

ZBIGNIEW STECKI

Badania przebiegu wzrostu na wysokość pędów topoli w ciągu sezonu wegetacyjnego

1. WSTĘP

Topole są drzewami, których pędy przyrastają w naszym klimacie przez wyjątkowo długi okres czasu. Posłużyło to do wyróżnienia przez Nitscha (Lyr — 1967) osobnego typu wzrostowego A (*Populus*), będącego jednym z czterech, na jakie Nitsch podzielił drzewa i krzewy. Podział ten przedstawia się następująco:

I. Drzewa, u których długi dzień utrudnia pojawienie się spoczynku.

1. Krótki dzień wywołuje spoczynek:

a) dzień długi powoduje wzrost ciągły — typ A (*Populus*),

b) dzień długi powoduje wzrost okresowy — typ B (*Quercus*),

2. Krótki dzień nie wywołuje spoczynku — typ C (*Juniperus*).

II. Drzewa, u których długi dzień nie utrudnia wystąpienia spoczynku — typ D (*Syringa*).

Warto nadmienić, że do typu A zalicza Lyr takie gatunki jak: *Acer rubrum*, *Alnus incana*, *Betula pubescens*, *B. lutea*, *B. papyrifera*, *Catalpa speciosa*, *Cornus florida*, *Larix decidua*, *Liriodendron tulipifera*, *Platanus occidentalis*, *Rhus typhina*, *Robinia pseudoacacia*, *Tsuga canadensis*, *Ulmus americana*, *Viburnum opulus* i oczywiście większość gatunków topoli, o których wzmiance mamy już wystarczające dane. Już z pobieżnego przeglądu tych wszystkich gatunków wynika, że topole przyrastają z nich najdłużej i jedynie niektóre wierzby drzewiaste, których Lyr nie wymienia w żadnym z typów, jak *Salix alba* i *S. fragilis* charakteryzują się co najmniej równie długim okresem przyrostu jak topole (Jović — 1966).

Kozłowski (1962) tak charakteryzuje wzrost drzew na wysokość: „U wielu gatunków wzrost na wysokość zaczyna się wcześniej, często zanim zacznie się okres wolny od przymrozków i prawie cały lub cały przyrost jest zwykle ukończony zanim liście są całkiem wykształcone i zanim drzewo rozbuduje pełnowartościowy mechanizm fotosyntezy. W strefie umiarkowanej, u gatunków o opadających na zimę liściach, zapasy wę-

glowodanów osiągają maksimum w jesieni, maleją wolno w końcu zimy i gwałtownie maleją podczas wiosennego wzrostu". Przytacza on szereg danych o długości przyrostu sosen, dębów, jesionów, buków i klonów. Okazuje się, że większość tych drzew osiąga co najmniej 90% swojego przyrostu rocznego w ciągu średnio 30 dni. Odchylenia od tego okresu wahają się w granicach od 19 do 60 dni. Kozłowski stwierdza natomiast dalej: „Jednakże tempo wzrostu różni się znacznie u poszczególnych gatunków i te z nich, które mają wyjątkowo długi okres przyrostu mogą zużywać produkty fotosyntezy z bieżącego okresu wegetacyjnego przy najmniej w ostatniej części swego wzrostu na wysokość”.

Jak z tego wynika, wzrost na wysokość wiąże się, zdaniem Kozłowskiego, z zawartością i zapasem węglowodanów. Szereg roślin wykorzystuje więc wyłącznie rezerwy roku poprzedniego aby wytworzyć z ich pomocą nowy pęd. Inne rośliny, a do nich należy zaliczyć topole, są zdolne korzystać z produktów swych liści „na bieżąco” dając wyraźny przyrost w drugiej połowie lata.

2. PRZEGLĄD LITERATURY I DOTYCHCZASOWY STAN BADAŃ

W różnych ośrodkach naukowych Ameryki Północnej i Europy próbowano prześledzić przebieg wzrostu pędów topoli i wyjaśnić związki zachodzące pomiędzy długością trwania przyrostu i jego intensywnością w poszczególnych okresach lata a czynnikami, co do których uważa się, że mają wpływ na wzrost. I tak już w latach 1934 i 1938 obserwacje i pomiary wzrostu topoli w ciągu sezonu wegetacyjnego przeprowadził w Leningradzie Bogdanow (1949), którego praca ze względu na warunki wojenne ukazała się ze znacznym opóźnieniem. Badał on następujące topole: *Populus tacamahaca*, *P. suaveolens*, *P. 'Serotina'*, i *P. nigra*. Pomiary przyrostu prowadził bardzo szczegółowo, codziennie pomiędzy godziną 8 a 10 i mierzył po dwa drzewa każdego gatunku. U dwu pierwszych gatunków w 1934 r. odnotował początek przyrostu około 13 maja, a w 1938 r. około 10 maja. *P. nigra* opóźniła w obu przypadkach początek przyrostu o 2 dni, a *P. 'Serotina'* o 5 dni. Znacznie wyraźniej różniły się od siebie terminy zakończenia przyrostu przez poszczególne topole. W 1938 r. najwcześniej kończyła przyrost *P. nigra*, około 22 VIII, następnie *P. suaveolens* (3 IX), *P. tacamahaca* (7 IX), a najdłużej przyrastała *P. 'Serotina'*, do 14 września. W 1934 r. kolejność była ta sama, z tym że wszystkie drzewa zakończyły przyrost o około 10 dni wcześniej niż w 1938 r.

Bogdanow wyróżnił u wymienionych topoli okres szybkiego pędzenia, który zaczynał się około 10 lipca i trwał do końca sierpnia. Po tej dacie krzywa przyrostów bieżących ulegała gwałtownemu załamaniu. Największe przyrosty dzienne w okresie silnego pędzenia wynosiły u *P. sauveo-*

lens i *P. tacamahaca* po 4,5 cm. W pracy tej autor nie przytoczył danych meteorologicznych a jedynie ograniczył się do ogólnikowego stwierdzenia, że układ pogody w latach 1934 i 1938 różnił się tym, że „w 1938 roku druga połowa lata była gorąca i sucha”. Autor ostrożnie sugeruje wniosek, że temperatura była czynnikiem, który zadecydował o tym, że topole w 1938 r. przyrastały o około 10 dni dłużej niż w 1934 r.

Od ukazania się pracy Bogdanowa przez dłuższy okres nie publikowano żadnych wyników tego typu badań nad topolami. Charakterystyczny jest fakt, że w pracy wydanej pod redakcją K o z ł o w s k i e g o (1962), a dotyczącej wyłącznie wzrostu drzew, brak jest jakichkolwiek danych na temat topoli poza osiką i jej mieszańcami. Autorzy różnych rozdziałów tej książki nie wspominają zupełnie publikacji O w a z 1957 r., który pierwszy zastosował metodę dzielenia całego okresu przyrostu topoli na cztery części odpowiadające liczbie dni potrzebnej do osiągnięcia 1/4, 1/2, 3/4 i całości przyrostu rocznego. Części te nazwał Ow kwartylami (ang.: — quartiles). Dopiero w latach sześćdziesiątych pojawia się szereg bardziej szczegółowych prac dotyczących wzrostu pędów u topoli. R e d k o i R e d k o (1964) w warunkach południowego Polesia (Żytomierz) badali przyrost 15 odmian pochodzących z różnych części Związku Radzieckiego. W doświadczeniu tym zrzeszy posadzono w 1960 r. w rozstawie 0,5×0,5 m, a w następnym ścięto na bezpieńki; niestety autorzy nie informują, czy doświadczenie miało powtórzenia. W każdej odmianie mierzono przyrost pędu na pięciu drzewkach. Pomiarzy przeprowadzano codziennie o tej samej godzinie z dokładnością do jednego milimetra. Tak kontrolowany sezon wegetacyjny zamykał się w okresie od około 15 kwietnia do 15 września. Dający się zmierzyć przyrost trwał od 122 do 139 dni. Najkrócej przyrastał mieszańiec o nazwie 'Topol Leningradskij', który kończył całkowicie wegetację już około 31 sierpnia. Wszystkie odmiany, które zaczynały rozwijać się wcześniej miały też i dłuższy okres przyrostu na jesieni. Według spostrzeżeń tych autorów najsilniejsze pędzenie przypadało na maj, niekiedy zaczynało się nawet około 22 kwietnia, a w czerwcu większość badanych topoli osiągnęła już 60-70% tej długości pędów, którą stwierdzono przy końcu sezonu wegetacyjnego.

Istnieją wyraźne analogie pomiędzy wynikami wspomnianych prac a innymi danymi z literatury. Na przykład F o r d i S u c o f f (1961) badali w podobny sposób około 120 klonów różnych mieszańców topoli starając się sprawdzić hipotezę, że wcześniejszy rozwój liści daje w rezultacie silniejszy wzrost na wysokość. Podobne obserwacje nad *P. 'Rochester'* i innymi klonami topoli przeprowadzał S e b a l d (1959), który mierzył wysokości i średnice drzewek. W obu tych pracach wyróżniono grupę mieszańców pochodzących od *P. maximowiczii* Henry. Rozwijają się one wiosną wcześniej od topoli euroamerykańskich (czarnych) i wcześniej wchodzą w okres silnego pędzenia. Natomiast w przypadku innych

odmian nie występowały korelacje pomiędzy terminem rozwijania pączków a ogólnym wzrostem na wysokość i tempem wzrostu w różnych okresach sezonu wegetacyjnego.

We wspomnianej już pracy Owa (1957) i pracy Broekhuizena (1962) wiele uwagi poświęcono określeniu tempa przyrostu pędów w poszczególnych fazach tego przyrostu. Autorzy obu prac podobnie dzielą okres przyrostu na cztery kwartyli. Osiągnęli oni jednak zupełnie różne wyniki. Broekhuizen (l.c.) informuje, że kolejne czwarte części przyrostu całorocznego osiągały pędy badanych przez niego dziewięciu klonów regularnie co miesiąc, w połowie czerwca, lipca, sierpnia i września. Oznaczałoby to, że nie można w ogóle wyróżnić jakiegokolwiek okresu silnego pędzenia. Z tym stwierdzeniem wymienionej pracy (s. 374) nie zgadzają się szczegółowe wyniki zamieszczone w tabeli pomiarów (s. 370). Jak wynika z podanych tam dat, okresy potrzebne różnym odmianom do osiągnięcia poszczególnych kwartyli wzrostu różnią się niekiedy nawet o cały miesiąc. Zupełnie inaczej przedstawia uzyskane dane Ow (1957). Jedną czwartą, połowę, trzy czwarte i całość wysokości końcowej pędów osiągały badane przez niego topole w ciągu 40, 25, 15 i 30 dni. Zwraca uwagę fakt, że czas trwania trzech pierwszych kwartyli podlega skróceniu o 15 i o 10 dni. Świadczy to o istnieniu wyraźnego okresu silnego pędzenia, który dla badanych przez Owa topoli przypadł na drugą połowę lipca.

W wielu pracach podjęto również próby wyjaśnienia związków zachodzących pomiędzy warunkami pogody w sezonie wegetacyjnym i tempem przyrostu w różnych okresach tego sezonu. Jak wspomniano interesował się tym już Bogdanow (1949). W późniejszych pracach wnioski są bardzo różne. Broekhuizen (1962) nie znalazł zależności pomiędzy przyrostem a ilością opadów, natomiast stwierdził, że temperatura i szybkość przyrostu są wyraźnie skorelowane. Jako przykład podaje on wykres przyrostu bieżącego *P. 'Marilandica'* w poszczególnych dniach. Część tego wykresu obejmująca przyrosty od połowy kwietnia do połowy lipca wykazuje wyraźne podobieństwo do wykresu średnich temperatur dziennych (s. 373); natomiast w drugiej połowie sezonu wegetacyjnego trudno jest dopatrzeć się jakiegokolwiek podobieństwa obu linii. Broekhuizen nie dyskutuje jednak tego zjawiska zupełnie. Natomiast Domański (1966) na podstawie dwuletnich obserwacji i pomiarów kilku odmian topoli podaje, że wpływ temperatury na tempo wzrostu zachodzi tylko w pierwszej połowie sezonu wegetacyjnego. Podobny wniosek podałem także w jednej z poprzednich prac (Stecki — 1963). Nie dotyczył on wprawdzie szczegółowych pomiarów wysokości w ciągu sezonu wegetacyjnego, ale wskazywał, że przyrost uzależniony jest od temperatury w pierwszej połowie sezonu. W pracy tej oprócz zwrócenia uwagi na podział okresu wegetacyjnego na dwie części, w których wpływ czynników zewnętrznych na wzrost jest różny, wskazałem też na uzależnienie przyrostu na wy-

sokość nie tyle od temperatur, co od długości okresu usłonecznienia. Do podobnych spostrzeżeń doszedł K o p e c k y (1962), który na ten temat sformułował jeden z wniosków swojej pracy. Na jego poparcie podał on krzywą przyrostu bieżącego *P. 'Thevestina'*, która w okresie od 10 czerwca do 16 września miała przebieg niemal równoległy z krzywą usłonecznienia liczonego w godzinach. Na podstawie wyników tych kilku prac nie można jeszcze rozstrzygnąć jednoznacznie, czy to temperatura, czy też usłonecznienie jest czynnikiem decydującym o przyroście, zwłaszcza że są one w miesiącach letnich dość mocno ze sobą skorelowane,

Drugi z czynników pogody, który oddziałuje na rośliny bezpośrednio, opady atmosferyczne, nie wywiera większego wpływu na wzrost na wysokość (S e b a l d — 1959, S m i r n o w — 1965, S t e c k i — 1963). Pisze o tym również Broekhuizen (1962), który nawet polemizuje z przeciwną tezą G ü n z l a (1954).

Wszystkie wymienione do tej pory publikacje dotyczyły badań przeprowadzonych na topolach rosnących na poletkach doświadczalnych. Praca S c h e u m a n n a i F r i t s c h e (1962) różni się od tych publikacji, gdyż wykonali oni badania laboratoryjne nad stężeniem soku komórkowego. Z liści topoli zbieranych w różnych terminach w ciągu sezonu wegetacyjnego wyciskano sok i mierzono jego wartość osmotyczną metodą refraktometryczną. Stężenie soku okazało się wskaźnikiem dobrze skorelowanym ze wzrostem pędu na wysokość. Autorzy stwierdzili, że analiza próbek pobranych już około 4 lipca pozwalała im z dużą dokładnością przewidzieć, jaka będzie ostateczna długość pędu po zakończeniu sezonu wegetacyjnego.

W kilku ośrodkach europejskich wykonano badania nad przyrostem pędów w ciągu sezonu wegetacyjnego bez publikowania wyników w formie drukowanej. I tak w Ukraińskim Instytucie Badawczym Leśnictwa już w 1960 r. badano przyrost siewek i wegetatywnie mnożonych topoli. Kierownikiem badań była N. W. S t a r o w a, która udostępniła mi swoje sprawozdanie złożone w kierownictwie Instytutu. Nie stwierdziła ona różnic w przebiegu krzywej wzrostowej u siewek i klonów, a nawet pomiędzy różnymi klonami topoli uprawnych. Pędy wszystkich topoli przyrastały do połowy lipca powoli, następnie wchodziły w okres gwałtownego pędzenia, który kończył się dość raptownie we wrześniu. Według Starowej intensywność przyrostu uzależniona jest od długości dnia. Kiedy dzień zaczyna być krótszy przyrost staje się bardziej intensywny. Pogląd ten jest zbliżony jedynie z wnioskami K o p e c k i e g o (1962), który również wskazywał na znaczenie fotoperiodu dla intensywności wzrostu. U południowej *P. 'Thevestina'* zauważył on trzykrotną kulminację przyrostu w ciągu roku w odróżnieniu od dwukrotnej, występującej u innych badanych przez niego topoli. W związku z tym Starowa podjęła doświadczenia nad sztucznym skracaniem dnia i analizowała jego wpływ na intensywność przyrostu. Próby nie dały jednak rezultatu i dalszych badań

zaniechano. Równocześnie wykonano w Charkowie szereg badań nad dobowym przebiegiem przyrostu. Okazało się, że pędy topoli rosną najintensywniej w okresie pomiędzy godziną 8 a 12. Następnie szybkość wzrostu słabnie. Intensywność asymilacji i fotosyntezy, którą badano równolegle przy użyciu radioaktywnego węgla C^{14} , okazała się także największa w pierwszej połowie dnia, słabła między godziną 13 a 15, aby około 17. ustać zupełnie.

