

TOMASZ BOJARCZUK

## Ukorzenie sadzonek zielnych topoli z sekcji *Leuce* przy użyciu związków chemicznych\*

### 1. WSTĘP

Topole należą w naszych warunkach do drzew najszybciej rosnących, stąd uprawa ich w wielu krajach europejskich osiągnęła w ostatnich latach znaczne rozmiary. Drzewa te dostarczają dużych ilości drewna głównie dla przemysłu celulozowo-papierniczego.

Również w Polsce uprawie topoli poświęca się sporo uwagi. Na terenie lasów państwowych założono wiele plantacji, a ponadto drzewa te są używane do różnego rodzaju zadrzewień pozalesnych także w miastach i w osiedlach.

W uprawie topoli na skalę gospodarczą wegetatywne rozmnażanie jest podstawą produkcji materiału szkółkarskiego. Rozmnażanie generatywne z nasion, mimo że jest możliwe, nie wchodzi w zasadzie w rachubę, ponieważ uzyskane tym sposobem potomstwo jest zbyt zróżnicowane, co obniża wartość materiału roślinnego dla celów gospodarczych. Ponadto wiele klonów topoli reprezentowanych jest w uprawie tylko przez osobniki męskie, stąd ich wegetatywne rozmnażanie jest jedyną drogą uzyskania nowych roślin.

Topole czarne (*Aigeiros*) i balsamiczne (*Tacamahaca*) rozmnaża się wyłącznie przez sadzonki zdrewniałe<sup>1</sup>, które ukorzeniają się w wysokim procencie. Natomiast topole z sekcji *Leuce* trudno rozmnażają się z sadzonek zdrewniałych albo tak jak osika nie mnożą się tym sposobem w ogóle. Należy więc szukać innych metod rozmnażania wegetatywnego. W krajowych szkółkach produkujących topole nie przyjęła się dotychczas żadna metoda wegetatywnego rozmnażania topoli białych. Znane są

---

\* Skróć pracy doktorskiej wykonanej w Instytucie Dendrologii PAN w Kórniku. Promotor doc. dr hab. W. Bugała. Praca wykonana w ramach problemu węzłowego 09.2.1.

<sup>1</sup> Sadzonką zdrewniałą lub zrzesem nazywamy wycięty z jednorocznego pędu, będącego w stanie spoczynku, odcinek co najmniej z jednym pączkiem.

metody rozmnażania ich z sadzonek zielnych<sup>2</sup>, z sadzonek korzeniowych<sup>3</sup>, przez szczepienie i okulizację, jednakże nie znalazły one praktycznego zastosowania.

Wobec takiej sytuacji w różnych zakładach naukowych pracuje się nad opracowaniem nowych metod rozmnażania topoli z sekcji *Leuce*. Również w Polsce były podejmowane takie badania między innymi w Instytucie Dendrologii PAN w Kórniku przez doc. dr B. Suszkę i w Instytucie Badawczym Leśnictwa przez dra L. Jansona. Nadal jednak odczuwa się brak praktycznej metody wegetatywnego rozmnażania i podejmowanie dalszych badań w tym zakresie należy uznać za ważne dla rozwoju uprawy topoli z sekcji *Leuce*.

## 2. ZAŁOŻENIA I CEL BADAŃ

W badaniach stosowano sadzonki zielne topoli białej, topoli szarej i osiki.

Celem badań było wyjaśnienie, jaki wpływ na ukorzenianie sadzonek mają: a) różne typy sadzonek (liczba pączków, miejsce położenia na długopędzie), b) auksyny, c) związki fenolowe, CCC, alar (SADH), witaminy, kwas borowy, d) preparaty grzybobójcze, e) różne sposoby traktowania sadzonek, f) różne warunki ukorzeniania, g) różne terminy ukorzeniania.

Dla pełniejszego poznania procesu ukorzeniania sadzonek zielnych topoli przeprowadzono badania, które miały na celu:

- określenie aktywności stymulatorów i inhibitorów korzenienia,
- zbadanie wpływu fenoli na metabolizm NAA — 1 — <sup>14</sup>C.

Uzyskane wyniki doświadczeń posłużą do opracowania praktycznej metody wegetatywnego rozmnażania topoli w sekcji *Leuce* z sadzonek zielnych, która będzie mogła znaleźć zastosowanie w produkcji szkółkarskiej.

## 3. PRZEGLĄD LITERATURY

Wielu autorów prowadziło badania nad wegetatywnym rozmnażaniem topoli z sekcji *Leuce*. Badania te rozwinęły się w ostatnich 30 latach głównie w NRD, RFN, w krajach skandynawskich i w Jugosławii. Dotyczyły one różnych metod rozmnażania topoli białych, w tym także ukorzeniania sadzonek zielnych. Dobre wyniki ukorzeniania zależą od

<sup>2</sup> Sadzonką zielną nazywamy ulistniony odcinek długopędu co najmniej z jednym pączkiem i liściem.

