola selekcyjne. Dokonano zatem selekcji mniej więcej w czwartym roku wyrastania drzewa na polu selekcyjnym, co okazało się raz jeszcze okresem zbyt krótkim. Oba doświadczenia można zatem scharakteryzować jako wykonane „z nadmiarem”. Wybrano wcześniej większą ilość klonów przy mniejszym prawdopodobieństwie o ich pełnej niezawodności. Doświadczenia porównawcze potwierdziły to, gdyż szereg klonów można uznać za nieudane, na skutek tego, że zbyt wcześnie wyciągnięto wnioski na temat siewek, z których one powstały. Wynik ten bardzo dobrze potwierdza słuszność założeń dotyczących czasu selekcji, podanych przy opracowaniu metody (Stecki [23]).

## VI. WNIOSKI

Wyniki badań i przeprowadzona ich dyskusja wskazują, że zmienność cech wysokości i średnic u klonów i siewek podlegają pewnym prawidłowościom, do badania których konieczny jest dalszy rozwój metodyki doświadczenia. Rezultaty pracy dają się sprowadzić do następujących wniosków:

1. Klony mieszańców topoli będące w uprawie i rozmnożone z nowo otrzymanych rodów wykazują bardzo wysoką zmienność badanych cech, wysokości, średnic i przyrostów obu tych wymiarów. Zmienność ta niekiedy może przekraczać zmienność rodów generatywnych innego pochodzenia.

2. Klony reagują na wpływy klimatyczne poszczególnych lat w stopniu nie mniejszym niż rody. Wariancja klonu zmniejsza się w latach niekorzystnych dla wzrostu drzew, a wzrasta w latach korzystnych.

3. O przebiegu wzrostu drzew w klonach i rodach decyduje w wysokim stopniu ich pochodzenie od określonych rodziców.

4. Nie można wprowadzić jako zasady bezwzględnego podobieństwa rytmu wzrostowego siewek i drzew rozmnożonych wegetatywnie z tych siewek. O podobieństwie krzywych wzrostowych decydują — czas w jakim dokonuje się porównań i pochodzenie mieszańców.



5. Klony i siewki mieszańców pochodne od *P. angulata* wykazują duże podobieństwo krzywych wzrostowych. Przeciwnie, krzywe wykreślone dla siewek i klonów mieszańców pochodzących od *P. maximowiczii* nie są do siebie podobne.

6. Pomiedzy klonami jako jednym czynnikiem zmienności w doświadczeniach porównawczych a wpływem warunków klimatycznych poszczególnych lat zachodzi współdziałanie.

7. Zespoły klonów o bardzo zbliżonym pochodzeniu mogą reagować na wpływ czynników klimatycznych w poszczególnych latach podobnie i nie wykazywać interakcji.

8. Niektóre klony nowej selekcji z grupy *P. maximowiczi* × *P. trichocarpa*, jeden z grupy *P. angulata* × *P. berolinensis* i jeden z grupy *P. wobstii* × *P. berolinensis* wykazują zadowalające wyniki wzrostowe i mogą odegrać poważną rolę w uprawie topoli w przyszłości.

9. W wyniku analizy metody standardów, używanej od 14 lat w Kórniku, uzyskano potwierdzenie tezy o koniecznej liczebności badanych rodów mieszańców. Liczebność ta powinna wynosić nie mniej jak 160 sztuk.

10. Używane w pracy stadardy *P. cv. 'Robusta'* nie dają się porównywać pod względem wariancji z siewkami różnych mieszańców i nie nadają się do charakterystyki siedliskowego składnika zmienności i obliczania wskaźnika odziedziczalności ( $h^2$ ).

11. Standardy *P. cv. 'Robusta'* posiadają duże znaczenie jedynie jako miernik selekcji siewek i przy kontroli wyników wzrostowych klonów.

12. Odziedziczalność ( $h^2$ ) należy obliczać w doświadczeniach porównawczych o wielu powtórzeniach. Jednorazowe wyniki pomiarów nie są wystarczające do obliczania tego wskaźnika, który może przybierać różne wartości w różnych latach.

13. W doświadczeniach polowych z klonami topoli, metoda zwana „single tree plot” daje wyniki mniej jasne niż metoda, w której na jednym poletku sadi się po kilka drzew.

#### LITERATURA

1. Albieńskij A. V. — 1961. Dostignuća u selekciji šumskih vrsta u SSSR-u Topola. Beograd, Vol. 5 (19).
2. Białobok S. — 1963. The Progress of Seedling Growth of Poplar hybrids in Relation to Their Selection. Maeriały “World Consultation on Forest Genetic and Tree Improvement”. Stockholm, 23—30 August.
3. Broekhuizen J. T. M. — 1962. Over het Groeirritme van Populieren I.B.O. (Institute of Forestry Research) Communication No 5. Dec. Wageningen.
4. Bugała W. Stecki Z. — 1961. Mieszańce *Populus Maximowiczii* Henry i dotychczasowe wyniki ich uprawy w Kórniku. Arboretum Kórnickie, Vol 6, 93—115.