Stacja badawcza Czechosłowackiego Instytutu Leśnego w Kostelanach przeprowadziła serię badań nad przebiegiem przyrostu rocznego jedno- i dwuletnich topoli. Wyniki zostały przygotowane do publikacji przez J. M o t t l a.

W instytucie hodowli drzew w Graupa H. Fr. J o a c h i m prowadził przez kilka lat pomiary przyrostu różnych odmian topoli. Jak poinformował mnie w 1969 r., materiały te nie zostały jeszcze opracowane.

W 1967 r. wykonywałem analogiczne doświadczenia z 24 klonami *P. trichocarpa* Hook. w Katedrze Hodowli Lasu norweskiej Wyższej Szkoły Rolniczej w Ås. W doświadczeniu tym użyto proveniencji z obszaru rozciągającego się od Alaski do Kolumbii Brytyjskiej. Powtórzenie tego doświadczenia w następnym roku wykonane przez A. L a n g h a m m e r a i opracowanie ogólnych wyników może przynieść ciekawy materiał dotyczący fotoperiodyzmu u *P. trichocarpa*.

3. CEL I ZAKRES PRACY

Z przeglądu prac nad przebiegiem wzrostu pędów topoli wynika, że szerzej zaczęto interesować się tym zagadnieniem dopiero od około 1960 r., a w interpretacji wyników osiągniętych w różnych krajach i placówkach badawczych brak jest jeszcze zgodności poglądów na takie podstawowe zagadnienia jak:

1. Istnienie prawidłowości lub jej brak w rytmie wzrostowym pędu w ciągu sezonu wegetacyjnego. Jest to stwierdzenie w pewnym sensie zaskakujące, skoro topola posłużyła do wyróżnienia jednego z typów wzrostowych Nitscha (Lyr 1967).

2. Zależność szybkości przyrostu od oddziaływania takich czynników jak: temperatura, usłonecznienie i opady.

3. Wpływ fotoperiodyzmu na rytm wzrostowy.

4. Wpływy dziedziczne na tempo, długość trwania i końcowy wynik przyrostu rocznego.

Ten brak jednoznacznych odpowiedzi na szereg podstawowych zagadnień wynika prawdopodobnie z następujących przyczyn:

- a) ilość nagromadzonego materiału faktycznego jest do tej pory niewystarczająca,

- b) uzyskane wyniki mają zawsze charakter lokalny i autorzy prac stosują wobec nich lokalną interpretację,
- c) w pracach występują błędy metodyczne, szczególnie brak powtórzeń i niewielka ilość przebadanych roślin.

Dla warunków klimatycznych Polski, poza pracą Domańskiego (1966), brak jest zupełnie badań tego typu. Z tego względu przeprowadzono w latach 1965 i 1966 w Kórniku 4 doświadczenia polowe. W doświadczeniach tych najwięcej uwagi poświęcono dwom z poruszonych wyżej zagadnień, a mianowicie badaniu czy istnieją ogólne prawidłowości wzrostu pędów oraz w jakim stopniu rytm wzrostowy zależy od pochodzenia mieszańców. W dyskusji porusza się również pewne problemy metodyczne, głównie sprawę częstości pomiarów najbardziej odpowiedniej dla badań tego typu oraz porównywanie pomiędzy sobą odmian użytych w doświadczeniu w różnych okresach ich wzrostu. Wykonane doświadczenia mają również charakter lokalny i zgromadzony przy ich pomocy materiał faktyczny może być interpretowany tylko dla warunków miejscowych.

4. MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Jak już wspomniano, przeprowadzone zostały ogółem 4 doświadczenia, dwa w 1965 r. i dwa w 1966 r. W dwóch z nich użyto zrzesów posadzonych w szkółce i mierzono przyrost pędów jednorocznych ukorzeniających się sadzonek. W pozostałych dwóch doświadczeniach za materiał posłużyły drzewka o wykształconym systemie korzeniowym. W 1965 r. były to trzyletnie sadzonki topoli, a w 1966 r. dwuletnie sadzonki. Te ostatnie po posadzeniu na polu doświadczalnym przycięto na bezpieńki. W tabeli 1 podana jest charakterystyka wszystkich czterech doświadczeń.

Wszystkie doświadczenia założono metodą kompletnych bloków zrandomizowanych. Doświadczenie 1a znajdowało się w szkółce w Kórniku, 1b — w szkółce Leśnego Gospodarstwa Doświadczalnego Zwierzyniec, a doświadczenia 2 i 3 — na polu doświadczalnym nr VII gospodarstwa PAN w Dziecmierowie.

W poszczególnych doświadczeniach użyto gatunków i odmian uprawnych (kultywarów) stosowanych w uprawie w Polsce oraz nowych mieszańców własnej selekcji. W doświadczeniach 1a i 3 występowały te same klony, natomiast w doświadczeniach 1b i 2 część klonów powtarzała się, a część nie występowała w doświadczeniach poprzednich. Dane o pochodzeniu i udziale w doświadczeniach wszystkich 17 badanych topoli zawiera tabela 2.

Skład odmian w poszczególnych doświadczeniach był tak dobrany, żeby można było porównywać nowe, pochodzące z hodowli kórnickiej

Zestawienie doświadczeń wykonanych w latach 1965 i 1966
List of experiments done in 1965 and 1966

Nr doświadczenia No. of experiment	Rok Year	Materiał roślinny Plant material	Ilość klonów Number of clones	Ilość powtórzeń Number of replicates
1	2	3	4	5
1a	1965	zrzezy cuttings	10	3
1b	1966	zrzezy cuttings	10	3
2	1965	drzewka trzyletnie trees 3 years old	9	3
3	1966	bezpieńki stock-cut plants	10	2

klony mieszańców topoli z będącymi w powszechnej uprawie kultywarami i z gatunkami rodzicielskimi mieszańców. To ostatnie zadanie nie dało się w pełni zrealizować z braku sadzonek *P. × berolinensis* Dipp. i *P. laurifolia* Ledeb. Nowe klony pochodziły od następujących par rodzicielskich: 'Kórnik 1, 2, 35 i 36', od *P. maximowiczii* Henry zapylonej pyłkiem *P. nigra* 'Italica', 'Kórnik 6 i 8', a także uprawiana w Polsce *P. hybrida* 275 od *P. maximowiczii* zapylonej pyłkiem *P. trichocarpa*. Z kolei klony Kórnik 23 i 27' pochodzą z krzyżówki *P. angulata* Ait. \times *P. × berolinensis* Dipp., 'Kórnik 21' jest mieszańcem żeńskiej piramidalnej formy *P. nigra** i *P. × berolinensis*, a klon 'Kórnik 42' tej samej żeńskiej topoli piramidalnej z *P. laurifolia*. Zastosowane w doświadczeniach topole uprawne *P. 'Gelrica'* i *P. 'Robusta'* są mieszańcami pochodzącymi od *P. angulata*, natomiast *P. hybrida* 194 jest mieszańcem *P. maximowiczii* \times *P. × berolinensis*.

Jak wynika z literatury, przy wykonywaniu podobnych doświadczeń w poszczególnych krajach przyjmowano bardzo różną częstość pomiarów i różną dokładność. W opisanych doświadczeniach przyjęto mierzenie długości pędów w odstępach 3-4 dni (dwa razy w tygodniu). Pomiaru rozpoczęto wykonywać od chwili, kiedy topole zaczynały wykształcać nowy pęd. Następuje to znacznie później niż początek wegetacji, którego widocznym pojawem jest rozchylenie się pączka wierzchołkowego. To ostatnie zjawisko uzależnione jest, jak się okazało, z jednej strony od kompleksu warunków pogody w czasie przedwiośnia, a z drugiej od odmiany (gatunku) topoli.

* *P. nigra* 'Italica' występuje w Polsce tylko jako klon męski. Drzewa żeńskie zapewne są mieszańcami. W poprzednich pracach Pohl (1961), Pohl i Stecki (1965) oraz Stecki (1967) używano łącznej nazwy *P. pyramidalis* Roz. dla obydwu tych form.

Tabela 2

Zestawienie badanych topoli
List of investigated poplars

L. p. No.	Nazwa Name	Pochodzenie Origin	W doświadczeniu za- stosowana (+), brak (-) Used in experiment (+), not used (-)			
			1a	1b	2	3
1	<i>P. maximowiczii</i>	gatunek azjatycki — Asiatic species	+	-	+	+
2	<i>P. nigra</i> 'Italica'	kultywar — cultivated plant	+	-	+	+
3	<i>P. angulata</i>	gatunek amerykański — American species	+	-	-	+
4	<i>P.</i> × ' <i>Robusta</i> '	kultywar — cultivated plant	-	-	+	-
5	<i>P.</i> × ' <i>Gerlica</i> '	kultywar — cultivated plant	-	-	+	-
6	<i>P.</i> × <i>hybrida</i> 275**	kultywar — cultivated plant	-	+	+	-
7	<i>P.</i> × <i>hybrida</i> 194	kultywar — cultivated plant	-	+	-	-
8	<i>Kórnik</i> 1	klon nowy — new clone	-	+	-	-
9	<i>Kórnik</i> 2	klon nowy — new clone	+	-	+	+
10	<i>Kórnik</i> 6	klon nowy — new clone	+	+	+	+
11	<i>Kórnik</i> 8	klon nowy — new clone	+	+	+	+
12	<i>Kórnik</i> 21	klon nowy — new clone	+	+	-	+
13	<i>Kórnik</i> 23	klon nowy — new clone	+	+	+	+
14	<i>Kórnik</i> 27	klon nowy — new clone	-	+	-	-
15	<i>Kórnik</i> 35	klon nowy — new clone	+	-	-	+
16	<i>Kórnik</i> 36	klon nowy — new clone	+	+	-	+
17	<i>Kórnik</i> 42	klon nowy — new clone	-	+	-	-

** Znana w literaturze anglosaskiej pod nazwą 'NE-42'.

Dla przykładu w tabeli 3 podano zestawienie obserwacji tego zjawiska u kilku topoli kolekcji kórnickiej w latach 1956 - 1959.

Jak widać z dat zawartych w tej tabeli, początek wegetacji u szeregu topoli użytych także i w opisywanych doświadczeniach przypada na okres od ostatniego dnia marca do pierwszych dni maja, w zależności od temperatury i innych czynników pogody w czasie przedwiośnia i wiosny. W po-

Tabela 3

Daty rozchylania się pączków u pięciu różnych topoli
Data of flushing of the buds by five different poplars

Klon Clone	Rok Year	1956	1957	1958	1959
	<i>P. angulata</i>		4 V	22 IV	3 V
<i>P.</i> 'Gelrica'		4 V	30 IV	7 V	17 IV
<i>P.</i> 'Robusta'		3 V	25 IV	6 V	13 IV
<i>P. hybrida</i> 275		30 IV	10 IV	29 IV	1 IV
<i>P. maximowiczii</i>		28 IV	10 IV	1 V	31 III

równaniu z tymi danymi pomiary przyrostu pędów zaczęto o wiele później; w 1965 r. — 17 i 18 maja, a w 1966 r. początek przyrostu był tak powolny, że różnice z pierwszych kilku pomiarów w drugiej połowie maja mieściły się w granicach błędu pomiarów. Z tego względu pierwsze dane mające jakąkolwiek wartość dla dalszych analiz uzyskano 8 czerwca w doświadczeniu ze zrzecami (1b) i 13 czerwca w doświadczeniu z drzewkami przyciętymi na bezpieńki (3).

Wszystkie pędy mierzono przez cały okres trwania doświadczeń, to znaczy od rozpoczęcia pomiarów do zakończenia przyrostu z jednakową częstotliwością (dwa razy w tygodniu) i z dokładnością do 1 mm. Kiedy trzykrotny kolejny pomiar wykazywał, że długość pędu nie ulega zwiększeniu, przyjmowano ten moment za koniec wzrostu. W doświadczeniach ze zrzecami (1a i 1b) mierzono długość pędów od powierzchni gruntu, na którym opierano używaną do pomiarów łatę drewnianą. Ze znanych mi prac we wszystkich stosowano taki sam sposób mierzenia, z wyjątkiem stacji badawczej w Kostelanach w Czechosłowacji. Tam przy pomiarze pędów na drzewach dwuletnich ustalano na ziemi punkt, przez założenie specjalnych płytek żelaznych, od którego mierzy się długość pędu. Prowadzący pracę Mottl zwracał przy tym uwagę na fakt, że nierówności gruntu mogą być źródłem błędów pomiaru. Jest to pogląd niewątpliwie słuszny, gdy pomiarami objęta jest niewielka ilość sadzonek. Dla przykładu podaję, że w wymienionych w przeglądzie literatury pracach pomiarami objęto w każdej badanej odmianie: u Bogdanowa po 2 drzewa kilkuletnie, u Redko i Redko po 5 sadzonek, u Broekhuizena po 5 lub 10 sadzonek, w Kostelanach po 10 drzewek dwuletnich.

W omawianych doświadczeniach własnych ze zrzecami każdy klon reprezentowany był przez 50 sadzonek w 3 powtórzeniach. Jest to liczba parokrotnie większa od użytej przez innych badaczy. Przyjęto ją ze względu na konieczność uzyskania tą drogą redukcji błędu pomiarów do minimum. W 1969 r. wykonano dodatkowo doświadczenie pomocnicze, w którym mierzono przyrost jednorocznych pędów na zrzecach 3 odmian po 50 sztuk w każdej odmianie. Połowę pomiarów wykonywano podobnie jak w doświadczeniach 1a i 1b z lat 1965 i 1966, to znaczy od powierzchni gruntu, a drugą połowę od utrwalonych punktów (drewnianych kołków wbitych w grunt na stałe). Doświadczenie miało 3 powtórzenia. Wyniki pomiarów poddano analizie wariancyjnej i oszacowaniu błędów. We wszystkich trzech przypadkach błąd standardowy różnicy uzyskanych średnich z pomiarów mieścił się w przedziale ufności, co oznacza, że przy tej ilości pomiarów metoda mierzenia „od gruntu” jest poprawna.

W doświadczeniach 2 i 3 z drzewkami trzyletnimi i z drzewkami przyciętymi na bezpieńki nie było żadnych trudności z ustaleniem punktu, od którego należy zaczynać pomiar, gdyż nowe pędy wyrastały z widocznych nad ziemią części drzewek.

Ustalenie punktu końcowego, do którego należało mierzyć długość

nej. Istotność różnic sprawdzono testem *F*. W poszczególnych doświadczeniach obowiązywał rozkład stopni swobody podany w tabeli 4.

Za jednostkę obliczeniową przyjęto wszędzie średnią wartość pomiarów z poletka. Była to w doświadczeniach ze zrzecami (1a i 1b) średnia z 16 osobników, w doświadczeniu 2 z trzyletnimi drzewami średnia z 12 drzewek, a w doświadczeniu 3 z przyciętymi na bezpieńki sadzonkami średnia z 4 drzewek. W tym ostatnim doświadczeniu, ze względu na pewien brak materiału sadzeniowego, nie można było założyć większych poletek ani powiększyć liczby powtórzeń.

Indywidualne różnice pomiędzy odmianami sprawdzano testem wielokrotnego rozstępu (Duncana). We wszystkich obliczeniach analizy wariancji odjęto składnik zmienności glebowej (powtórzeń), tak że obliczone wartości zmiennej resztowej ograniczone są do zmienności wewnątrz poletek.

5. WYNIKI

W tabeli 5 zestawione są: 1 — daty rozpoczęcia przyrostów przez poszczególne topole we wszystkich czterech doświadczeniach, 2 — daty zakończenia przyrostu, 3 — daty wykształcenia pączka wierzchołkowego i 4 — ilości dni, w ciągu których pędy przyrastały.

A) POCZĄTEK I KONIEC PRZYROSTÓW PĘDÓW

Początek przyrostu był w 1965 r. o więcej niż dwa tygodnie wcześniejszy niż w 1966 r. Najwcześniej zaczęły pędzić topole: *P. angulata*, oraz klony mieszańców — *Kórnik* 6, 8, 21 i 23. O około 6 dni później następował początek przyrostu w doświadczeniu ze zrzecami (1a) u topoli *P. maximowiczii*, 'Kórnik 2 i 35', ale w doświadczeniu z drzewkami trzyletnimi (2) tylko topola 'Kórnik 2' była opóźniona w stosunku do pozostałych. Inaczej zachowały się osobniki *P. nigra* 'Italica', które w doświadczeniu ze zrzecami zaczęły przyrastać już 17 maja, a jako trzyletnie drzewka o 9 dni później. Najpóźniej, bo dopiero w 12 dni po topolach najwcześniej zaczynających przyrost, zaczął przyrastać klon 'Kórnik 36' (mieszaniec *P. maximowiczii* × *P. nigra* 'Italica').