<sup>3</sup> Sadzonką korzeniową nazywamy odcinek korzenia, który po posadzeniu wytworzy nowy system korzeniowy i pędy.

odpowiedniego doboru sadzonek zielnych. Pozyskuje się je zazwyczaj z długopędów roślin rosnących w matecznikach (Lattke, 1965, 1967). Mogą to być także pędy pozyskane z odrośli i sadzonek korzeniowych (Fröhlich, 1957; Janson, 1967; Schier, 1974; Bojarczuk i Jankiewicz, 1975). Na sadzonki zielne nadają się pędy słabo zdrewniałe, które przy zginaniu nie łamią się (Krüssmann, 1964; Terpiński, 1971). Z prac nad ukorzeniem sadzonek zielnych drzew i krzewów wiadomo, że najczęściej używa się sadzonek 2-3-pączkowych (Krüssmann, 1964; Turecka i Polikarpowa, 1968). Lattke (1965, 1967) oraz Lattke i Näther (1967) ukorzeniałi sadzonki topoli białej i topoli szarej, które miały 15 cm długości i były cięte tylko z wierzchołków pędów. Hejmanowski (1975) podaje, że długość sadzonek powinna wynosić 7-8 cm (w innym miejscu 7-15 cm). Wydaje się, że sadzonki wierzchołkowe są mniej przydatne do ukorzenia, czego dowiodły badania na wielu gatunkach drzew i krzewów ozdobnych prowadzone przez Sonnenfeld (1964) i Sobczykiewicz (1968).

Zdolność do ukorzenia sadzonek zielnych topoli z sekcji *Leuce*, podobnie jak sadzonek zdrewniałych, jest wśród poszczególnych klonów różna. W badaniach Schiera (1974) dotyczących sadzonek zielnych 10 klonów osiki amerykańskiej (*P. tremuloides*) wahała się ona od 25 do 90%. Josufow (1967) wysunął hipotezę, że przez ciągłe rozmnażanie wegetatywne topoli z sadzonek zielnych utrwała się cecha coraz lepszego korzenia się tego samego klonu topoli.

Zdolność wytwarzania korzeni przez sadzonki zależy także od terminu ich sadzonkowania. Dla każdego gatunku drzew i krzewów istnieje optymalny okres, w którym sadzonki zielne ukorzeniają się najlepiej (Thimann i Behnke-Rogers, 1950; Krüssmann, 1964; Boer i Elk, 1974). Zdolność do ukorzenia zależy od stanu fizjologicznego roślin matecznych oraz od czynników zewnętrznych takich jak przebieg pogody, żyzność gleb. Nie sposób ustalić ścisłych terminów ukorzenia sadzonek poszczególnych gatunków drzew i krzewów. Jedynie wnikliwa obserwacja roślin oraz znajomość ich biologii pozwala na uchwycenie właściwego momentu sadzonkowania (Krüssmann, 1964; Terpiński, 1971; Hejmanowski, 1975). Wszystkie topole, w tym także topole białe, charakteryzują się długim okresem wzrostu pędów, który trwa prawie przez cały sezon wegetacyjny — od maja do września. Dlatego też można ukorzeniać sadzonki zielne topoli przez cały ten okres, kiedy tylko długopędy osiągną odpowiednią długość (Lattke, 1965). Ogólnie przyjmuje się jednak, że sadzonki topoli z sekcji *Leuce* należy ukorzeniać od czerwca do połowy lipca (Schrock, 1965; Janson, 1967). Hejmanowski zaleca ukorzeniać sadzonki topoli jak najwcześniej, nawet w początku czerwca, bowiem po ich szybkim ukorzeniu uzyskuje się już jesienią pełnowartościowy materiał. Lattke (1965) ukorzeniał sadzonki topoli białej i topoli szarej od maja do wrześ-

nia w seriach następujących po sobie stwierdzając, że we wczesnych terminach — w czerwcu i w pierwszej połowie lipca — sadzonki ukorzeniają się w ciągu 10-14 dni, a już we wrześniu w ciągu 20-28 dni. Wykazano także (Lattke, 1965; Bojarczuk i Jankiewicz, 1975), że gdy stosuje się auksyny i inne substancje, sadzonki można ukorzeniać w mnożarce bez ogrzewania aż do końca sierpnia. Na proces wytwarzania korzeni przez sadzonki zasadniczy wpływ mają substancje wzrostowe znajdujące się w roślinie. Dotyczy to zwłaszcza auksyn, które biorą udział we wszystkich etapach tworzenia korzeni, w procesach różnicowania się komórek, ich inicjacji i wzrostu (Gorter, 1958).

W praktyce szkółkarskiej do ukorzenia sadzonek stosuje się najczęściej: kwas 3-indoliloctowy (IAA), kwas 1-naftyloctowy (NAA), kwas 3-indolilomasłowy (IBA) (Thimann i Behnke-Rogers, 1950; Białobok i Jankiewicz, 1953). Jednakże nie wszystkie te substancje mają jednakową trwałość i aktywność w działaniu na ukorzenie sadzonek. Stwierdzono, że najbardziej aktywna, ale najmniej trwała jest IAA. Mniej aktywne, ale bardziej trwałe, tzn. odporne na utlenianie i rozpad biologiczny, są IBA i NAA (Hitchcock i Zimmerman, 1936). Silne działanie NAA spowodowane jest tym, że auksyna ta jako substancja syntetyczna nie ulega rozpadowi przez działanie oksydazy IAA (Hess, 1968). Dotychczas do ukorzenia sadzonek topoli rzadko stosowano auksyny. Białobok i Jankiewicz (1953) uzyskali 30% ukorzenionych sadzonek topoli białej, traktując je preparatem proszkowym o nazwie Rootone, o nieznanym składzie chemicznym. Thrümmler (1957) stosował preparaty o nazwach Belvitan, Wurzelfix, P — 604 uzyskując dobre rezultaty ukorzenia sadzonek topoli, podczas gdy sadzonki kontrolne (bez użycia tych preparatów) ukorzeniały się bardzo słabo. Lattke (1965, 1970) ukorzeniał sadzonki topoli białej i topoli szarej przy użyciu preparatu Bi, opartym na NAA, oraz mieszanki auksyn: IAA, IBA i NAA. Dobre wyniki ukorzenia sadzonek topoli uzyskał traktując je NAA w stężeniu 0,6‰.