5. Domański R. — 1966. Wzrost topoli w zależności od przebiegu warunków termicznych w latach 1962 i 1963. Zeszyty Naukowe WSR w Szczecinie, vol. 20.
6. Elandt R. — 1964. Statystyka Matematyczna w zastosowaniu do doświadczalnictwa rolniczego. Warszawa. PWN.
7. Eschner A. R. — 1960. Observations on a Hybrid Poplar Test Planting in West Virginia. Forest Research Notes. Northeastern For. Exp. Station, No. 111.
8. Finney D. J. — 1964. The Replication of Variety Trials. Biometrics, Vol. 20 (1).
9. Giertych M., Siwecki R. — 1965. Obliczanie parametrów genetycznych dla ukorzeniania się zrzesów i wysokości jednorocznych mieszańców topoli. Acta Soc. Bot. Pol., Vol. XXXIV (3).
10. Kleinschmidt R. — 1961. Versuche mit Fichtenstecklingen für einen genetischen Test. Silvae Genetica, Vol. 10 (1).
11. Kopecky F. — 1962. A Nyarak növekedese es fejlödese. Erdészeti Kutatasok (1—3).
12. Larsen C. M. — 1960. L'amelioration du peuplier par voie genetique. Bulletin de la Societe Royale Forestiere de Belgique (3—4).
13. Larsen C. M. — 1964. Pappelzüchtung ist erfolgreich aber Zeit ist nötig. Der Forst- und Holzwirt, Vol. 19 (12).
14. May S. — 1964. Pravidno oplemenjivanije klonowa topole sive i rapave kore dejstvovom topofize. Topola. Beograd, Vol. 8 (42—43).
15. Meiden H. A. van der. — 1963. The practical importance of different poplar clones — IX Nederl. Bosbouw. Tijdschr, Vol. 35.
16. Pohl Z. — 1962. Studia nad wzrostem i morfologią kórnickich mieszańców *P. maximowiczii* Henry. Arbotetum Kórnickie, Vol. 7, 115—187.
17. Röhrig E. — 1959. Untersuchungen über das Jugendwachstum von Schwarzpappelhybriden auf verschiedenen Standorten. Silvae Genetica, Vol. 8 (1).
18. Sakai K. I. Hatakeyama S. — 1963 Estimation of Genetic Parameters in Forest Trees without Raising Progeny. Silvae Genetica, vol. 12 (5).
19. Schreiner E. J., Stout A. B. — 1934. Descriptions of the New Hybrid Poplars. Bull. of the Torrey Bot. Club (61).
20. Schröck O. — 1956. Das Physiologische Alter und seine Bedeutung für die Wuchsleistung und Abgrenzung von Pappelklonen. Wissenschaftliche Abhandlungen D. A. L. (16).
21. Schröck O., Stern K. — 1952. Untersuchungen zur Frühbeurteilung der Wuchsleistung unserer Waldbäume, zugleich ein Beitrag zur Pappelzüchtung. Der Züchter, Vol. 22 (4—5).
22. Seitz F. W., Sauer E. — 1962. *Salicaceae* — Weiden und Pappeln. Handbuch der Pflanzenzüchtung, Vol. VI, 786—805. Berlin—Hamburg. Paul Parey Verlag.
23. Stecki Z. — 1963. Badania nad wzrostem mieszańców topoli w zastosowaniu do ich selekcji. Arboretum Kórnickie, Vol. 8.
24. Toda R. — 1958. Variation and Heritability of some Quantitative Characters in *Cryptomeria*. Silvae genetica, Vol. 7 (3).
25. Toda R. — 1963. Mass Selection and Heritability Studies in Forest Tree Breeding. Materiały; „World Consultation on Forest Genetics and Tree Improvement. Stockholm”, 23—30 August.
26. Toda R., Nakamura K., Satoo T. — 1959. The Heritability of Tree Height and Stem Girth in *Cryptomeria* through Sexual Reproduction. Silvae genetica. Vol. 8 (2).
27. Weber E. — 1961 Grundriss der biologischen Statistik. VI Auflage. Gustav Fisher Verlag. Jena.
28. Wright J. W. — 1962. Genetics of Forest Tree Improvement. F. A. O. Rzym.



ZBIGNIEW STECKI

*Studies on the variation and dynamics of growth of seedlings and rooted cuttings of poplar hybrids*

Summary

Selection of trees which it is possible to propagate vegetatively depends on the selection of individuals having characters that are satisfactory for the needs of man. It depends on the assumption that trees identical in the genotypic sense, that is belonging to the same clone, should reproduce all the morphological and physiological characters of the tree from which this clone has been propagated.

In the present study several poplar hybrids have been subjected to an analysis performing three types of comparisons:

- 1) a generative hybrid population with a clone standard,
- 2) hybrid seedlings with the clones derived from them,
- 3) individual clones between themselves in comparative field experiments established according to the standard statistical methods.

The results of measurements of heights and diameters over a period of several years comprised the data for analyses. Variance analyses were applied to the studied collections of trees, field experiments were analysed according to the Fisher technique, for the height increments of the various clones the interaction between clones and years of growth were measured and in one instance an attempt was made to calculate the heritability index  $h^2$ .