Na wczesne rozpoczęcie przyrostu w 1965 r. miała prawdopodobnie wpływ temperatura. W roku tym pierwsza połowa maja cechowała się stałym wzrostem średnich temperatur dziennych od 6,0°C w dniu 2 maja do 17,0°C w dniu 17 maja. Natomiast w 1966 r. w tym samym okresie wystąpił stały spadek temperatury. W dniu 1 maja średnia dzienna wynosiła 16,0°C, następnie spadła aż do poziomu 8,7°C w dniu 12 maja i wzrosła dopiero w trzeciej dekadzie maja do około 15,0°C. Takie ochło-

Tabela 5

Długość okresu przyrostowego
Data about the duration of the growing period

Klon - Clone	Doświadczenie - Experiment															
	1a				1b				2				3			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
'Kórnik 1'	-	-	-	-	8,6	12,9	29,9	96	-	-	-	-	-	-	-	-
'Kórnik 2'	23,5	29,9	1,1	129	-	-	-	-	20,5	17,9	6,9	120	13,6	14,9	19,9	93
'Kórnik 6'	17,5	17,9	20,9	122	8,6	12,9	14,9	96	18,5	6,9	31,8	111	13,6	10,9	19,9	89
'Kórnik 8'	17,5	17,9	8,9	122	8,6	12,9	10,9	96	18,5	6,3	3,9	111	13,6	4,9	10,9	83
'Kórnik 11'	17,5	6,9	8,9	111	8,6	8,9	1,9	92	-	-	-	-	13,6	10,9	19,9	89
'Kórnik 23'	17,5	29,8	8,9	104	8,6	20,8	15,8	73	18,5	28,8	3,9	102	13,6	21,8	19,8	69
'Kórnik 27'	-	-	-	-	8,6	8,9	10,9	92	-	-	-	-	-	-	-	-
'Kórnik 35'	23,5	17,9	8,9	117	-	-	-	-	-	-	-	-	13,6	10,9	6,9	89
'Kórnik 36'	29,5	17,9	8,9	111	8,6	12,9	25,9	96	-	-	-	-	13,6	14,9	8,9	93
'Kórnik 42'	-	-	-	-	8,6	30,8	17,8	83	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>P. angulata</i> BSB	17,5	11,9	13,9	116	-	-	-	-	-	-	-	-	13,6	29,8	31,8	77
<i>P. maximowiczii</i>	23,5	11,9	20,9	111	-	-	-	-	18,5	6,9	9,9	111	13,6	31,8	19,8	79
<i>P. nigra</i> 'Italica'	17,5	6,9	8,9	111	-	-	-	-	26,5	6,9	9,9	103	13,6	4,9	19,8	83
<i>P. hybr.</i> 194	-	-	-	-	8,6	12,9	14,9	96	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>P. hybr.</i> 275	-	-	-	-	8,6	12,9	1,9	96	18,5	6,9	3,9	111	-	-	-	-
<i>P. cv.</i> 'Robusta'	-	-	-	-	-	-	-	-	18,5	2,9	3,9	107	-	-	-	-
<i>P. cv.</i> 'Gelrica'	-	-	-	-	-	-	-	-	18,5	2,9	3,9	107	-	-	-	-

U waga: kolejne cyfry 1, 2, 3 i 4 w rubrykach oznaczają (the columns numbered 1, 2, 3, 4 are): 1 - data rozpoczęcia przyrostu (growth starting date), 2 - data zakończenia przyrostu (growth stopping date), 3 - data wytworzenia się pączka wierzchołkowego (terminal bud formation date), 4 - ilość dni przyrostu na wysokość (number of days when height growth realized).

dzenie powietrza w okresie bezpośrednio poprzedzającym początek wzrostu pędów spowodowało tak silne opóźnienie tego zjawiska u wszystkich odmian, że dające się pomierzyć przyrosty stwierdzono w doświadczeniu 1b ze zrzecami dopiero 8 czerwca, a w doświadczeniu z drzewkami przycięcymi na bezpieńki jeszcze później, bo 13 czerwca. Różnice w stopniu rozwoju pędów występujące wtedy pomiędzy odmianami były na tyle nieznaczne, że należało przyjąć datę początku wzrostu w 1966 r. za jednakoową dla wszystkich topoli.

Jak widać z tabeli 5, na przykładzie roku 1965, pomiędzy poszczególnymi klonami zaistniały różnice w rozpoczęciu przyrostu sięgające 12 dni w doświadczeniu 1a ze zrzecami i 8 dni w doświadczeniu 2 z drzewkami trzyletnimi. O wiele wyraźniejsze są różnice w terminach zakończenia przyrostu, które zaobserwowano w obu latach. Najwcześniej kończył przyrost klon 'Kórnik 23' (*P. angulata* × *P. × berolinensis*). W doświadczeniach ze zrzecami jego pędy nie przyrastały już po 29 sierpnia w 1965 r. i po 20 sierpnia w 1966 r., a na drzewkach starszych po 20 względnie 21 sierpnia w obu latach. Jest to klon o wyjątkowo krótkim okresie przyrostu. Cała grupa innych klonów przyrastała o około 5-10 dni dłużej, kończąc wzrost w okresie między 2 a 8 września w różnych wariantach doświadczeń. Do grupy tej zaliczyć można topole: 'Kórnik 11', *P. nigra* 'Italica', 'Kórnik 27', *P. cv.* 'Robusta', *P. cv.* 'Gelrica'. Inna grupa, w której znalazły się klony: 'Kórnik 6', 'Kórnik 8', 'Kórnik 36' i *P. hybrida* 194

i 275, kończyła przyrost średnio około połowy września. Najdłużej przyrastał klon 'Kórnik 2'. Jedna z topoli używanych jako drzewo mateczne w wielu krzyżówkach, *P. maximowiczii*, kończyła przyrost w doświadczeniu ze zrzecami (1a) dość wcześnie (11 IX), ale jako drzewko trzyletnie (dośw. 2) i jako bezpieńnik (dośw. 3) wyraźnie wcześniej od innych topoli.

Pączki wierzchołkowe tworzyły się niekiedy wcześniej, a niekiedy później niż występowało zakończenie przyrostu. Nie dało się zauważyć żadnej regularności tego zjawiska. Pojawianie się pączka wierzchołkowego i jego pełne wykształcenie kończy u pędów przyrost z podziału komórek. Dające się mierzyć wydłużanie pędów w przypadkach, w których zauważono wcześniejsze wytworzenie się pączka należy przypisać zatem wyłącznie wydłużaniu się komórek w niezdrewniałej, podwierzchołkowej części pędu. We wszystkich obserwowanych przypadkach było to jednak zjawisko krótkotrwałe, nie dłuższe niż 6 - 7 dni.

Długość trwania przyrostu na wysokość wynosiła u różnych topoli od 77 do 129 dni. Największe różnice dają się zauważyć pomiędzy obydwojema latami, w których wykonano doświadczenia. W 1965 r. (dośw. 1a i 2) okres przyrostu wynosił od 102 do 129 dni dla różnych klonów, a w 1966 r. tylko od 77 do 103 dni. Dla topoli 'Kórnik 23', w doświadczeniu z bezpieńkami (3), stwierdzono nawet tylko 69 dni, ale w dniu rozpoczęcia pomiarów odmiana ta miała już pędy długości około 2,6 cm. Przyjęto zatem i dla niej około 8 dni poprawki, w czasie których mogły urosnąć tak długie pędy. Różnice w długości okresu przyrostu pomiędzy rokiem 1965 a 1966 należy przypisać przede wszystkim spóźnionej wiosnie 1966 r. a szczególnie spadkowi temperatur w pierwszej połowie maja.

Nie można stwierdzić dużych różnic pomiędzy długością okresu przyrostu u topoli jednorocznych (dośw. 1a i 1b) a drzewek dwu- lub trzyletnich (dośw. 2 i 3). Natomiast długość okresu przyrostu dla różnych klonów jest wyraźnie zróżnicowana. W tabeli 6 zestawiono topole rosnące najkrócej i najdłużej we wszystkich czterech doświadczeniach.

Tabela 6

Topole o najdłuższym i najkrótszym okresie przyrostu
Poplars with the longest and the shortest duration of height increment

Doświadczenie Experiment	Najdłuższy okres Longest duration was		Najkrótszy okres Shortest duration was	
	u klonu by clone	dni days	u klonu by clone	dni days
1a	<i>Kórnik 2</i>	129	<i>Kórnik 23</i>	104
1b	<i>Kórnik 1, 6, 8, 36</i> <i>P. hybr. 275,</i> <i>P. hybr. 194,</i>	96	<i>Kórnik 23</i>	73
2	<i>Kórnik 2</i>	120	<i>Kórnik 23</i>	102
3	<i>Kórnik 2</i>	103	<i>Kórnik 23</i>	77

Klon 'Kórnik 2', występujący w trzech doświadczeniach, przyrastał zawsze najdłużej. Nie użyto go w doświadczeniu 1b ze zrzecami — 1966 r., w którym najdłuższy okres przyrastania wykazało kilka klonów na raz. Natomiast klon 'Kórnik 23' przyrastał zawsze najkrócej. Różnica w długości okresu przyrostu tej topoli a klonu 'Kórnik 2' i innych dysponujących najdłuższym okresem, wynosiła od 18 do 25 dni w poszczególnych doświadczeniach. Na tę różnicę składa się przede wszystkim wcześniejsze kończenie przyrostu jesienią u klonu 'Kórnik 23'. W poszczególnych doświadczeniach klon ten kończył przyrost wcześniej od najdłużej przyrastających o 20 dni (dośw. 2 — 1965 r.), 23 dni, 24 dni, a nawet o cały miesiąc (doświadczenie 1a — 1965 r.). Równocześnie jednak w tym ostatnim przypadku klon 'Kórnik 23' rozpoczął swój przyrost 6 dni wcześniej niż klon 'Kórnik 2'.

W drugiej połowie lipca 1965 r. zauważono na niektórych sadzonkach *P. hybrida* 275 tworzenie się pączka wierzchołkowego. Przyrost tych sadzonek ulegał silnemu zahamowaniu na kilka dni. Tworzący się pączek wierzchołkowy nie miał jednak nigdy wyglądu „dojrzałego”, pozostawał zielony z silnie oblepionymi balsamem łuskami. Po zaledwie kilku dniach następował jego rozwój, wyrastał z niego nowy pęd, który przyrastał dalej bardzo szybko. Nie dłużej jak po okresie jednego tygodnia od chwili opadnięcia wszystkich jego łusek, na pędzie nie było śladu po takim pączku. Dopiero na jesieni po zdrewnieniu pędów można było na brązowej lub wiśniowego koloru korze zauważyć, w miejscu tworzenia się tego krótkotrwałego pączka, niewielki ślad w formie poprzecznej kreski, tak jakby była to granica pomiędzy dwoma przyrostami rocznymi. Zjawisko to obserwowano dokładniej w doświadczeniach 1b i 3 w 1966 r. U klonu *P. hybrida* 275 stwierdzono wtedy do 30% sadzonek ze sformowanym w końcu lipca pączkiem i rozpoczynających ponowny wzrost. Kilka procent takich sadzonek stwierdzono również u klonu 'Kórnik 8', a pojedyncze sadzonki u pozostałych klonów pochodzących od *P. maximowiczii*. Nie stwierdzono tworzenia się krótkotrwałego, letniego pączka u klonów 'Kórnik 23, 27 i 42'. Natomiast w doświadczeniu 3 (z bezpiekami) u niektórych drzewek biorących udział w tym doświadczeniu klonów tworzył się pączek wierzchołkowy w końcu lipca lub na początku sierpnia.

B) OGÓLNE WYNIKI WZROSTU I JEGO ŚREDNIA SZYBKOŚĆ

Intensywność wzrostu na wysokość i uzyskana przez poszczególne odmiany końcowa długość pędów po sezonie wegetacyjnym 1965 r. była większa niż w 1966 r. Wpłynęły na to niewątpliwie niekorzystne warunki roku 1966, szczególnie spóźnienie początków wegetacji o około 3 tygodnie.

Szczegółowe wyniki wzrostu wszystkich odmian w obu latach zestawiono w tabeli 7.

Jak wynika z danych tej tabeli, różnice pomiędzy tymi samymi odmianami w doświadczeniach ze zrzeczami w latach 1965 (1a) i 1966 (1b) wynoszą od 40 do 60 cm na korzyść roku 1965. W tym samym roku także na drzewkach trzyletnich (dośw. 2) przyrosty były duże, wyniosły od 98 do 138 cm. Natomiast w doświadczeniu 3 z bezpienkami z 1966 r. przyrosty były najslabsze.

W obrębie tego samego doświadczenia występowały duże różnice w ogólnej wartości przyrostu pomiędzy różnymi odmianami. W dwóch doświadczeniach z 1965 r. odmiany rosnące najslabiej różniły się od najmocniejszych o 59 (1a) i 37 (2) cm. W 1966 r. różnice te są mniejsze w doświadczeniu ze zrzeczami (1b) i wynoszą tylko 40 cm, ale znacznie większe w doświadczeniu z bezpienkami — 62 cm. Najgorzej przyrastającą topolą jest *P. nigra* 'Italica'. W trzech doświadczeniach, w których występowała, miała najmniejszy przyrost roczny ze wszystkich klonów. Klonu, który by

Tabela 7

Długość pędów jednorocznych w końcu sezonu w cm
The length of the one-year shoots after the growing season (in centimeter)

Klon — Clone	Doświadczenie — Experiment			
	1a 1965	1b 1966	2 1965	3 1966
'Kórnik 1'	—	77,2	—	—
'Kórnik 2'	134,4	—	120,3	106,1
'Kórnik 6'	156,4	97,5	117,8	100,1
'Kórnik 8'	148,7	92,0	130,6	100,3
'Kórnik 21'	103,4	64,7	—	73,3
'Kórnik 23'	115,5	60,2	101,7	84,6
'Kórnik 27'	—	70,4	—	—
'Kórnik 35'	113,8	—	—	65,7
'Kórnik 36'	115,0	73,9	—	85,5
'Kórnik 42'	—	72,8	—	—
<i>P. angulata</i> BSB	129,2	—	—	77,0
<i>P. maximowiczii</i>	130,0	—	138,3	53,2
<i>P. nigra</i> 'Italica'	97,1	—	97,7	44,5
<i>P. hybrida</i> 194	—	86,5	—	—
<i>P. hybrida</i> 275	—	86,0	127,4	—
<i>P. cv.</i> 'Robusta'	—	—	135,3	—
<i>P. cv.</i> 'Gelrica'	—	—	133,6	—

zajmował w szeregu wartości całorocznych przyrostów zdecydowanie pierwsze miejsce, nie udało się wyróżnić, ale w każdym z czterech przeprowadzonych doświadczeń zawsze bardzo dobrą pozycję zajmuje mieszańiec 'Kórnik 8' (*P. maximowiczii* × *P. trichocarpa*).

Na podstawie porównania danych z tabeli 7 i tabeli 5 można obliczyć dla poszczególnych klonów i doświadczeń orientacyjny wskaźnik szybkości wzrostu w ciągu całego okresu przyrastania, dzieląc uzyskaną koń-

cową długość pędów przez liczbę dni, w czasie których rośliny przyrastały. Wartości tego wskaźnika nie wykazują jednak żadnej wyraźniejszej regularności, to znaczy, że końcowa długość jednorocznych pędów nie zależy od ilości dni trwania przyrostu. Dały się zauważyć jedynie pewne korelacje w doświadczeniu ze zrzezami z 1966 r. (1b). I tu jednak, przy takiej samej długości okresu przyrastania wynoszącej 96 dni, niektóre klony przyrosły tylko 74 cm ('Kórnik 36'), a inne 97 cm ('Kórnik 6'). Czasami też słaby przyrost roczny skorelowany jest z małą ilością dni jego trwania, jak to ma miejsce w doświadczeniu z drzewkami trzyletnimi (2) u *P. nigra* 'Italica' oraz 'Kórnik 23'. Ten ostatni klon w porównaniu z innymi topolami ma w doświadczeniu z bezpienkami (3) wyjątkowy zupełnie wynik — 84,6 cm przyrostu w ciągu zaledwie 69 dni.