Mechanizm działania auksyn jest jeszcze mało znany. Uważa się, że korzenie sadzonek spowodowane jest wysoką zawartością endogennych auksyn, przy jednoczesnym braku lub małej zawartości inhibitorów (Turecka, Kefeli, Kof, 1966; Choong i inni, 1969). W niektórych badaniach stwierdzono zależność pomiędzy zawartością auksyn w sadzonkach a ich ukorzeniem (Tyce, 1957). Inną interpretację przyjmują Turecka, Kefeli i Kof (1966), którzy sądzą, że o ukorzeniu sadzonek decydują inhibitory, które mają hamować transport auksyn. Nie potwierdziły tej tezy badania Lipeckiego (1972, 1974), który stwierdził, że w miarę zmniejszania się aktywności inhibitorów zmniejszała się również zdolność ukorzenia.

W ostatnich latach stwierdzono, że dużą rolę w procesie ukorzenia sadzonek mogą spełniać związki fenolowe (Hess, 1962, 1964; Basu,

1969; H a c k e t t, 1970; L e e i T u c k e y, 1971; P i ą t k o w s k i i i n n i, 1973; J a n k i e w i c z i i n n i, 1973; B o j a r c z u k i J a n k i e w i c z, 1975). Fenole są to związki aromatyczne zawierające grupy hydroksylowe (OH) połączone bezpośrednio do pierścienia bezoesowego. Stanowią one bardzo zróżnicowaną grupę połączeń chemicznych. W zależności od ilości grup OH wyróżnia się monofenole (np. kwas salicylowy) i polifenole (np. pirogalol, rutyna). W roślinach występują w postaci wolnej lub związanej najczęściej w formie glikozydowej. T h i e m e i B e n e c k e (1971) oznaczali 7 glikozydów fenolowych, które występują w korze topoli białej. Stanowiły one około 2,5% suchej masy kory.

Badania nad rolą związków fenolowych w ukorzeniu sadzonek zapoczątkował H e s s (1962). Stwierdził on, że różnice w ukorzeniu młodych i dojrzałych pędów bluszczu spowodowane są obecnością nieznanymi bliżej czynników współdziałających z auksyną, które zostały nazwane „kofaktorami” IAA. Wyodrębnione później substancje okazały się fenolami. Praktyczne próby zastosowania kwasu salicylowego i innych monofenoli do ukorzenia sadzonek przeprowadzone przez H e s s a (1962) nie powiodły się. B a s u (1969) stwierdził antagonistyczny efekt pirogalolu i auksyny na ukorzenie sadzonek fasoli, natomiast indol, naftol i kumaryna stymulowały ukorzenie się sadzonek *Justicia glandarussa*, *Eranthemum tricolor* i fasoli, a zastosowane wraz z auksyną stymulowały jeszcze bardziej jej działanie. H a c k e t t (1970) oraz L e e i T u c k e y (1971) stwierdzili, że niektóre związki fenolowe stymulowały ukorzenie sadzonek zielnych bluszczu i trzmieliny.

Ostatnio P i ą t k o w s k i i i n n i (1973), J a n k i e w i c z i i n n i (1973) oraz B o j a r c z u k i J a n k i e w i c z (1975) stosowali niektóre związki fenolowe, jak kwas salicylowy, pirogalol, rutynę do ukorzenia sadzonek wielu gatunków i odmian drzew oraz krzewów ozdobnych i owocowych, w tym również sadzonek topoli białej i szarej. Okazało się, że sadzonki traktowane preparatami płynnymi tych fenoli oraz auksyną ukorzeniały się znacznie lepiej niż za pomocą samej auksyny. Natomiast sadzonki traktowane samymi fenolami ukorzeniały się słabo.

Synergizm auksyn w obecności fenoli nie jest jeszcze dostatecznie poznany. G o r t e r (1962) przypuszcza, że fenole ochraniają auksynę IAA przed utlenianiem jej przez enzymy roślinne z grupy oksydaz. T o m a s z e w s k i (1966) stwierdził, że polifenole współdziałają synergistycznie z IAA przez hamowanie dekarboksylacji IAA, natomiast monofenole stymulują dekarboksylację i ograniczają korzenie sadzonek grochu. G a s p a r i i n n i (1971) oraz B a s u (1971) przypuszczają, że niektóre fenole obniżają aktywność oksydazy IAA i opóźniają utlenianie tej auksyny.

P Ń e n a k i i n n i (1970), w badaniach *in vitro*, wykazali wpływ prostych glikozydów fenolowych takich jak arbutina i geina na aktywność oksydazy IAA. Wolne fenole w obecności glikozydazy wpływały na zwiększenie lub zmniejszenie poziomu IAA. S i r o i s i M i l l e r (1972)

stwierdzili w obecności kumaryny i skopoletyny obniżenie się aktywności peroksydazy przyspieszającej degradację IAA.