The performed analyses of the data indicate that there is a very great variability in the characters height and diameter, not only in the populations of generative hybrids, but also within a clone. Variability of the latter is at times so great that it ceases to be useful in the calculations of the degree of heritability  $h^2$  through comparisons of the clonal variation with the variation in the population when the clone is taxonomically very far removed from the generative material with which it is compared.

The course of height and diameter growth of seedlings and clones derived from them are not easy to compare. In this respect the hybrids of *P. angulata* Ait. show a greater degree of similarity than the hybrids of *P. maximowiczii* Henry. In all cases there is a distinctly noticeable influence of weather factors in the different years. Since the studied clones were of necessity introduced into cultivation several years later than the seedlings, the differences in the course of growth could be attributed both to the influence of years and to the fact that a clone and a seedling are not identical in respect of growth.

The clones compared in two field experiments demonstrate an uneven rate of growth. These clones were selected from various hybrid populations. In one experiment a distinct superiority was obtained of several new clones originating from *P. maximowiczii* over the control, which in this case was *P. regenerata*. In the second experiment two clones originating also from *P. maximowiczii* demonstrate equally good growth as the control, which in this case was *P. robusta*. Thus the selection results can be considered as satisfactory.

An analysis of increments for individual years was performed for all the clones at both experimental areas. In different years the increments of the various clones are different. Thus apart from the existence of stable, well established differences between clones, the interaction between years and clones can be de-



monstrated in almost all of the studied examples. This implies that it is not possible to say that our climatic conditions a certain year is good or bad for poplars, since it is necessary to take into consideration the exact origin of the hybrids and to associate their specific reactions to the climatic conditions of individual vegetative seasons.

In the field experiments it has been found that the single tree plot method gives poorer results than the method where more trees are planted per plot.

ЗБИГНЕВ СТЕЦКИЙ

### Исследования изменчивости и динамики роста сеянцев и вегетативно размножаемых гибридов тополей

#### Резюме

Селекция деревьев, способных к вегетативному размножению, основывается на выборе единичных особей, обладающих признаками, отвечающими целям, поставленным человеком. Она опирается на предположению, что деревья, принадлежащие к одному клону, являются генетически однородными и должны повторить все морфологические и физиологические особенности экземпляра, исходного для данного клона.

В работе подвергнут анализу ряд гибридов тополей, причем проведены следующие сравнения:

- 1) генеративно размножаемых популяций гибридов с клонами стандартов,
- 2) гибридных сеянцев и производных от них клонов,
- 3) отдельных клонов между собой, выращиваемых в условиях полевых опытов, заложенных в соответствии с основами статистического метода.

Материалом для анализа служили результаты измерений высоты и диаметров стволов тополей, проводимых в течение нескольких лет. Определялась изменчивость изученных выборок деревьев, данные полевых опытов обрабатывались по методу Фишера, для приростов отдельных клонов вычислялось взаимодействие клоны  $\times$  года роста, а в одном случае была сделана попытка определения показателя наследуемости  $h^2$ .

Проведенный анализ показал, что высота и диаметр стволов очень вариabильны, причем не только в популяциях генеративно размножаемых гибридов, но и внутри клонов. Изменчивость последних иногда бывает столь велика, что определение степени наследуемости  $h^2$  делается невозможным, так как клон весьма далеко отходит от сравниваемого с ним генеративно размножаемого материала.

Ход увеличения высоты и утолщения сеянцев, с одной стороны, и производных от них клонов, с другой, трудно сравнимы. Гибриды *P. angulata* Ait. проявляют большее сходство, чем гибриды *P. taximowiczii* Henry. Во всех случаях обнаруживается заметное влияние погодных условий данного года. Поскольку изучаемые клоны вводились в культуру через несколько лет после сеянцев, различия в ходе роста можно было приписать как влиянию условий года, так и неидентичности клона и сеянца.

Клоны, отобранные из разных гибридных популяций, сравнивались в двух полевых опытах. Была показана их неоднородность по темпам роста. В одном из опытов выявилось четкое превосходство ряда новых клонов, происходящих



от *P. maximowiczii*, над контролем, которым служил *P. regenerata*. В другом опыте два клона, также происходящие от *P. maximowiczii*, показали такой же хороший темп роста, как и контроль (*P. robusta*). Таким образом, результаты отбора являются удовлетворительными.

Анализ прироста деревьев в определенные годы был осуществлен для всех клонов, участвующих и в обоих опытах. В разные годы прирост у разных клонов был различен. Следовательно, кроме постоянно существующих и доказанных различий между клонами, во всех случаях удается показать наличие взаимодействия клоны  $\times$  годы. Это означает, что в условиях нашего климата нельзя утверждать, что тот или иной год благоприятен или неблагоприятен для тополей. Необходимо детально выяснить происхождение гибридов и сопоставить с ним реакции на климатические условия отдельных вегетационных периодов.

В полевых опытах метод, именуемый „single tree plot method”, дает худшие результаты, чем методы, при которых на одной площадке растет большее число деревьев.