C) ANALIZA TEMPA WZROSTU W RÓŻNYCH OKRESACH SEZONU WEGETACYJNEGO

Wskaźnik szybkości wzrostu, jako iloraz ogólnej długości pędu przez ilość dni trwania wzrostu, nie dostarcza dobrej informacji o tym, jak przebiega wzrost w ciągu całego sezonu wegetacyjnego. Dlatego też dla poszczególnych klonów wykonano szczegółową analizę przebiegu przyrostu na rysunkach przyrostów bieżących oraz metodą kwartyli. Rysunki zostaną omówione później. Metoda kwartyli została zaczerpnięta z prac Owa (1957) i Broekhuizen (1962). Polega ona na podzieleniu końcowej długości pędu, po zakończeniu sezonu wegetacyjnego, na cztery równe części i odczytaniu w zapisie pomiarów dat odpowiadających osiągnięciu przez pęd wysokości jednej czwartej, połowy, trzech czwartych i pełnej wysokości końcowej. Uzyskuje się w ten sposób cztery okresy różniące się od siebie liczbą dni, a więc i średnim tempem przyrastania pędu.

W tabeli 8 zestawiono dla wszystkich czterech doświadczeń dane: a) kiedy najwcześniej i kiedy najpóźniej kończyły się poszczególne kwartyly, b) rozstęp pomiędzy tymi datami wyrażony w dniach, c) długość trwania kwartylu u najszybciej i najwolniej rosnącej odmiany i d) średnią długość trwania kwartylu w całym doświadczeniu.

W dwóch doświadczeniach ze zrzezami (1a i 1b) oraz na drzewkach trzyletnich (dośw. 2) pędy topoli osiągnęły jedną czwartą długości końcowej najwcześniej w trzeciej dekadzie czerwca lub w pierwszych dniach lipca. Wyraźnie wcześniej nastąpiło to w doświadczeniu 3 z bezpienkami w 1966 r., bo już w drugiej dekadzie czerwca. Różnice pomiędzy poszczególnymi odmianami w ramach tego samego doświadczenia sięgają 12 dni. Wyjątkiem jest doświadczenie 1b ze zrzezami z 1966 r., w którym wystąpił rozstęp pomiędzy najwolniejszą a najszybszą we wzroście odmianą, wynoszący aż 17 dni. Dla odmian wchodzących w skład doświadczenia z bezpienkami (3) przy określeniu długości pierwszego kwartylu zastosowano, jak już wspomniano, poprawkę o 8 dni przyjętą jako czas, w którym rosły już pędy przed dokonaniem pierwszego ich pomiaru (13 VI

Tabela 8

Daty zakończenia i długość trwania kwartyli wzrostowych
Dates of finishing and duration length of growth quartiles

Doświad- czenie Experi- ment	Kwartyly - Quartiles																			
	I					II					III					IV				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1 a	29 VI -					20 VII -					6 VIII -					4 IX -				
	12 VII	13	43	54	46	7 VIII	18	21	32	26	28 VIII	22	14	26	20	29 IX	25	21	38	32
1 b	17 VI -					16 VII -					9 VIII -					1 IX -				
	4 VII	17	17	34	29	8 VIII	23	29	38	34	25 VIII	16	13	20	17	19 IX	18	22	32	26
2	23 VI -					18 VII -					4 VIII -					28 VIII -				
	5 VII	12	36	48	44	28 VII	10	15	24	22	23 VIII	17	17	26	21	17 IX	20	19	26	24
3	10 VI -					22 VI -					9 VII -					31 VIII -				
	21 VI	11	7	18	13	26 VII	34	10	35	19	20 VIII	42	17	41	33	19 IX	19	30	53	39

Uwaga: kolejne cyfry 1, 2, 3, 4, 5 w rubrykach oznaczają: (the columns numbered 1, 2, 3, 4, 5 are): 1 - data najwcześniejszego i najpóźniejszego zakończenia kwartyli (date of the earliest and the latest finishing of quartiles), 2 - ilość dni rozstępu pomiędzy datami w kolumnie 1 (number of days of difference between the dates in column 1), 3 - najkrótszy czas trwania kwartyli - w dniach (the shortest duration of quartiles - in days), 4 - najdłuższy czas trwania kwartyli (the longest duration of quartiles), 5 - średnia długość trwania kwartyli (average length of duration of quartiles).

1966). Pomimo tej poprawki czas trwania pierwszego kwartylu w 1966 r. jest bardzo krótki, a w 1965 r. bardzo długi.

Drugi kwartył, czyli połowę całorocznego przyrostu, osiągnęły topole w obu doświadczeniach ze zrzecami (1a i 1b) oraz w doświadczeniu na drzewach trzyletnich w 1965 r. (2) w drugiej połowie lipca i w sierpniu, czyli w czasie prawie o połowę krótszym niż pierwszy. W 1966 r. trzeba było jednak na ten odcinek przyrostu o kilka dni dłuższego czasu. Potwierdzają to także dane dotyczące doświadczenia nr 3, z tym zastrzeżeniem, że w doświadczeniu wystąpiły największe różnice w długości drugiego kwartylu sięgające 34 dni.

Trzeci kwartył wzrostowy osiągnęły topole w ciągu miesiąca sierpnia. Wyjątkiem jest znowu doświadczenie 3 (z 1966 r.), w którym niektóre odmiany już w początkach lipca (9 VII) osiągnęły 75% końcowej długości swoich pędów. Na ogół jednak ten trzeci kwartył trwał w doświadczeniach 1a, 1b, i 2 wyraźnie krócej od pozostałych, natomiast w doświadczeniu 3 uległ wydłużeniu.

Czwarty okres, czyli ostatnia czwarta część przyrostu rocznego, jest dość długi we wszystkich doświadczeniach. Tempo wzrostu topoli jest wówczas już słabe, tak że w doświadczeniu 3 jest to okres najdłuższy ze wszystkich. W pozostałych doświadczeniach przypomina on swoją długością okres drugi.

W kolumnach 3 i 4 tabeli 8 dla każdego kwartylu podano liczby dni, które są potrzebne dla odmian rosnących najszybciej i najwolniej w danym kwartylu do osiągnięcia kolejnej jednej czwartej części całorocznego przyrostu. Różnice pomiędzy odmianami najszybszymi i najpowolniejszymi wynoszą w doświadczeniach 1a, 1b i 2 do 12 dni. W doświadczeniu

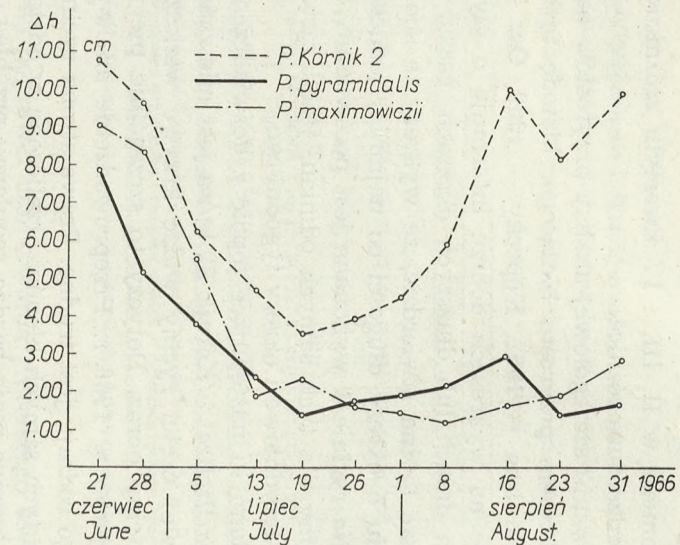
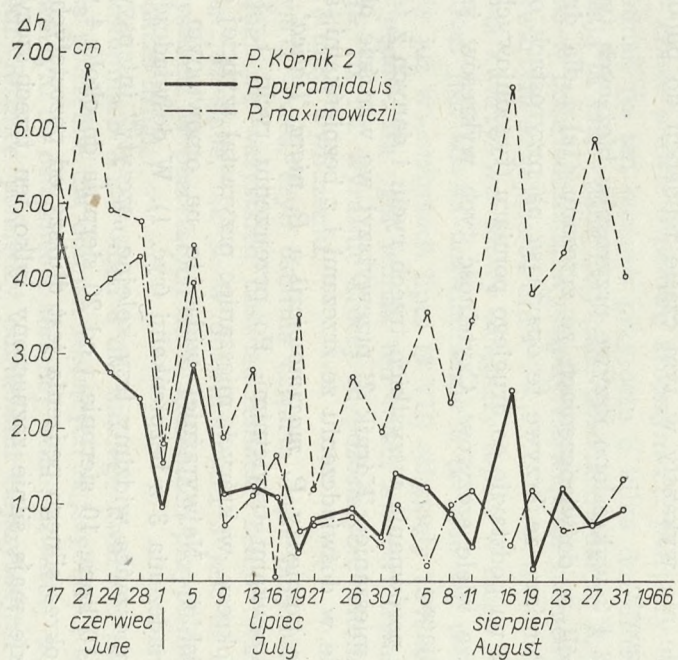
3 występuje natomiast w II, III, i IV kwartyłu zróżnicowanie sięgające 25 dni; jest to bardzo duża różnica.

Przy wykonywaniu szczegółowej analizy przyrostów najlepiej jest posługiwać się wykresem przyrostu bieżącego. Metodę tę stosuje się powszechnie (Broekhuizen — 1962, Kopecky — 1962, Ow — 1957 i inni). Krzywe uzyskane na wykresach dobrze informują o szybkości wzrostu w poszczególnych dniach lub dłuższych okresach czasu. Na podstawie przytoczonych prac można stwierdzić, że wykresy te sporządza się najczęściej w oparciu o okresy długości co najmniej jednego tygodnia lub jeszcze dłuższe. Na rycinie 1 wykonane jest porównanie, jakiego rodzaju krzywe uzyskujemy dla tych samych odmian, jeżeli zastosujemy na osi odciętych okresy trzydniowe i okresy tygodniowe.

Analizie poddano tu następujące topole z doświadczenia 3: *P. maximowiczii*, *P. nigra 'Italica'* i *'Kórnik 2'*, która jest mieszańcem dwóch poprzednich. W lewej części ryciny widać krzywe wieloszczytowe, które dają niezbyt czytelny obraz. Dotyczy to szczególnie pierwszych tygodni okresu wegetacyjnego w 1966 r. Przeprowadzenie analizy i komentarza dla krzywych tego rodzaju jest trudne. Prawa strona ryciny ukazuje nam przyrosty bieżące tych samych klonów przeliczone w odstępach tygodniowych. Uzyskane krzywe mają bardzo regularny przebieg. Z ryciny 1 widać wyraźnie, że wszystkie trzy topole miały okres silnego pędzenia w czerwcu, bardzo wolno przyrastały około połowy lipca, a następnie w sierpniu mieszaniec *'Kórnik 2'* zaczął ponownie silnie rosnać. Oba gatunki rodzicielskie nie wykazały w tym czasie tendencji do ponownego przyspieszenia wzrostu.

Na rycinach 2 i 3 wykreślono krzywe przyrostów bieżących tych samych trzech topoli w doświadczeniach ze zrzecami (1a) i dla drzewek trzyletnich (2). Pomimo, że krzywe te oparte są na przyrostach okresowych obliczonych na podstawie co drugiego pomiaru (tygodniowych) wykazują one jeszcze wiele szczytów. Czytelność tych wykresów jest już jednak wystarczająca.

Na podstawie porównania wszystkich trzech rycin i danych z tabeli 7 stwierdzamy, że mieszaniec *'Kórnik 2'* przewyższył we wzroście oba gatunki rodzicielskie w doświadczeniu ze zrzecami i z bezpienkami, a zajął miejsce pośrednie pomiędzy *P. maximowiczii* a *P. nigra 'Italica'* w doświadczeniu z drzewkami trzyletnimi. Po przejrzaniu rycin 1-3 znajdujemy na nich okresy, w których mieszaniec przyrastał szybciej od gatunków rodzicielskich. Najwyraźniej widać to na omówionym wyżej przykładzie doświadczenia 3 z bezpienkami (ryc. 1). W doświadczeniu ze zrzecami (1a) u mieszańca widzimy trzy kolejne „szczyty” intensywności przyrostu, około 10 lipca, 10 sierpnia i od 20 sierpnia do około 4 września. Ten ostatni okres silnego pędzenia jest dłuższy od pozostałych. Obie topole rodzicielskie mają silnie zaznaczony tylko ten trzeci szczyt i to obejmujący niewiele dni. *P. maximowiczii* miała również jeszcze okres



Ryc. 1. Przyrosty bieżące *P. maximowiczii*, *P. nigra* 'Italica' i ich mieszańca w doświadczeniu 3

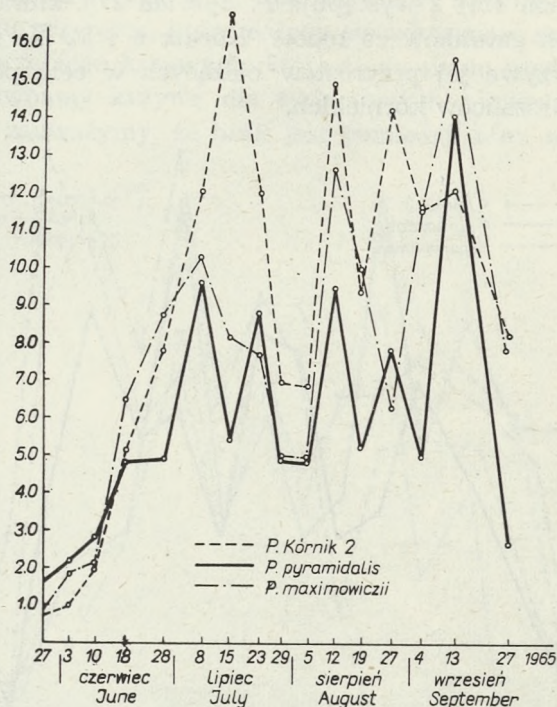
Krzywa z pomiarów dwa razy w tygodniu (lewa) i raz w tygodniu (prawa)

Fig. 1. The current increment of *P. maximowiczii*, *P. nigra* 'Italica' and their hybrid in the experiment No 3

The curve after measurements twice a week (left) and once a week (right)

silniejszego wzrostu około 10 sierpnia, natomiast w czasie gdy u mieszańca zaznaczył się pierwszy szczyt (lipiec) topole rodzicielskie przyrastały dość regularnie, ale powoli.

W doświadczeniu 2 z drzewkami trzyletnimi liczba „szczytów” szyb-



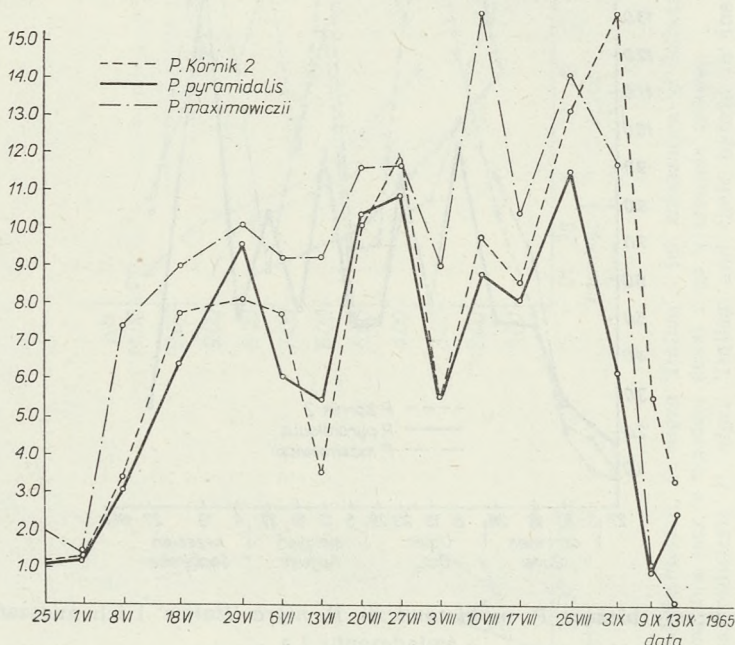
Ryc. 2. Przyrosty bieżące *P. maximowiczii*, *P. nigra* 'Italica' i ich mieszańca w doświadczeniu 1 a

Fig. 2. The current increment of *P. maximowiczii*, *P. nigra* 'Italica' and their hybrid in the experiment 1 a

kości przyrastania jest większa (ryc. 3). Krzywe dla *P. nigra* 'Italica' i dla 'Kórnik 2' mają ich po trzy; w ostatniej dekadzie czerwca, między 20 a 27 lipca i około 26 sierpnia. Obie topole przyrastają niemal jednakowo szybko. Dopiero trzeci okres silnego pędzenia przedłużył się u mieszańca, o kilka dni, do pierwszych dni września. Na skutek tego topola 'Kórnik 2' osiągnęła większy przyrost roczny niż gatunek ojcowski. Natomiast drzewo mateczne *P. maximowiczii* miało oprócz wymienionych trzech jeszcze czwarty okres wzmożonego przyrostu, około 10 sierpnia. Jest to bardzo silnie zaznaczony dodatkowy szczyt, a okresy wolniejszego pędzenia nie są u tej topoli równie wyraźne jak u dwóch pozostałych.