Korzystny wpływ na ukorzenianie sadzonek zielnych drzew i krzewów mają witaminy. Janson (1967) ukorzeniał sadzonki topoli szarej traktując je preparatami proszkowymi zawierającymi witaminę B<sub>1</sub> i C oraz auksynę, jednakże wyniki ukorzeniania były słabe. Badania Sobczykiewicz (1968) wykazały, że sadzonki zielne porzeczeki czerwonej traktowane witaminą B<sub>1</sub> i C oraz NAA ukorzeniały się o wiele szybciej i miały lepszy system korzeniowy niż sadzonki traktowane tylko samą auksyną NAA. Basu i inni (1967) oraz Basu (1969, 1970, 1971) w licznych doświadczeniach i testach wykazali, że same witaminy użyte do ukorzeniania sadzonek *Justicia gendarussa* i innych roślin nie miały większego wpływu na ich ukorzenianie. Natomiast witaminy w obecności auksyn (NAA) bardziej wpływają synergistycznie na tworzenie korzeni przez sadzonki niż sadzonki traktowane tylko NAA. Dobre rezultaty ukorzeniania sadzonek lilaków traktowanych witaminami uzyskali Bojarczuk i Jankiewicz (1975). Witaminy razem z NAA wpływały korzystnie na rozwój systemu korzeniowego, na liczbę i długość korzeni. W przeciwieństwie do tych wyników Piątkowski i inni (1973) nie stwierdzili istotnego wpływu witamin na ukorzenianie sadzonek zielnych niektórych drzew i krzewów owocowych nawet wtedy, gdy sadzonki traktowano witaminami i auksyną. Sądzi się, że podane witaminy mogą wpływać na procesy enzymatyczne w roślinach, ale tylko wtedy, gdy naturalne witaminy występują w niedostatecznej ilości. Witaminy podane wówczas z zewnątrz mogą stymulować proces tworzenia korzeni i ich rozwój.

Dużą uwagę przywiązuje się obecnie do związków chemicznych, które działają zabójczo lub hamująco na rozwój pasożytniczych grzybów, powodujących choroby sadzonek w trakcie ich ukorzeniania. Górecki (1974) stwierdził na sadzonkach zielnych jabłoni wstępowanie grzybów z rodzaju *Penicilum*, *Fusarium*, *Alternaria*, *Trichoderma*. Grzyby te są typowymi saprofitami i polifagami i atakują osłabione rośliny, w tym przypadku sadzonki. Wysoka temperatura i wilgotność, jakie panują w mnożarce, sprzyjają rozwojowi tych patogenów.

Już Enright (1951) wykazał, że sadzonki zielne traktowane kaptanem, a później auksyną ukorzeniają się znacznie lepiej niż traktowane samą auksyną. Doesburg (1964) oraz Boer i Elk (1974) stwierdzili korzystny wpływ kaptanu jako jednego ze składników preparatów, stosowanych do ukorzeniania sadzonek wielu gatunków drzew i krzewów.

W badaniach Fiorino i innych (1969) sadzonki *Prunus besseyi* traktowane bynomylem (benlate) ukorzeniały się w znacznie większej liczbie niż sadzonki kontrolne. Preparat ten powodował hamowanie rozwoju chorób grzybowych.

Doświadczenia Piątkowskiego i innych (1973) wykazały, że kaptan zastosowany do ukorzenia sadzonek nie wpływał na ich lepsze ukorzenie, ale zastosowany wraz z auksyną (NAA) powodował zwiększenie efektu ukorzenia. Jedynie w przypadku sadzonek agrestu sam kaptan stymulował ich ukorzenie. W doświadczeniach Jankiewicz a i innych (1973) zarówno sam kaptan, jak i w preparacie z NAA nie wpływał na zwiększenie liczby ukorzenionych sadzonek magnolii i lilaka Meyera. Natomiast w badaniach Góreckiego (1974) kaptan jako składnik preparatów do ukorzenia wraz z auksyną wpłynął na zwiększenie liczby ukorzenionych sadzonek jabłoni.

#### 4. MATERIAŁ I METODY

Badania nad wegetatywnym rozmnażaniem topoli były poprzedzone kilkuletnimi pracami terenowymi (także w kolekcji Arboretum Kórnickiego). W terenie, w naturalnych miejscach występowania topoli białej i topoli szarej prowadzono prace mające na celu znalezienie drzew wyróżniających się szybkim wzrostem, prostym pniem i wąską koroną, które przedstawiają dużą wartość dla selekcji i hodowli, a także posiadają cechy drzew ozdobnych. Drzewa o takich cechach znaleziono między innymi w Tryńczy i Stubnie nad Wiśłokiem, w Gniewczynie nad Wiśłoką, w Ujściu Solnym nad Rabą i w Mechlinie nad Wartą. Zostały one rozmnożone przez szczepienie i posadzone w specjalnym mateczniku w Instytucie Dendrologii PAN w Kórniku. Drzewa te stanowiły materiał do dalszych prac nad rozmnażaniem przez sadzonki zielne. Szczepienie zrazów pobranych ze starych drzew jest w zasadzie jedyną drogą ich rozmnażania, a to ze względu na porę roku, w jakiej prowadzono prace terenowe (na przedwiośniu), jak także na trudności w pozyskaniu korzeni. Rozmnażanie przez ukorzenie sadzonek zielnych nie wchodzi w rachubę, gdyż sadzonki cięte ze starych drzew nie posiadają zdolności ukorzenia się.

Do badań prowadzonych w latach 1970 - 1974 użyto następujących klonów topoli: topola biała — *P. alba* 'Tryńcza 3', *P. alba* 'Gniewczyna', *P. alba* 'Zwierzyniec', *P. alba* 'Kórnik';

topola szara — *P. canescens* '350', *P. canescens* 'Mechlin', *P. canescens* 'Rogalinensis', *P. canescens* 'Kiekrz';

topola osika — *P. tremula* 'Zwierzyniec'.

Przy nazwach tych gatunków topoli podano również nazwy klonów, pod jakimi zapisane są one w księdze inwentarzowej Arboretum Kórnickiego. Nazwy te wywodzą się najczęściej od nazw miejscowości, gdzie dany klon topoli występuje w naturze. Na przykład nazwa *P. alba* 'Tryńcza 3' wskazuje, że klon ten został znaleziony w miejscowości Tryńcza nad Wiśłokiem, a drzewo mateczne oznaczono numerem trzecim. Klon *P. canescens* '350' występuje na terenie Arboretum Kórnickiego i jest wpisany do inwentarza Arboretum pod numerem 350.

##### 4.1. SADZONKI ZIELNE, ICH CHARAKTERYSTYKA I TERMINY UKORZENIENIA

Słabo zdrewniałe pędy bieżącego przyrostu topoli białej — *P. alba* 'Tryńcza 3' i *P. alba* 'Gniewczyna' pozyskiwano z matecznika. Pędy topoli szarej — *P. canescens* '350', *P. canescens* 'Mechlin', *P. canescens* 'Kiekrz', *P. canescens* 'Rogalinensis'

i osiki — *P. tremula* 'Zwierzyniec' pozyskiwano z odrosli korzeniowych w miejscach ich naturalnego występowania w Kórniku, Kiekrzu i Mechlinie.

W kilku przypadkach pędy topoli pozyskiwano z jedno- lub dwuletnich drzewek, uprzednio ukorzenionych, rosnących już w szkółce. Do poszczególnych doświadczeń pędy na sadzonki cięto z jednolitego materiału, a więc albo z matecznika, albo z odrosli korzeniowych. Pędy topoli ścinano zawsze rano, rozkładano luźno w chłodnej piwnicy, spryskiwano wodą i cięto na sadzonki ostrym nożem ogrodniczym. Cięcie górne wykonywano nad pączkiem, a dolne 2-3 mm pod węzłem, prostopadle do osi pędu. Po odrzuceniu części wierzchołkowej, z każdego pędu używano 2-3 sadzonki zielne, które miały od 5 do 8 cm długości, 3 liście i 3 pączki. Liść z dolnej części sadzonki obcinano, a pozostałe dwa skracano o 1/3 powierzchni w celu zmniejszenia transpiracji. Niekiedy cięto sadzonki, które miały tylko dwa pączki i jeden liść w górnej części sadzonki. Do badań nad wpływem różnych typów sadzonek zielnych na ich ukorzenie używano także sadzonek jednopączkowych, których długość wynosiła 1-2 cm, z jednym liściem.

W doświadczeniach nad ukorzeniem sadzonek ciętych z różnych stref pędu używano także sadzonek wierzchołkowych. Sadzonki zielne topoli białej, szarej i osiki umieszczano na parapecie mnożarki w dniu pozyskiwania pędów i cięcia sadzonek. Jedynie w doświadczeniach, w których stosowano roztwory związków fenolowych, sadzonki wysadzono na parapecie po 24 godzinach. Badania nad wpływem terminów sadzonkowania na ukorzenie sadzonek zielnych były prowadzone w dwóch kolejnych latach — 1971 i 1972 r. Do doświadczeń użyto sadzonek zielnych topoli białej — *P. alba* 'Tryńcza' i topoli szarej — *P. canescens* 'Mechlin' (tab. 1). W 1971 r. sadzonki tych topoli ukorzeniano w 6 różnych terminach co

Tabela 1

Terminy ukorzenia sadzonek zielnych topoli białej (*P. alba* 'Tryńcza 3' i topoli szarej (*P. canescens* 'Mechlin') oraz stosowane preparaty i kombinacje  
Periods of rooting green cuttings of *P. alba* 'Tryńcza 3' and *P. canescens* 'Mechlin' and the reagents used

Termin ukorzenia Periods	Data sadzonkowania Date of rooting		Zastosowane preparaty i kombinacje Reagents used
	'Tryńcza 3'	'Mechlin'	
1971 r.			
I	24 V	27 V	
II	15 VI	17 VI	kontrolne — control
III	6 VII	8 VII	NAA 0,1%
IV	27 VII	29 VII	NAA 0,2%
V	17 VIII	19 VIII	NAA 0,4%
VI	9 IX	11 IX	NAA 0,2% + kaptan — captan
1972 r.			
I	7 VI	8 VI	kontrolne — control
II	7 VII	8 VII	NAA 0,2%
III	5 VIII	5 VIII	NAA 0,4%
			NAA 0,2% kwas salicylowy 1 mg/l — salicylic acid

3 tygodnie, począwszy od końca maja aż do początków września. Ponieważ sadzonki ukorzeniane w VI terminie (9 IX 1971 r.) nie wytworzyły korzeni, pominięto ten termin w obliczeniach statystycznych. W następnym 1972 r. sadzonki zielne tych samych klonów ukorzeniono w 3 terminach w odstępach 30-dniowych; obejmowały one jednak ten sam okres co w roku poprzednim.