Przebieg przyrostu trzech innych klonów: 'Kórnik 6', 'Kórnik 8' i 'Kórnik 23' przedstawiony jest na rycinach od 4 do 7. Klony te występują we wszystkich czterech doświadczeniach. Krzywe nakreślone dla mieszańców *P. maximowiczii* × *P. trichocarpa*, 'Kórnik 6 i 8' mają na ry-

cinach 4, 5 i 7 bardzo podobny przebieg. W doświadczeniu z drzewkami trzyletnimi okazało się, że te dwa klony rosły niemal identycznie. Dlatego też na rycinie 6, która przedstawia wyniki z tego doświadczenia, dla zwiększenia jego czytelności naniesiono tylko krzywą dla klonu 'Kórnik 8'. W doświadczeniach 1b i 2 występuje *P. hybrida* 275, która jest mieszańcem tych samych gatunków co topole 'Kórnik 6 i 8'. Na rycinach 5 i 6 naniesione są krzywe jej przyrostów bieżących w celu porównania ich z przyrostami mieszańców kórnickich.



Ryc. 3. Przyrosty bieżące *P. maximowiczii*, *P. nigra* 'Italica' i ich mieszańca w doświadczeniu 2

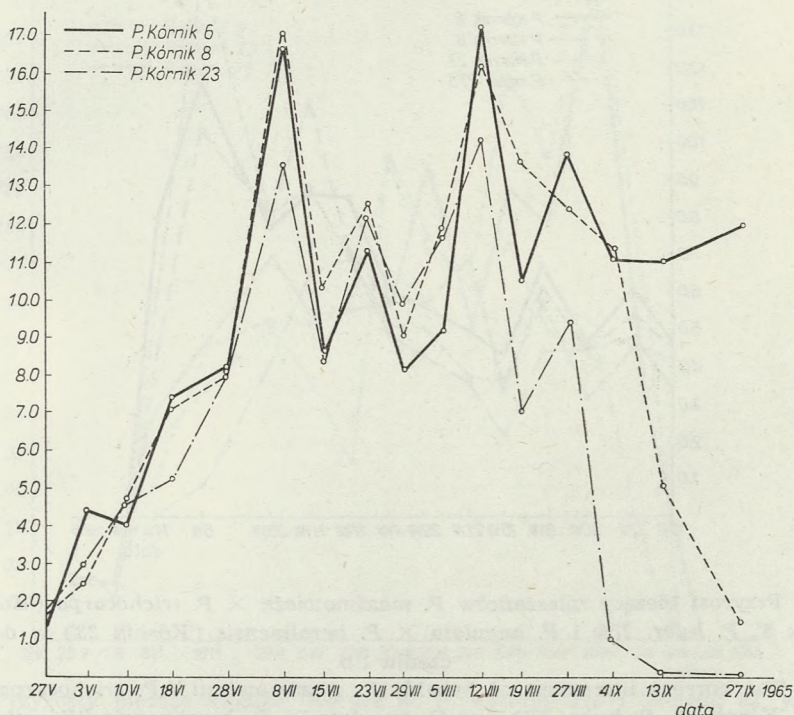
Fig. 3. The current increment of *P. maximowiczii*, *P. nigra* 'Italica' and their hybrid in the experiment 2

Jak wynikało z analizy danych tabeli 6, klon 'Kórnik 23' kończył we wszystkich doświadczeniach najwcześniej swój wzrost na wysokość. Na rycinach od 4 do 7 widać, że również okres jego szybkiego pędzenia kończy się wcześniej niż u mieszańców pochodzących od *P. maximowiczii*. W doświadczeniach ze zrzecami (1a i 1b) okres ten kończył się wyraźnie pomiędzy 12 a 19 sierpnia 1965 r. i pomiędzy 18 a 25 sierpnia w 1966 r. Na drzewach trzyletnich wystąpiło to pomiędzy 10 a 17 sierpnia, a na bezpieńkach około 17 sierpnia. Dwa inne mieszańce, 'Kórnik 6' i 'Kórnik 8' oraz *P. hybrida* 275 wykazują we wszystkich doświadczeniach dodatkowy okres wzmożonego przyrostu bieżącego w ostatnich dniach sierpnia lub na początku września. W 1966 r. jeszcze przez około 14 dni września miał miejsce bardzo szybki wzrost tych topoli. Klon 'Kórnik 23' (mie-

szaniec *P. angulata* × *P. berolinensis*) różni się od mieszańców *P. maximowiczii* nie tylko tym, że wcześniej od nich kończy przyrost, ale i tym, że nie ma okresu przyspieszonego wzrostu tuż przed jego zakończeniem. Jest to wyraźnie klon wchodzący wcześniej w okres spoczynku zimowego.

Pomiędzy klonami 'Kórnik 6', 'Kórnik 8' i *P. hybrida* 275 nie ma różnic w przebiegu przyrostu, które dałyby się udowodnić statystycznie. Wynika to też z przebiegu krzywych, które są do siebie bardzo podobne.

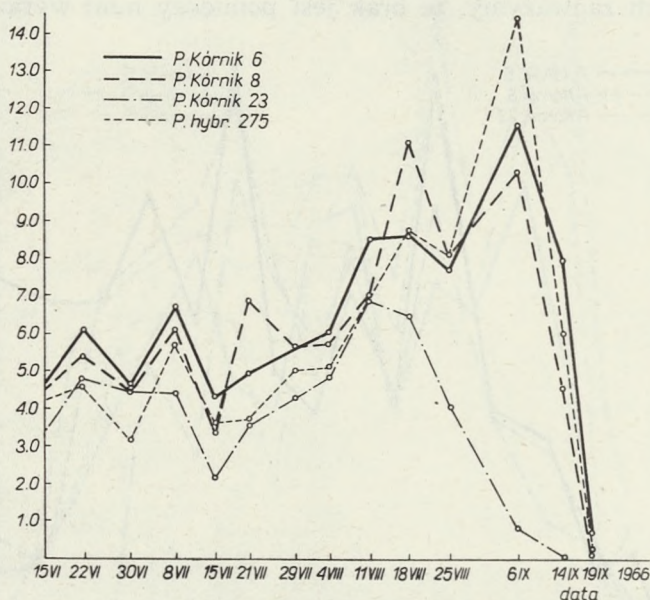
Jeżeli porównamy krzywe dla tych samych klonów w różnych doświadczeniach zauważymy, że brak jest pomiędzy nimi wyraźnych podob-



Ryc. 4. Przyrost bieżący mieszańców *P. maximowiczii* × *P. trichocarpa* ('Kórnik 6' i 'Kórnik 8') i *P. angulata* × *P. berolinensis* ('Kórnik 23') w doświadczeniu 1a
 Fig. 4. The current increment of hybrids *P. maximowiczii* × *P. trichocarpa* ('Kórnik 6' and 'Kórnik 8') and *P. angulata* × *P. berolinensis* ('Kórnik 23') in the experiment 1a

bieństw. W każdym doświadczeniu i każdym roku przyrost przebiega nieco inaczej. W doświadczeniu 1a (1965 r. — zrzezy) można zauważyć na rycinie 4 dwa typowe szczyty przyrostu, pod koniec czerwca i w pierwszej połowie sierpnia. W analogicznym, ale założonym o rok później doświadczeniu 1b, którego wyniki przedstawione są na rycinie 5, nie ma już pierwszego szczytu przyrostu w czerwcu. Wszystkie klony rosły w umiarkowanym tempie do około 4 sierpnia. Wówczas dopiero nastąpiło przyspieszenie wzrostu, u klonu 'Kórnik 23' zaledwie na okres dwóch

tygodni, u pozostałych trzech topoli na dłużej. W doświadczeniu 2 z drzewkami trzyletnimi obserwujemy stopniowy, stały wzrost szybkości przyrastania klonów pochodzących od *P. maximowiczii*, od początku sezonu do ostatnich dni sierpnia (ryc. 5). Podobnie, z pewnymi odchyleniami, rosły w tym doświadczeniu klony przedstawione na rycinie 3. Klon 'Kórnik 23' jest wyjątkiem, który był już omówiony. W doświadczeniu z bezpieńkami (3) występuje podobny przebieg krzywych przyrostu bie-



Ryc. 5. Przyrost bieżący mieszańców *P. maximowiczii* × *P. trichocarpa* ('Kórnik 6', 'Kórnik 8', *P. hybr.* 275) i *P. angulata* × *P. berolinensis* ('Kórnik 23') w doświadczeniu 1 b

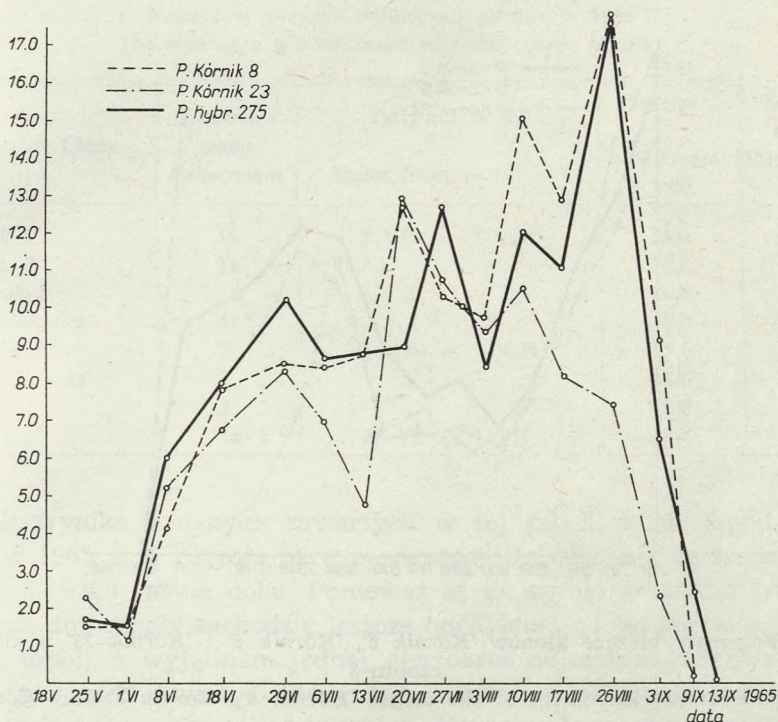
Fig. 5. The current increment of hybrids *P. maximowiczii* × *P. trichocarpa* ('Kórnik 6', 'Kórnik 8', *P. hybr.* 275) and *P. angulata* × *P. berolinensis* ('Kórnik 23') in the experiment 1 b

żącego od początku doświadczenia (13 czerwca) do około połowy sierpnia (ryc. 1 i 7), ale po tym czasie krzywe dla poszczególnych klonów rozchodzą się niezależnie od siebie.

W czasie doświadczeń wystąpiło zahamowanie przyrostu różnych klonów w ciągu lipca, co daje się zauważyć na wszystkich rycinach. U niektórych topoli trwa ono dłużej, u innych krócej. Czasami, jak w przypadku *P. maximowiczii* i *P. nigra* 'Italica' w doświadczeniu 3 z bezpieńkami, nie dochodzi już do ponownego przyspieszenia wzrostu. Najczęściej obserwowano to zahamowanie przyrostu w okresie pomiędzy 8 a 15 lipca. Pewne wyjątki stanowią topole: 'Kórnik 2' w doświadczeniu 3 z bezpieńkami oraz *P. maximowiczii* i *P. nigra* 'Italica' w doświadczeniu 1b ze zrze-

zami z 1966 r., u których dopiero w końcu lipca i na początku sierpnia przyrost uległ zahamowaniu.

W związku z występowaniem zahamowania przyrostu w lipcu u prawie wszystkich topoli, które występowały w doświadczeniach, podjęto próbę znalezienia powiązania pomiędzy tym zjawiskiem a czynnikami pogody. W latach 1965 i 1966 nie udało się stwierdzić żadnej zależności pomiędzy temperaturą, opadami i usłonecznieniem z jednej strony, a intensywnością przyrostu w różnych okresach lata z drugiej strony. Wszy-



Ryc. 6. Przyrosty bieżące klonów 'Kórnik 8', *P. hybrida* 275 i 'Kórnik 23' w doświadczeniu 2

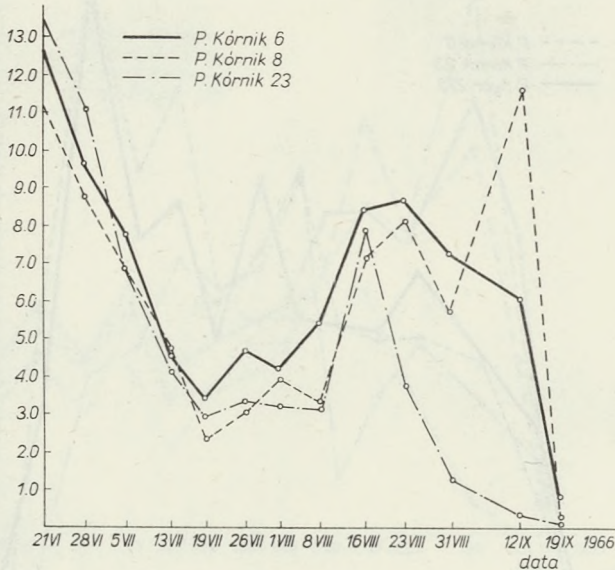
Fig. 6. The current increment of the clones 'Kórnik 8', *P. hybrida* 275 and 'Kórnik 23' in the experiment No 2

stkie doświadczenia wykazały też, że po okresie wolnego wzrostu w lipcu, następuje prawie u wszystkich topoli kulminacja szybkości wzrostu w sierpniu. Różny jest tylko czas jej trwania u różnych odmian. Kulminacji tej brak u kilku odmian topoli w doświadczeniu z bezpieńkami (3), ale w pozostałych doświadczeniach występowała ona zawsze.

D) PRÓBA KORELACJI POMIARÓW W CIĄGU SEZONU Z KOŃCOWĄ DŁUGOŚCIĄ PĘDÓW

Długotrwały wzrost topoli na wysokość powoduje, że podejmuje się próby stosowania różnego rodzaju prognozy wczesnej, która pozwoliłaby określić końcowy rezultat przyrostu całorocznego. Za przykład może słu-

żyć praca Scheumanna i Fritsche (1962), w której stosuje się test fizjologiczny. W niniejszej pracy próbowano znaleźć korelację pomiędzy wysokością pędów topoli osiąganą w różnych terminach wykonywania pomiarów a wysokością ostateczną. Obliczono w tym celu współczynniki korelacji znanymi metodami (Weber 1961) pomiędzy wynikami ostatecznymi w każdym doświadczeniu a wynikami uzyskanymi w końcu lipca każdego roku. Następnie próbowano obliczać te same współczynniki dla terminów wcześniejszych, w odstępach 10-dniowych, aż do końca



Ryc. 7. Przyrosty bieżące klonów 'Kórnik 6', 'Kórnik 8' i 'Kórnik 23' w doświadczeniu 3

Fig. 7. The current increment of the clones 'Kórnik 6', 'Kórnik 8' and 'Kórnik 23' in the experiment 3

czerwca. Uzyskane współczynniki korelacji są zmienne, w zależności od odmian topoli i od terminów pomiaru. Nie wykazują żadnej regularności wzrastania z upływem czasu, ani też nie są wyraźnie wyższe dla jednych odmian, a niższe dla drugich. Wartość współczynnika korelacji nie przewyższa na ogół 0,5. Próba korelowania wcześniejszych pomiarów z pomiarem końcowym dała zatem wynik negatywny.

E) TEMPO WZROSTU POJEDYNCZYCH EGZEMPLARZY

Różne tempo przyrostu u różnych topoli i w różnym czasie sprawia, że średnie arytmetyczne z pomiarów kilkunastu sadzonek na jednym poletku (50 sadzonek w trzech powtórzeniach) zawierają w sobie ukrytą informację o wzroście indywidualnym poszczególnych egzemplarzy. In-

formacja taka nie jest potrzebna dla charakterystyki całych klonów, jako materiału jednorodnego pod względem genetycznym, ale jest interesująca ze względu na określenie, jakie w ogóle tempo wzrostu jest możliwe u topoli. Do analizy tego zagadnienia nadawały się tylko doświadczenia z 1965 r., gdyż w następnym roku szybkość wzrostu była ogólnie biorąc mała. Uzyskane wyniki poszukiwania okresów, w których przyrost od-
bywał się najszybciej zestawiono w tabeli 9.