## 4.2. AUKSYNY, ZWIĄZKI FENOLOWE I INNE SUBSTANCJE STOSOWANE DO UKORZENIANIA SADZONEK

W badaniach nad ukorzeniem sadzonek zielnych topoli białych stosowano wiele substancji, które stymulują ukorzenie. Były to auksyny: kwas 3-indoliloctowy (IAA), kwas 3-indolilomasłowy (IBA), kwas 1-naftylooctowy (NAA), związki fenolowe: kwas salicylowy, pirogalol i rutyna, a także CCC (chlorek chlorocholiny), alar (SADH), witaminy B<sub>3</sub> (kwas nikotynowy) i C (kwas askorbinowy), kwas borowy, indol i kwas abscyzynowy. W niektórych doświadczeniach stosowano związki grzybobójcze (fungicydy), które miały zapobiegać pojawianiu się chorób grzybowych na sadzonkach w trakcie ich ukorzenia. Najczęściej stosowano kaptan w stężeniu 0,3%, a także miedzian 50, topsin, cynkotox, benlate. Z wymienionych wyżej substancji przygotowano preparaty proszkowe, preparaty płynne rozcieńczone i preparaty płynne stężone i dopiero wówczas traktowano nimi sadzonki. Preparaty te przygotowywano zgodnie z metodą opracowaną przez Mitchella i innych (1968).

Preparaty proszkowe. Auksyny (NAA, IBA, IAA) rozpuszczano w 20 ml etanolu, wlewano do moździerza z odpowiednią ilością talku i starannie mieszano. Inne substancje — CCC, alar, kwas borowy, witaminy i fungicydy mieszano z talkiem, zalewano etanolem, suszono w temperaturze 60°C w ciemnym pomieszczeniu i ponownie mieszano. Tak przygotowane preparaty zsypywano do słoików z ciemnego szkła, etykietowano i przechowywano w suchym i chłodnym pomieszczeniu. Preparaty te stosowano do ukorzenia sadzonek przez 3 miesiące.

Preparaty płynne rozcieńczone. Odpowiednie naważki związków fenolowych lub innych substancji rozpuszczano w 1 l wody destylowanej. Związki trudno rozpuszczające się w wodzie rozpuszczano w małej ilości etanolu, a następnie uzupełniano wodą do objętości 1 l. Preparaty te były używane tylko do jednej serii doświadczeń.

Preparaty płynne stężone. Naważki auksyny i związków fenolowych rozpuszczano w 50-procentowym roztworze etanolu. Preparaty płynne przygotowywano bezpośrednio przed ich stosowaniem i używano je tylko jeden raz.

W zależności od metody stosowano je następująco: niewielką ilość preparatu proszkowego wsypano na szalkę szklaną, a następnie zanurzono w nim końce sadzonek i umieszczano w podłożu. Sadzonki traktowane preparatami płynnymi rozcieńczonymi zanurzano do połowy długości w tych roztworach na okres 20-24 godzin, a preparatami płynnymi stężonymi — na 5-7 sekund, po czym sadzonkowano je na parapecie mnożarki. W przypadku stosowania dwóch metod równocześnie, sadzonki traktowano najpierw roztworami płynnymi, a następnie proszkowymi.

## 4.3. PODŁOŻE I INNE CZYNNIKI WPLYWAJĄCE NA UKORZENIENIE SADZONEK

Doświadczenia nad ukorzeniem sadzonek zielnych topoli prowadzone były w szklarni typu mnożarki na parapecie przykrytym oknami, w inspekcji ogrodniczym, a także w tunelu foliowym. W mnożarce stosowano również automatyczne zraszanie. Inspekty i mnożarkę przed założeniem doświadczenia czyszczono i dezynfekowano 0,3-procentowym roztworem formaliny, a okna inspektowe i całe wnętrze spryskiwano topsinem.

Podłoże do ukorzenia sadzonek przygotowano w podobny sposób w kolejnych latach doświadczeń. Na siatki parapetu czy inspektu, stanowiące jego dno, układano warstwę ziemi kompostowej grubości około 15 cm wyjałowionej uprzednio gorącą parą wodną pod ciśnieniem. Następnie układano warstwę piasku

gruboziarnistego o miąższości 4-5 cm. Piasek zraszano wodą, ubijano i znacznikiem o rozstawie 5×5 cm wyznaczano miejsca dla sadzonek. Sadzonki ukorzeniano także tytułem prób w kubeczkach plastikowych. Podłoże w nich przygotowywano podobnie jak na parapetach, z tym że grubość warstwy piasku wynosiła 3 cm, a ziemi kompostowej — 5 cm.

**Temperatura.** Sadzonki zielne ukorzeniane były w miesiącach letnich (czerwiec, lipiec, sierpień, wrzesień), kiedy temperatura powietrza jest zazwyczaj wysoka (co ma bezpośredni wpływ na temperaturę podłoża i powietrza w mnożarce). Na parapiecie przykryty oknami starano się utrzymać ją w granicach 20 - 25°C przez cieniowanie okien tkaniną jutową i zamalowanie dachu mnożarki wapnem. Zabiegi te pozwoliły na obniżenie temperatury w mnożarce w ciągu dnia i złagodziły znacznie jej dobowe wahania. W przypadku wystąpienia okresów chłodniejszych, jak to miało miejsce w czerwcu 1971 r., mnożarkę ogrzewano. Znaczne wahania temperatury utrudniały ukorzenianie sadzonek zielnych w inspektach ogrodniczych w czerwcu, dlatego ukorzeniano je dopiero w lipcu. Podobne warunki panowały w tunelach foliowych, z tym że nagrzane w ciągu dnia powietrze wypełniające zamknięty tunel nie schładzało się tak szybko w ciągu nocy. Temperatura w mnożarce, pod oknami, wahała się w granicach 20° - 27°C w ciągu dnia i 17° - 20°C w nocy. W drugiej połowie sierpnia oraz w okresach chłódów temperatura spadała w nocy do 15° - 17°C.

**Wilgotność.** Wilgotność podłoża regulowano przez zraszanie go wodą przy użyciu konewki o drobnym sitku. W zależności od temperatury sadzonki podlewano 1 - 2 razy w dni słoneczne, a 1 raz lub wcale nie podlewano w dni pochmurne. Sadzonki zraszano w taki sposób, aby podłoże (piasek) było stale lekko wilgotne. Wilgotność mierzono samopiszącym termohygrografem. Wahała się ona w granicach 85 - 95%. W mnożarce, gdzie zainstalowano dysze mgławicowe, wilgotność była stała i wynosiła około 95%. Urządzenie to działało na zasadzie czujnika elektrycznego, który włączał obieg wody gdy wilgotność spadała poniżej określonej wartości. Urządzeniem do zamgławiania było prototypem wykonanym w Zakładzie Mechanizacji Ogrodnictwa w Skierniewicach.

#### 4.4. KONTROLA DOŚWIADCZEŃ, ZESTAWIENIE WYNIKÓW I OBLICZENIA STATYSTYCZNE

Doświadczenia nad ukorzenianiem sadzonek zielnych zakładano w 3 lub 4 powtórzeniach, w układzie losowym, po 16 sadzonek w każdym powtórzeniu. W doświadczeniach nad wpływem miejsca położenia sadzonek na długopędzie (tab. 2) oraz wpływem auksyn i miejsca ukorzeniania (tab. 5) użyto po 25 sadzonek w 4 powtórzeniach. Tak więc w większości doświadczeń było 48, 64, a nawet 100 sadzonek zielnych każdego klonu w jednym wariancie. W doświadczeniach tych, oprócz sadzonek traktowanych różnymi preparatami, znajdowały się sadzonki ukorzeniane bez użycia tych preparatów, nazywane w dalszej części pracy sadzonkami kontrolnymi. Sadzonki topoli białej i szarej ukorzeniano zawsze przez 3 tygodnie, a sadzonki osiki przez 4 tygodnie. Kontrolę ukorzenienia sadzonek przeprowadzano po 2 i 3 tygodniach od chwili sadzonkowania. Po 2 tygodniach wyjmowano z piasku połowę sadzonek, co drugą. Następną kontrolę sadzonek, a zarazem likwidację doświadczenia, wykonywano o tydzień później, a więc po 3 tygodniach od chwili sadzonkowania. Ponieważ stwierdzono, że sadzonki niektórych klonów topoli po 2 tygodniach ukorzeniania nie wytworzyły dostatecznie rozwiniętego systemu korzeniowego, w następnych doświadczeniach ograniczono się do jednej kontroli ukorzeniania sadzonek po upływie 3 tygodni.

Kontrolę ukorzeniania sadzonek osiki przeprowadzono po 4 tygodniach. Przy kontroli ukorzeniania sadzonek uwzględniono 4 cechy: 1 — liczbę zdrowych sadzo-

Tabela 2

Wyniki ukorzenia sadzonek zielnych topoli białej 'Tryńczy 3' w zależności od miejsca położenia na długopędzie. Termin sadzonkowania 21 VII 1970 r. Liczba sadzonek w 4 powtórzeniach = 100  
Results of rooting green cuttings of *P. alba* 'Tryńczy 3' depending on the position in the long shoot

Strefa długopędu Zone of long-shoot	Liczba ukorzonych sadzonek No. of rooted cuttings per 100	
	kontrolne — control	NAA 0,2%
I	0	2
II	22	80
III	18	71
IV	7	40

nek, 2 — liczbę ukorzonych sadzonek, 3 — liczbę korzeni na sadzonce, 4 — łączną długość korzeni na sadzonce.

Cecha pierwsza — liczba zdrowych sadzonek, a więc sadzonek ukorzonych i sadzonek z kalusa, ale bez korzeni, okazała się w trakcie obliczeń statystycznych nieistotna, dlatego też przy kontroli późniejszych doświadczeń nie uwzględniano jej. Podobnie cecha wysokości przyrostów nowych pędów w trakcie ukorzenia sadzonek okazała się mało przydatna do analizy statystycznej. W doświadczeniach z 1970 r. uwzględniano tylko jedną cechę, a mianowicie liczbę ukorzonych sadzonek (tab. 2 i 5).