Tabela 9

Najszybszy przyrost niektórych odmian w 1965 r.
The maximum growth speed of some clones in 1965 r.

Klon - Clone	Doświad- czenie Experiment	Daty od - do	Przyrost	Średnia dzienna
		Dates from - till	Increment cm	Days average cm
'Kórnik 6'	1a	5 VIII - 9 VIII	15,0	3,75
'Kórnik 2'	1a	„ „	16,0	4,00
<i>P. angulata</i>	1a	„ „	16,5	4,12
<i>P. maximowiczii</i>	1a	„ „	16,0	4,00
<i>P. cv. 'Gelrica'</i>	2	3 VIII - 7 VIII	15,6	3,90
<i>P. cv. 'Robusta'</i>	2	„ „	14,6	3,65
'Kórnik 6'	2	„ „	13,8	3,45
'Kórnik 8'	1a	28 VI - 1 VII	25,4	8,18

Jak wynika z danych zawartych w tej tabeli, kilka topoli przyra-
stało w 1965 r. w okresie paru pierwszych dni sierpnia ze średnią szyb-
kością 3,5 - 4,0 cm na dobę. Ponieważ są to wyniki średnie z trzech lub
czterech dni, mogły zachodzić jeszcze odchylenia od tej średniej. U wszy-
stkich topoli, z wyjątkiem jednej, ten okres najszybszego wzrostu przy-
padał na trzeci kwartył, który trwa najkrócej. Wyjątek stanowi klon
'Kórnik 8', który o miesiąc wcześniej niż pozostałe topole przyrastał przez
trzy dni z szybkością większą niż 8 cm na dobę. Rezultat taki zanotowano
na pojedynczych sadzonkach, ale również średnia za te trzy dni dla ca-
łego I powtórzenia w doświadczeniu 1a (dla 16 sadzonek) wynosiła aż
6,05 cm dziennie. W pozostałych powtórzeniach tego doświadczenia przy-
rost klonu 'Kórnik 8' w tym samym czasie był jednak niższy i wynosił
około 4,5 cm dziennie. Powtórzenie I położone było na niższej części po-
letka doświadczalnego i klon 'Kórnik 8' wykazał prawdopodobnie zdol-
ność lepszego wykorzystania wilgotnego siedliska w warunkach sprzyja-
jącego układu czynników pogody. Trudno jest jednak wskazać, który
z tych czynników miał decydujące znaczenie dla tak szybkiego tempa
wzrostu. Ostatnie opady atmosferyczne miały miejsce przed okresem
gwałtownego przyrostu klonu 'Kórnik 8' w dniu 18 czerwca. Temperatury
od tego dnia wzrastały aż do 26 czerwca, kiedy to osiągnęły 32,3°C mak-
simum dziennego. Następnie gwałtownie spadły, tak że w dniach 27 i 28

czerwca maksimum dzienne wynosiło $16,6^{\circ}$ i $18,7^{\circ}\text{C}$. Następnie temperatura wzrosła o jeden stopień już w samym okresie najszybszego przyrostu. W dniu 30 czerwca odnotowano maksimum usłonecznienia, wynoszące 14,7 godzin pełnego słońca. Być może taki kompleks czynników stał się przyczyną gwałtownego wzrostu tej topoli. Warto nadmienić, że przy okazji różnych pomiarów wykonywanych na topolach od 1965 r. do 1970 r. nie udało się nigdy więcej stwierdzić tak szybkiego wzrostu ani u klonu 'Kórnik 8', ani u żadnego innego.

Jeżeli chodzi o okres od 3 do 9 sierpnia, kiedy nastąpiło maksimum szybkości wzrostu pozostałych kilku topoli, to był on poprzedzany przez prawie codzienne niewielkie opady od 20 lipca do 4 sierpnia. Piątego sierpnia nastąpiło stosunkowo długo trwające usłonecznienie (10,9 godziny), a w następnych dniach temperatury wzrosły wyraźnie od 18°C w dniu 20 lipca, aż po maksimum $+30,4^{\circ}\text{C}$ w dniu 6 sierpnia. Zachodzi tu pewne, choć niezbyt wyraźne powiązanie szybkiego wzrostu z podwyższoną temperaturą i usłonecznieniem w warunkach skracającego się dnia.

W 1965 r. wystąpiło jednak i inne maksimum temperatur i usłonecznienia, które było poprzedzone przez parodniowy okres opadów. W dniach od 13 do 16 lipca istniały korzystne warunki wzrostu topoli, ale przyrost w obu doświadczeniach tego roku wynosił wówczas od 1,0 do (wyjątkowo) 2,5 cm dziennie.

6. DYSKUSJA

A) POCZĄTEK, ZAKOŃCZENIE I CZAS TRWANIA WZROSTU PĘDÓW

Wyniki obserwacji własnych dotyczących początku wzrostu pędów są najbardziej zbliżone do danych publikowanych przez Bogdanowa (1949) i Kopecky'ego (1962). W doświadczeniach z lat 1965 i 1966 mamy początek wzrostu stwierdzony odpowiednio 17 maja i 3 czerwca, podczas gdy Bogdanow podaje 10 lub 13 maja w latach 1934 i 1938, a Kopecky zaczynał pomiary 10 czerwca, ale stwierdził już wtedy istnienie kilkunastymetrowych pędów. Z innych autorów, Ow (1957) przyjmuje początek wzrostu wszystkich odmian na 10 maja, Redko i Redko (1964) twierdzą, że już około 22 kwietnia zaczął się u niektórych odmian okres silnego pędzenia, a Broekhuizen (1962) uważa, że przyrost zaczyna się już około 9 kwietnia. Należy wyjaśnić, że w moich doświadczeniach wzrost w 1966 r. rozpoczął się wyjątkowo późno. Częściowym wyjaśnieniem tego zjawiska może być ochłodzenie powietrza w pierwszej połowie maja. Można z dużym prawdopodobieństwem przyjąć, że w naszych warunkach klimatycznych początek wzrostu pędów topoli przypada na przełomie drugiej i trzeciej dekady maja. Istniejące rozbieżności z danymi, które uzyskali Redko i Redko tylko częściowo wyjaśnia fakt, że pracowali

oni w innych nieco warunkach (Żytomierz — Ukraina). Natomiast daty, które przyjmuje Broekhuizen w żadnym wypadku nie mogą być uznane za początek wzrostu pędów topoli. Wystarczy prześledzić opublikowaną przez tego autora krzywą wzrostu *P. 'Marilandica'*. Topola ta nie przyrastała przez cały kwiecień i pierwsze pięć dni maja prawie wcale (ogółem nie więcej niż 1 cm w całym tym okresie). Broekhuizen zaliczył prawdopodobnie do czasu trwania wzrostu cały okres, w którym obserwował rozchylone pączki i listki. Dla realnego porównania z wynikami naszych doświadczeń i innymi danymi z literatury trzeba przyjąć, że w warunkach doświadczenia Broekhuizen (Holandia) przyrost zaczął się około 5 maja.

Zakończenie przyrostu wypada w wielu krajach i w różnych doświadczeniach dość podobnie. Na ogół wymienia się datę 15 września jako charakterystyczną dla wielu odmian. Odchylenia sięgają 15 dni w jednym i drugim kierunku. Zachodzą one pomiędzy odmianami w tych samych doświadczeniach, ale nie ma przypadku żeby całe doświadczenie, przeprowadzone przez któregoś z wymienionych autorów, różniło się w sposób istotny od pozostałych. Ow (1957) podaje, że ostatnie pomiary wykonywał jeszcze 9 października, ale przyrost ustał około 6 dni wcześniej. W naszych badaniach najdłużej rosły mieszańce '*Kórnik 1*' i '*Kórnik 36*', pochodzące od *P. maximowiczii* × *P. nigra 'Italica'*. Przyrost ich w doświadczeniu 1b w 1966 r. zakończył się 25 i 29 września. Jak z tego widać, zakończenie przyrostu jest w dużym stopniu niezależne od warunków pogody. Jego podstawową przyczyną jest zapewne poważne skrócenie długości dnia, zachodzące około połowy września.

W związku z tymi różnicami dat dla początków przyrostu, podawanych przez różnych autorów, a pewną zgodnością na temat tego kiedy ten przyrost się kończy, zachodzą pewne rozbieżności w ocenie czasu trwania całego przyrostu. Zestawiono to w tabeli 10.

Tabela 10

Czas trwania wzrostu, według różnych autorów i badań własnych
Duration of the height growth in several papers and after own investigations

Autor Author	Rok Year	Czas trwania wzrostu Duration of the growth dni — days
Bogdanow	1934	101 - 122
	1938	102 - 122
Broekhuizen	1960	149 - 184
Kopecky	1960	115 - 123
Redko i Redko	1961	122 - 139
Ow	1957	około -ca 110
Stecki	1965 (1a)	104 - 129
	(2)	102 - 120
	1966 (1b)	73 - 96
	(3)	77 - 103

Z danych tej tabeli wynika, że wielu autorów doszło do wyników, które pozwoliły określić długość czasu trwania wzrostu na około 100 - 130 dni. Wyróżniają się tylko: zbyt długi czas podany przez Broekhuizena (1962) i wyjątkowo krótki czas w naszych doświadczeniach z 1966 r. (1b i 3). Okazuje się natomiast, że pozostali autorzy uzyskali bardzo podobne wyniki niezależnie od tego, czy wzrost topoli zaczynał się dość wcześnie, jak u Bogdanowa (1949), czy też późno, jak u Kopecky'ego (1962).

B) ROZKŁAD PRZYROSTU W CZASIE SEZONU WEGETACYJNEGO

Na początku sezonu wegetacyjnego w drzewie zachodzą procesy, które nie są łatwe do dostrzeżenia. Sebald (1959) zwraca uwagę, że w okresie pęcznienia pączków zaczyna się już przyrost na grubość, ale przyrost na wysokość jest w stosunku do niego znacznie opóźniony. Najlepiej ilustrował to w swej pracy Broekhuizen (1962), chociaż wyciągnął niewłaściwe wnioski. Od momentu rozwinięcia się liści z pączka wierzchołkowego upływa okres około jednego miesiąca, w czasie którego nie odbywa się żaden wzrost na wysokość. Okres ten może być przez niskie temperatury powietrza wydłużony, a przez wysokie skrócony o około 2 tygodnie. Przyrost około 1 centymetra, jaki udaje się niekiedy zmierzyć po zakończeniu tego okresu może nastąpić zarówno w ciągu całego miesiąca, jak i w ostatnich paru dniach. Brak jest ścisłych danych, które wskazywałyby, kiedy odbywa się ta drobna cząstka przyrostu całorocznego. W związku z tym istnieją sprzeczne poglądy na temat długości poszczególnych okresów przyrostu. Przykładem tego mogą być trzy prace wykonane metodą kwartyli. Długości tych ostatnich według trzech autorów podano w tabeli 11.

Z zestawienia tych danych wynika, że prawie zawsze najkrócej trwa trzeci kwartyl, czyli topole potrzebują najmniej czasu na wytworze-

Tabela 11

Czas trwania czterech kwartyli według trzech autorów
Duration of four growth-quartiles after three authors

Autor Author	Kwartyle - Quartiles			
	I	II	III	IV
	dni		days	
Broekhuizen	68 - 102	25 - 31	19 - 23	27 - 34
Ow	40	25	15	30
Stecki 1a	46	26	20	32
1b	29	34	17	26
2	44	22	21	24
3	13	19	33	39

nie odcinka pędu między 1/2 a 3/4 jego końcowej długości. Wyjątek stanowi nasze doświadczenie 3 (1966) wykonane na drzewach przyciętych na bezpieńki, u których pierwsze dwa kwartyłe wzrostu są krótkie, a dwa ostatnie wyraźnie długie. Z wymienionych autorów jedynie Redko i Redko (1964) wykonali swoje doświadczenie na bezpieńkach. Wyniki uzyskane przez nich są bardzo podobne do wyników z doświadczenia 3. W doświadczeniu tym drzewka osiągnęły po 32 dniach (13+19) połowę wzrostu końcowego, a u Redko i Redko, po mniej więcej 45 - 50 dniach, stwierdzono od 60 do 70% wysokości końcowych. Okazuje się, że zabieg przycięcia pędu zeszłorocznego zmienia w sposób istotny rytm wzrostowy pędów topoli. Okres największej intensywności przyrastania przesuwają się wtedy na pierwszą połowę sezonu wegetacyjnego.

Z pozostałych doświadczeń własnych (1a, 1b, 2) oraz z badań innych autorów wynika, że okresy szybkiego i wolnego wzrostu pędów następują w ciągu sezonu wegetacyjnego przemienne i w różnym czasie. Zgodnie z danymi uzyskanymi przez Bogdanowa (1949), Broekhuizen (1962), Kopecky'ego (1962), Owa (1957) i Wettsteina (1952) najbardziej stały okres szybkiego pędzenia przypada na sierpień i odpowiada najkrótszemu, czyli trzeciemu kwartyłowi wzrostu. Potwierdzają to także wyniki naszych doświadczeń 1a, 1b i 2. W zależności od odmiany okres największej szybkości wzrostu może występować nieco wcześniej lub później, przy czym różnica nie przekracza kilkunastu dni. W badaniach Broekhuizen (1962), u *P. 'I-214'* największą szybkość zanotowano nawet na przełomie miesiący sierpnia i września.

Ten okres szybkiego wzrostu przypadający na sierpień jest w wysokim stopniu niezależny od czynników pogody. Jego wystąpienie jest przypuszczalnie związane z fotoperiodyzmem (Kopecky — 1962, Broekhuizen — 1962 oraz nie opublikowane sprawozdanie Starowej), gdyż przy skracającym się latem dniu topole zaczynają rosnać szybciej.

Inny okres, który w naszych doświadczeniach występuje zawsze w połowie lipca, cechuje się dla odmiany powolnym wzrostem. Również i on, jak się wydaje, jest zupełnie niezależny od pogody poprzedzającej i panującej w czasie trwania tego powolnego wzrostu. Pozostałe szczyty i załamania krzywej przyrostów bieżących układają się już o wiele mniej regularnie i różnie dla różnych odmian i gatunków.

C) MAKSYMALNA SZYBKOŚĆ WZROSTU

Bogdanow (1949) i Ow (1957) informują dokładnie o maksymalnych przyrostach dziennych uzyskanych w ich doświadczeniach. Wynosiły one po 4,5 cm u *P. suaveolens* i *P. tacamahaca* (Bogdanow), a 6,5 cm u *P. 'Bachelieri'* (Ow). Dane z tabeli 9 niniejszej pracy wskazują, że średni przyrost w ciągu trzech lub czterech dni w 1965 r. wynosił u różnych odmian od 3,75 do 4,12 cm i wyjątkowo 8,18 cm. Większość danych tabeli 9

jest zatem zbliżona do tego, co stwierdził Bogdanow. Inni autorzy, o których wiadomo, że wykonywali pomiary codziennie (np. Redko i Redko — 1964) niestety ich nie publikują. Z wykresu zamieszczonego na stronie 372 w pracy Broekhuizen (1962) można odczytać, że najwyższy przyrost tygodniowy *P. cv. 'I-214'* wyniósł 16 cm, czyli niewiele ponad 2 cm dziennie. Można jednak przypuszczać, że w ciągu tego tygodnia były dni, w których przyrost wynosił znacznie więcej.

Średnia szybkość, z jaką rosną topole w ciągu sezonu wegetacyjnego wynosi od 0,5 do 1,5 cm na dzień. Wynika ona z prostego podzielenia końcowej długości pędu przez ilość dni trwania wzrostu (porównaj dane z tabel 5 i 7). Jeżeli jednak, przy całkowitej długości pędu u klonu *'Kórnik 8'* w doświadczeniu 1a wynoszącej 148,7 cm, otrzymaliśmy u wielu drzewek, za okres trzech dni od 28 VI do 1 VII, przyrost średni równy ponad 18 cm, to oznacza, że na 12% ogólnej długości pędu potrzebne było tylko około 2,5% czasu całego okresu wzrostu. Występowanie takich okresów, zwłaszcza w drugiej połowie sezonu wegetacyjnego, zmniejsza prawdopodobieństwo zaistnienia korelacji pomiędzy wynikami pomiarów we wczesnym terminie, a wynikiem końcowym. Nie znajdują zatem potwierdzenia poglądy Scheumanna i Fritsche (1962), którzy uważali, że na podstawie prób pobranych około 4 lipca można już podać prognozę wczesną dla końcowych wyników wzrostu w danym sezonie.

D) WPLYW POCHODZENIA TOPOLI NA ICH RYTM WZROSTOWY

We wszystkich doświadczeniach wyróżnił się mieszaniec oznaczony *'Kórnik 23'* pochodzący od pary rodziców: *P. angulata* × *P. berlinensis*. Cechował się on skróconym okresem wzrostu, wczesnym zahamowaniem tempa wzrostu i tworzeniem pączka wierzchołkowego wcześniej niż u innych topoli. Ani *P. angulata*, ani pochodzące od niej kultywary *P. cv. 'Robusta'* i *P. cv. 'Gelrica'* nie wykazują podobnych do *'Kórnik 23'* cech wzrostowych. Drugiego gatunku rodzicielskiego w doświadczeniach nie było, nie można więc określić, czy to właśnie po nim odziedziczone są u topoli *'Kórnik 23'* tendencje do wczesnego kończenia okresu wegetacyjnego.

Duża grupa mieszańców pochodzących od *P. maximowiczii* × *P. nigra 'Italica'* (*'Kórnik' 1, 2, 35 i 36'*) zaczynała przyrost w czasie podobnym do rodziców, ale kończyła go na ogół o kilka dni później. Krzywe przyrostu bieżącego tych topoli wykazują typowe stałe depresje w lipcu, a szczyty w sierpniu. Wyjątek stanowi doświadczenie 3, w którym drzewa rodzicielskie nie przyspieszyły swego przyrostu w drugiej połowie sezonu. Wartości bezwzględne przyrostów w poszczególnych okresach czasu są na ogół wyższe u mieszańców niż u drzew rodzicielskich. Najsilniej zaznaczyło się to w doświadczeniu 3 (ryc. 1) i mniej wyraźnie w doświadczeniu 1a (ryc. 2), a w doświadczeniu 2 (ryc. 3) mieszaniec rósł szybciej

niż *P. nigra 'Italica'*, a wolniej niż *P. maximowiczii*. Końcowa różnica pomiędzy długością pędów tych dwóch topoli w doświadczeniu 2 wynosi 18 cm i nie jest statystycznie udowodniona. Natomiast różnica w przyrostach pomiędzy mieszańcem a *P. nigra 'Italica'* jest we wszystkich doświadczeniach istotna. Prawdopodobnie mamy tu do czynienia ze słabo zaznaczonym zjawiskiem heterozji.

Mieszańce *P. maximowiczii* × *P. trichocarpa*: 'Kórnik 6', 'Kórnik 8' oraz kultywar pochodzący od tych samych gatunków, *P. hybrida* 275 mają bardzo podobny do siebie rytm wzrostowy (ryc. 4-7). Jednak ich krzywe przyrostów bieżących nie są podobne do krzywej, jaką cechuje się *P. maximowiczii* występująca razem z nimi w tych doświadczeniach. Ponieważ nie została włączona do doświadczeń *P. trichocarpa*, nie można stwierdzić czy rytm wzrostowy mieszańców jest wypadkową rytmu drzew rodzicielskich, czy też jest to, jak w przypadku mieszańców *P. maximowiczii* × *P. nigra 'Italica'*, zupełnie nowe rozłożenie okresów szybkiego i powolnego wzrostu w ciągu sezonu wegetacyjnego.

W doświadczeniach cała grupa mieszańców pochodzących od *P. maximowiczii* wyróżniała się wzrostem silniejszym od pozostałych topoli. Na przewagę tę decydujący wpływ miała zawsze silnie zaznaczona kulminacja tempa przyrostu bieżącego w końcowym okresie sezonu wegetacyjnego. Stwierdzono, że w sierpniu i wrześniu występowały wyraźne różnice fenologiczne pomiędzy tą grupą topoli a pozostałymi. Mieszańce pochodzące od *P. maximowiczii* zachowywały najdłużej zieloną barwę liści. Jest to zatem grupa klonów, która w łagodnym klimacie Wielkopolski może przyrastać do ostatnich dni września i przez to zasługuje na wyróżnienie. Na uwagę zasługuje fakt, że według badań Forda i Sucoffa (1961) oraz Sebalda (1959), mieszańce *P. maximowiczii* wcześniej od innych rozpoczynają rozwój pączków i liści, co też ma zapewne wpływ na późniejsze przyrosty. Wydaje się, że pogląd ten należy uzupełnić danymi uzyskanymi w niniejszej pracy o znaczeniu końcowego okresu wzrostu topoli w sezonie wegetacyjnym.

E) CZĘSTOŚĆ WYKONYWANIA POMIARÓW

Według danych z literatury pomiary w badaniu rytmu wzrostowego pędów topoli wykonywano w odstępach od jednego do 14 dni. Wobec braku zajęcia wyraźnego stanowiska przez któregośkolwiek z autorów co do celowości wyboru takiej czy innej częstości pomiarów uważałem, że należy temu zagadnieniu poświęcić nieco więcej uwagi. Pomiary codzienne dają szansę na wykrycie, z dokładnością do jednego dnia, okresów najszybszego wzrostu i być może pozwolą również na wyjaśnienie wpływów układu czynników pogody. Wadą tak często wykonywanych pomiarów jest ich wielka pracochłonność, która powoduje ograniczenie ilości

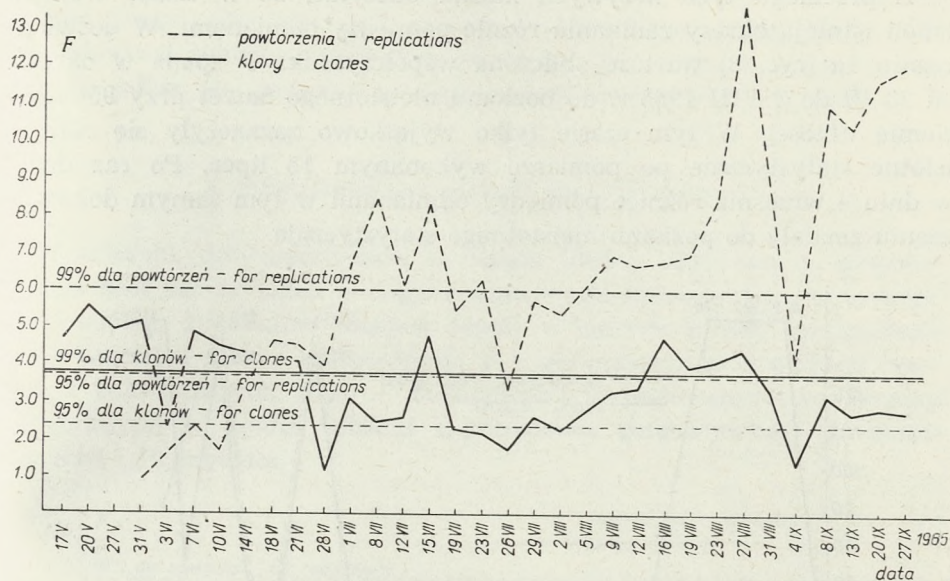
osobników poddawanych badaniom. Pomiaru rzadko wykonywane pozwalają na rozszerzenie doświadczenia pod względem ilości odmian i powtórzeń, jednakże przy analizie wpływu pogody na tempo wzrostu mogą dostarczać zbyt ogólnych danych. Dla przykładu Broekhuizen (1962) wykonując pomiary co tydzień nie potrafił wskazać na szybkie przyrosty dzienne u *P. 'I-214'*, uzyskał natomiast bardzo przekonujące podobieństwo krzywej przyrostu *P. 'Marilandica'* z krzywą temperatur w pierwszej połowie okresu wzrostu.

W naszych badaniach pomiary wykonywano 2 razy w tygodniu, czyli w odstępach 3 i 4 dniowych. Pozwoliło to z wystarczającą dokładnością określić momenty najszybszego przyrostu u szeregu topoli, a równocześnie zwiększyć liczbę pomierzonych osobników do około 50 dla każdej odmiany. Okazało się, że przy sporządzaniu krzywych przyrostów bieżących przyjęta częstość pomiarów utrudnia niekiedy czytelność rysunków, a to na skutek występowania zbyt wielkiej ilości załamania i szczytów u linii, które na siebie wzajemnie zachodzą (ryc. 1). Dlatego też przy wykonywaniu rysunków wykorzystano dane z co drugiego pomiaru, a więc w odstępach tygodniowych. Dało to dostatecznie jasny obraz przebiegu wzrostu (ryc. 2-7). Uzyskane dane zbierane co 3 lub 4 dni są jednak bardzo potrzebne, jeżeli chcemy z wystarczającym przybliżeniem określić dzienne tempo przyrostu w wyróżnionych okresach sezonu wzrostowego*.

F) PORÓWNYWANIE KLONÓW POMIĘDZY SOBĄ W CZASIE TRWANIA DOŚWIADCZENIA

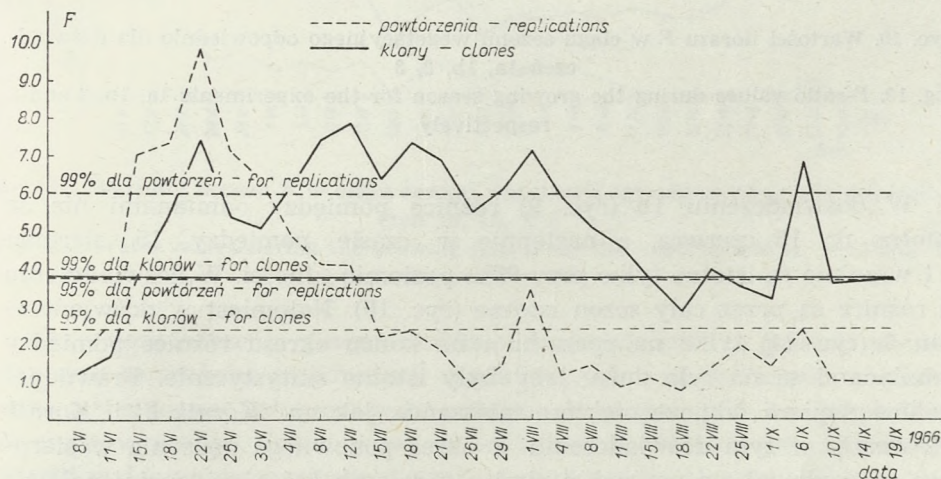
Jak to podano w rozdziale 4, wszystkie wyniki pomiarów były opracowane statystycznie metodą analizy wariancyjnej. Pomiedzy poszczególnymi klonami w tych samych doświadczeniach występowały różnice, których wielkość zmieniała się w różnych okresach. Wynika to z niejednorodności rytmu wzrostowego użytych do doświadczenia topoli pochodzących od różnych gatunków rodzicielskich. W początkowym okresie wzrostu mogą wystąpić różnice na korzyść odmian, które wchodzi wcześniej w okres pędzenia, następnie może zachodzić zjawisko dorównywania przez inne odmiany i wreszcie zjawisko ponownego wystąpienia różnic spowodowane przez różną intensywność wzrostu w drugiej połowie lata. Ponieważ istotność uzyskanych wyników była sprawdzana testem F , uznano, że najprostszym sposobem przedstawienia dużej ilości danych jest sporządzenie wykresu (ryc. 8-11) przebiegu wartości obliczonej F w stosunku do odpowiadającej danemu doświadczeniu wartości tabelarycznej (zob. tabela 4).

* Pogląd ten udało się autorowi przedyskutować osobiście z drem F. Joachimem z Instytutu w Graupa, który posiada bogate, nie opublikowane dane z podobnych badań. Wyraził on zdanie, że prawidłowa częstość pomiarów powinna wynosić około 5 dni.



Ryc. 8. Wartości ilorazu F w ciągu sezonu wegetacyjnego odpowiednio dla doświadczeń 1 a, 1 b, 2 i 3

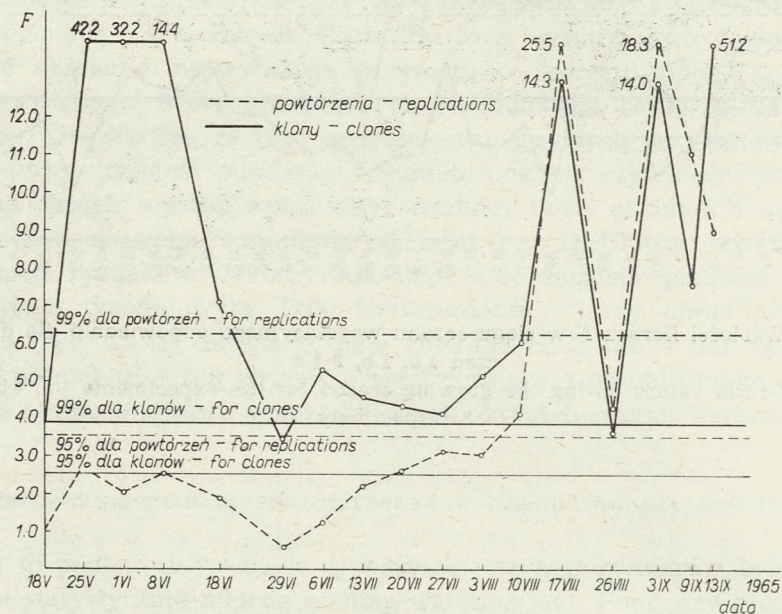
Fig. 8. F -ratio values during the growing season for the experiments 1 a, 1 b, 2 and 3 respectively



Ryc. 9. Wartości ilorazu F w ciągu sezonu wegetacyjnego odpowiednio dla doświadczeń 1a, 1b, 2, 3

Fig. 9. F -ratio values during the growing season for the experiments 1a, 1b, 2 and 3 respectively

Z przebiegu tych krzywych można odczytać, że w czasie wzrostu topoli istnieją okresy zanikania różnic pomiędzy odmianami. W doświadczeniu 1a (ryc. 8) wartość obliczona współczynnika F spada w okresie od 28 VI do 2 VIII 1965 r. do poziomu nieistotnego nawet przy 95% poziomie ufności. W tym czasie tylko wyjątkowo zaznaczyły się różnice istotne statystycznie po pomiarze wykonanym 15 lipca. Po raz drugi w dniu 4 września różnice pomiędzy odmianami w tym samym doświadczeniu zmalały do poziomu nieistotnego statystycznie.



Ryc. 10. Wartości ilorazu F w ciągu sezonu wegetacyjnego odpowiednio dla doświadczeń 1a, 1b, 2, 3

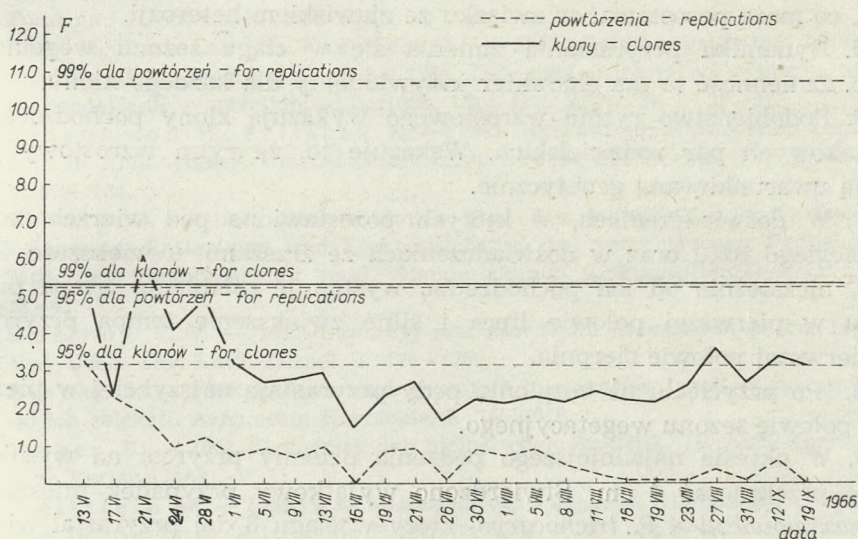
Fig. 10. F -ratio values during the growing season for the experiments 1a, 1b, 2 and 3 respectively

W doświadczeniu 1b (ryc. 9) różnice pomiędzy odmianami nie są istotne do 15 czerwca, a następnie w czasie pomiędzy 15 sierpnia i 1 września są istotne tylko przy 95% poziomie ufności. W doświadczeniu 2 różnice są przez cały sezon istotne (ryc. 10). Natomiast w doświadczeniu 3 (ryc. 11) tylko na początku i na końcu okresu różnice pomiędzy odmianami są na tyle duże, żeby były istotne statystycznie. Prawdopodobnie dopiero fakt, że niektóre mieszańce, jak np. 'Kórnik 2' i 'Kórnik 8', weszły w tym doświadczeniu w okres ponownego pędzenia w sierpniu spowodował, że pomiędzy nimi a topolami, które w drugiej połowie sezonu rosły powoli (ryc. 1) zaistniały dające się udowodnić różnice. Wszystko to wskazuje, że szacowanie przyrostu całorocznego różnych odmian i gatunków, oparte nawet na pomiarze wystarczająco licznej

próby, ale wykonane jednorazowo w przypadkowym momencie sezonu wegetacyjnego, obciążone jest zawsze ryzykiem poważnego błędu. Dla prawidłowości takiego szacowania konieczne jest rozpoznanie złożonego procesu, jakim jest przyrost w ciągu całego sezonu wegetacyjnego.

7. PODSUMOWANIE WYNIKÓW I WNIOSKI

W czterech doświadczeniach, w latach 1965 i 1966, badano przyrost na wysokość pędów topoli w ciągu sezonu wegetacyjnego. Do doświadczeń użyto ogółem 17 klonów różnych topoli, z których 4 były powszechnie uprawianymi w Polsce kultywarami, 3 — gatunkami topoli z sekcji czarnych i balsamicznych, a 10 — mieszańcami wyhodowanymi w Kórniku i wybranymi w drodze selekcji z potomstwa generatywnego *P. maximowiczii* i *P. angulata*.



Ryc. 11. Wartości ilorazu F w ciągu sezonu wegetacyjnego odpowiednio dla doświadczeń 1a, 1b, 2, 3

Fig. 11. F -ratio values during the growing season for the experiments 1a, 1b, 2 and 3 respectively

Dwa doświadczenia przeprowadzono na jednorocznych pędach wyrastających ze zrzewów posadzonych w szkółce, jedno na drzewkach trzyletnich, a jedno na jednorocznych sadzonkach przyciętych na bezpieńki. Pomiaru wysokości dokonywano w odstępach 3-4-dniowych. Uzyskane wyniki poddano wszechstronnej analizie w celu scharakteryzowania przebiegu wzrostu w sezonie wegetacyjnym. Próby określenia przyczyn różnic w tempie wzrostu, występujących w ciągu sezonu, nie przyniosły rezultatu w formie wyraźnych korelacji z takimi czynnikami pogody, jak

temperatura, opady i usłonecznienie. Stwierdzono duże zróżnicowanie w rytmie wzrostu pomiędzy poszczególnymi klonami, uzależnione w dużym stopniu od ich pochodzenia. Uzyskane rezultaty dadzą się sprowadzić do następujących wniosków:

1. Należy wyraźnie odróżnić okres przyrostu topoli od sezonu wegetacyjnego. Pierwszy z nich trwa, w zależności od warunków, od 80 do 130 dni. Na jego długość wyraźny wpływ mają temperatury wiosenne.

2. Niektóre klony mieszańców wykazują zawsze, niezależnie od pogody, krótszy okres przyrostu (np. mieszańiec *P. angulata* × *P. berolinensis*) lub okres dłuższy (np. *P. maximowiczii* × *P. nigra* 'Italica').

3. Nie można stwierdzić wyraźnej zależności ostatecznej długości pędu rocznego od czasu trwania przyrostu. Szybkość przyrastania jest cechą indywidualną poszczególnych klonów.

4. Na przykładzie mieszańca *P. maximowiczii* × *P. nigra* 'Italica' stwierdzono, że szybkość jego przyrastania jest większa niż u jego rodziców, co może pozostawać w związku ze zjawiskiem heterozji.

5. Dynamika przyrastania zmienia się w ciągu sezonu wegetacyjnego. Zmienność ta ma charakter indywidualny dla każdego klonu.

6. Podobieństwo rytmu wzrostowego wykazują klony pochodzące od jednakowych par rodzicielskich. Wskazuje to, że rytm wzrostowy jest cechą uwarunkowaną genetycznie.

7. W doświadczeniach, w których pozostawiono pęd wierzchołkowy z ubiegłego roku oraz w doświadczeniach ze zrzecami, u większości klonów, niezależnie od ich pochodzenia, występuje osłabienie tempa przyrostu w pierwszej połowie lipca i silne zwiększenie tempa przyrostu w pierwszej połowie sierpnia.

8. Po przycięciu na bezpieńki pędy przyrastają najszybciej w pierwszej połowie sezonu wegetacyjnego.

9. W okresie najsilniejszego pędzenia dzienny przyrost na wysokość może przekraczać 4 cm. Stwierdzono wyjątkowy przypadek mieszańca *P. maximowiczii* × *P. trichocarpa*, który w ciągu 3 dni przyrastał więcej niż 8 cm dziennie na pojedynczym pędzie i więcej niż 6 cm dziennie średnio z 16 drzewek.

10. Długość trwania okresu silnego pędzenia pod koniec sezonu wegetacyjnego i szybkość przyrastania w tym czasie decydują o ostatecznej długości pędu. Wczesna prognoza wyniku końcowego oparta na pomiarach z miesiąca lipca wykazuje niewielkie prawdopodobieństwo trafności.

11. Dla prawidłowo przeprowadzonych badań nad rytmem wzrostowym wystarcza dokonywać pomiarów co 7 dni. Natomiast pomiary wykonywane z większą częstością mogą być przydatne do indywidualnej oceny tempa wzrostu w wyróżnionych okresach czasu.

LITERATURA

1. Bogdanow P. L. — 1949. Zakonomiarnosti rosta pobegov topolej v tečenii vegetacionogo perioda. Trudy lesotehničeskoj akademii, 67 : 184 - 216. Leningrad.
2. Broekhuizen J. T. M. — 1962. Over het groeirritme van populieren. I.B.O. (Institute of Forest Research) Communication No 5. Dec: 368 - 375. Wageningen.
3. Domański R. — 1966. Wzrost topoli w zależności od przebiegu warunków termicznych w latach 1962 i 1963. Zeszyty naukowe WSR, 20 : 78 - 91. Szczecin.
4. Ford H. F., Sucoff E. J. — 1961. Leafing out date not indicative of growth rate in Poplar hybrids. For. Res. Not. No. 123 : 1 - 4. Northeast. For. Exp. Sta. Upper Darby.
5. Jović D. — 1966. Selekcija bele vrbe (*Salix alba* L.) sa proučavanjem njenih bioekoloških svojstava. Jelen. 5 : 5 - 62. Beograd.
6. Kopecky F. — 1962. A nyarák növekedése és fejlődése. Erdészeti Kutatások, 335 - 346. Budapest.
7. Kozłowski T. T. — 1962. Tree Growth (praca zbiorowa) New York.
8. Ow L. — 1957. Der Verlauf des jährlichen Höhenwachstums von Pappeln. Der Forst und Holzwirt., 12 : 202 - 203.
9. Lyr H., Polster H., Fiedler H. — 1967. Gehölzphysiologie. Jena.
10. Redko G. I., Redko G. F. — 1964. Dynamika prirosta po vysote u topolej na prodolženii vegetacionogo perioda. Ukr. Bot. Žurn. 21, 6 : 25 - 31.
11. Scheumann W., Fritsche K. — 1962. Hydratur und Wachstum von Pappeln in Abhängigkeit von der Nährstoffversorgung des Bodens. Der Züchter 32, 3 : 179 - 184.
12. Sebald O. — 1959. Beobachtungen über den jahreszeitlichen Verlauf von Belaubung, Entlaubung und Dickenwachstum bei verschiedenen Pappelsorten. Mitt. des Versuchsanstalt forst. Standortskunde u. Forstpflanzenzüchtung, 8 : 34 - 41.
13. Smirnov V. V. — 1965. Sezonnij rost glavnejših drevesnych porod. Izvestia Vyš. Učeb. Zav. Lesn. Žurnal, 4 : 174 - 175.
14. Stecki Z. — 1963. Badania nad wzrostem mieszańców topoli w zastosowaniu do ich selekcji. Arboretum Kórnickie, 8 : 155 - 218.
15. Weber E. — 1961. Grundriss der biologischen Statistik. IV Aufl. Gustav Fischer Verlag. Jena.
16. Wettstein W. — 1952. Was Wachstum der Pappel in Abhängigkeit von Licht und Temperaturen. Allgemeine Forstzeitschrift, 7, 12 - 13 : 9 - 11.

ZBIGNIEW STECKI

*Studies on the growth rhythm in Poplar Hybrids during
the vegetation period*

Summary

This paper presents the results of investigations done in the years 1965 and 1966. Four experiments were carried out, two of them (1a and 1b) on shoots grown from cuttings in both these years respectively, one (2) in 1965 on three year-old plants and one (3) in 1966 on shoots grown from lateral buds on two year-old roots. All the experiments were layed out in randomized complete blocs with 3 (1a, 1b, 2) or 2 (3) replicates. In each case measurement of the shoot length started when growth became perceivable. This happened in 1965 around May the 17th and in

1966 significantly later, in the first days of June, because spring temperatures were low. The shoots were measured every 3-4 days. When three times the received result was unchanged the measurements were discontinued. Besides on measuring length, the formation of terminal buds, the appearance of lateral (secondary) shoots and the passing of the plants into a resting stage were recorded.

The results have been evaluated statistically with the help of Fisher's analysis of variance. The significance of differences between individual clones was estimated with the Duncan multiple range test. In figures 8-11 variation in the level of the F-ratio in the four experiments during the growing season has been demonstrated. The current increment of several clones is shown in figures 1-7. A comparison was made between *P. maximowiczii*, *P. nigra 'Italica'* and their hybrid (fig. 1-3) as well as between new and old hybrids of *P. maximowiczii* × *P. trichocarpa* (fig. 4-6). The duration of shoot growth and dates of terminal bud formation are presented in table 3. The final length of the shoots is shown in table 4. The dates and time when 25%, 50% and 75% of the total length of the shoots were reached are shown in table 5. The individual cases of maximal growth rate of some of the clones are presented in table 6.

In discussion the publications of Bogdanow [1], Broekhuizen [2], Domański [3], Kopecky [6], Ow [8], Redko and Redko [9] and others are reviewed. A special note was made of the correlations between rate of growth and certain weather factors during the growth season. In spite of the fact that some authors mention such correlations no direct evidence for this was found in the present experiment.

A contribution was made to the problems of methodology. In fig. 1 the current increment was drawn on the basis of measurements made twice a week (on the left) and once a week (on the right). These two figures differ considerably in clarity.

The following conclusions were made.

1. The vegetation season has to be clearly distinguished from the period of shoot growth. The latter extends, depending on weather conditions for 80-130 days. The most evident influence on its duration has been exerted by temperature in the spring.

2. In some hybrid clones an extremely short (*P. angulata* × *P. berolinensis*) or extremely long (*P. maximowiczii* × *P. nigra 'Italica'*) period of growth has been found, independently of the conditions.

3. No direct relation of the total shoot length to the duration of growth was observed. The rate of growth was an individual characteristic of each clone.

4. In the hybrid *P. maximowiczii* × *P. nigra 'Italica'* growth was significantly faster than in its parent clones. Thus the occurrence of hybrid vigour could be suspected.

5. The dynamics of growth alters during the growing season. This variability has an individual character for particular clones.

6. The growth rhythm of clones originating from the same or analogous parents is very similar. This points to genetic factors contributing to the characters of growth dynamics.

7. In the experiments with plants which were not cut back (2) and with cuttings (1a and 1b) the growth rate of several clones decreased in the middle of July and then increased rapidly in the first days of August.

8. In the plants that have been back cut down to stock the maximum growth rate was observed in the first half of the vegetation period.

9. During the period of maximum growth rate the daily increment was more than 4 cm. A particular case has been found in the hybrid *P. maximowiczii* × *P. trichocarpa* in which a daily increment of over 8 cm was obtained for not

less than three days. An average for 16 plants of this hybrid was over 6 cm during the same time.

10. The duration of the period of maximum growth rate and the intensity of increment during that time determines the final length of the shoot. Thus an early prognosis of it, based on measurements done in July is of low reliability.

11. For the investigation of growth rhythm measurements made once a week suffice.

ЗВИГНЕВ СТЭЦКИ

Исследование прироста в высоту побегов тополей в течение вегетации

Резюме

В 1965 и 1966 гг. автором проведены были четыре опыта с целью проследить ростовой ритм терминальных побегов у нескольких клонов гибридных тополей. Два опыта (1а и 1б) проделаны в питомнике на побегах черенков (1965 и 1966 гг.). В третьем опыте (2) взяты побеги трёхлетних деревьев (1965 г.), а в четвёртом — саженцы, у которых прошлогодние побеги срезали на пенёк и измеряемый прирост (1966 года) образовался из одной из боковых почек недалеко от корневой системы.

Все опыты были поставлены по статистическим принципам с числом повторностей 3 (варианты 1а, 1б, 2) или 2 (вариант 3). Высоту побегов начали измерять, когда прирост становился заметным — в 1965 году около 17-го мая, а в 1966 году — довольно поздно, в первых днях июня. Измерения завершали, когда на одном и том же побеге трёхкратно получался одинаковый результат.

Замеры делали каждый третий или четвёртый день. Кроме того, вели наблюдения за такими признаками, как образование верхушечной, почки боковых побегов и вступление растения в период покоя.

Результаты обрабатывали статистически. Проведен вариационный анализ по методике Фишера (Fisher) с оценкой достоверности разницы между клонами тестом Данкана (Duncan). Уровень коэффициента F представлен на рисунках 8 - 11. Кривые текущего прироста некоторых клонов представлены на рисунках 1 - 7. Проведено сравнение прироста клонов известного происхождения с их родителями (рис. 1 - 2 - 3) или клоном аналогичного происхождения (рис. 4 - 5 - 6). Период времени, на протяжении которого наблюдали прирост, представлен в таблице 3; общая длина побегов после окончания прироста — в таблице 4. Исследовали также скорость, с какой растения достигали четверть, половину и три четверти своей высоты в различных вариантах. Результаты показаны в таблице 5. Индивидуальная скорость роста некоторых отдельных побегов в течение нескольких дней дана в таблице 6.

В обсуждении полученные данные сравниваются с работами Богданова [1], Брукхайзена [2], Доманьского [3], Копецкого [6], Ова [8], Редко и Редко [9] и других. Особое внимание обращено на вопрос корреляции скорости роста с погодными факторами. В отличие от всех предыдущих авторов, в настоящей работе такие корреляции не обнаружены.

Что касается вопросов методики опытов этого типа, то автором проведено специальное исследование чёткости кривых прироста (рис. 1) при измерении два раза (левая часть рис.) или один раз в неделю (правая часть рис.).

Сделаны следующие выводы:

1. Необходимо отличать вегетационный период от периода роста. Последний продолжается, в зависимости от условий, 80 - 130 дней. На его длину основное влияние оказывают весенние температуры.

2. У некоторых гибридных клонов наблюдается, независимо от погоды, короткий (*P. angulata* × *P. berlinensis*) или длинный (*P. maximowiczii* × *P. nigra* 'Italica') период роста.

3. Не удалось заметить пропорциональной зависимости общей высоты побегов от длины периода роста. Быстрота прироста в высоту является особенностью разных клонов.

4. У гибрида *P. maximowiczii* × *P. nigra* 'Italica' скорость роста оказалась выше, чем у родителей, что может быть связано с явлением гетерозиса.

5. Динамика прироста меняется в течение периода вегетации. Эта изменчивость носит индивидуальный характер и зависит от клона.

6. Между ростовым ритмом клонов, происходящих от одной и той же пары родителей, обнаружено чёткое сходство. Это показывает, что ростовой ритм в какой-то степени определяется генетическими факторами.

7. В варианте, в котором оставлялся прошлогодний побег и в варианте с черенками произошло, независимо от происхождения гибридов, ослабление скорости роста в первой половине июля и его сильное ускорение в первой половине августа.

8. У саженцев, срезанных на пенёк, самая высокая скорость прироста побегов проявлялась в первой половине вегетационного периода.

9. В период наибольшей скорости роста прирост был более 4 см в день. У побегов гибрида *P. maximowiczii* × *P. trichocarpa* наблюдался интересный случай прироста более 8 см в сутки на протяжении трёх дней. Средний прирост 16 побегов этого гибрида составлял более 6 см.

10. Конечную длину побега определяют длина периода интенсивного прироста в конце вегетационного периода и скорость роста в это время. Большой вероятности подтверждения раннего прогноза этой высоты на базе измерений в июле нет.

11. При исследовании ритма роста достаточно проводить еженедельные измерения прироста.