W trakcie kontroli ukorzenia na każdej sadzonce liczono korzenie, które miały więcej niż 1 cm długości, a następnie mierzono ich długość. Uzyskane wyniki pozwoliły później na określenie średniej liczby korzeni i średniej sumy ich długości na jedną sadzonkę. Otrzymane wyniki dla 2-4 cech poddano analizie statystycznej. Średnie liczby sadzonek ukorzonych zamieniono na stopnie kątowe według skali Bliss'a.

W doświadczeniach wieloczynnikowych, na przykład dla terminu ukorzenia sadzonek zastosowano układ ortogonalny, dzięki któremu możliwe było wyliczenie interakcji między terminami ukorzenia a sposobem traktowania sadzonek. Istotność różnic wyliczono za pomocą testu Duncana dla 1 i 5% wartości granicznych. W tabelach zastosowano oznaczenia literowe, które wskazują na istotność różnic pomiędzy poszczególnymi sposobami traktowania sadzonek przy wartości granicznej 5%. Nieróżniące się istotnie warianty są oznaczone tą samą literą.

#### 4.4.1. Przechowywanie sadzonek

Po kontroli ukorzenia sadzonek wysadzano je do kubeczków plastikowych lub doniczek ceramicznych wypełnionych ziemią kompostową i pozostawiano przez okres jednego tygodnia w szklarni. Następnie zadonczkowane sadzonki przenoszono do skrzyni inspektowej lub na specjalnie przygotowany zagon, gdzie ustawiano je obok siebie przysypując ziemią kompostową i torfem. Przez pierwsze dwa tygodnie sadzonki cieniowano matami z trzciny i zraszano wodą w zależności od warunków atmosferycznych. Jesienią, w listopadzie lub na początku grudnia, zadonczkowane sadzonki zabezpieczano na zimę przykrywając je igliwem i liśćmi. Wiosną przesadzano je na zagony w więźbie 40×20 cm i przycinano pędy. W ciągu lata prowadzono je na jeden pęd, usuwając wyrastające pędy boczne, z których ponownie cięto sadzonki zielne.

## 4.5. BADANIA FIZJOLOGICZNE

## 4.5.1. Naturalne stymulatory korzenia

Istnieją znaczne różnice w ukorzenianiu się sadzonek zielnych różnych klonów topoli białej, topoli szarej i osiki. W celu wyjaśnienia przyczyn tych różnic przeprowadzono testy biologiczne na zawartość inhibitorów i stymulatorów korzenia w korze badanych sadzonek. Test ten został opracowany na podstawie metody Luckwilla (1956) i Hessa (1964). Służy do wykrycia w ekstraktach roślinnych, w tym przypadku sadzonek topoli, substancji stymulujących lub hamujących korzenie się sadzonek rośliny testowej, którą była fasola (*Phaseolus vulgaris* 'Saxa'). Ekstrakty z kory sadzonek topoli białej, topoli szarej i osiki nanoszono na bibułę chromatograficzną i rozwijano w solwencie (izopropanol i woda w stosunku 8:2) przez 12 godzin. Po wysuszeniu chromatogramów analizowano je w świetle o długości 254 i 360 nm zaznaczając poszczególne pasma fluoryzujące. Chromatogramy dzielono na 10 równych poziomych odcinków odpowiadających Rf. Próbkę z każdej ze stref chromatogramu umieszczano w słoiku i zalewano 100 ml roztworu IAA w stężeniu 2,5 mg/l. W poszczególnych słoikach umieszczano sadzonki fasoli. Po 6 dniach wyjmowano je i liczono korzenie. Wyniki tego testu przedstawione są na rycinie 15.

## 4.5.2. Badania metabolizmu NAA

Celem doświadczeń było prześledzenie losu NAA-1-<sup>14</sup>C w sadzonkach topoli z dodatkiem fenoli, analogicznie jak w doświadczeniach praktycznych. Śledzono szybkość dekarboksylacji, która powoduje nieodwracalną utratę aktywności hormonu oraz wiązania NAA z aminokwasami i cukrami, co jest również związane z przejściową utratą aktywności auksyny.

Dolne części sadzonek topoli białej (*P. alba* 'Tryńcza 3') zanurzano w roztworach wodnych kwasu salicylowego, pirogalolu i rutyny w stężeniu 1, 10 i 100 mg/l. Po upływie 24 godzin sadzonki wyjmowano i umieszczano w małych fiolkach, w których znajdował się roztwór 0,2% NAA-1-<sup>14</sup>C o aktywności właściwej 1 m Ci/mol. W fiolkach umieszczano również sadzonki kontrolne, nie traktowane roztworami fenolowymi. Fiolki z sadzonkami umieszczano w parapecie množarki w szklarni aby znajdowały się w warunkach, jakie panują w czasie ukorzeniania sadzonek. Po 24, 48 i 72 godzinach pobierano po jednej sadzonce, usuwano liść, przecinano sadzonkę w poprzek osi pionowej na dwie części, dolną i górną. Każdą z nich krajano na drobne skrawki i ekstrahowano alkoholem. Ekstrakty rozdzielano metodą chromatografii cienkowarstwowej na żelu krzemionkowym (typ GF<sub>245</sub>) i rozwijano je w solwencie w składzie: chloroform — octan etylu — kwas mrówkowy w stosunku 5:4:1. Po rozwinięciu i wysuszeniu płytek, nakładano na chromatogram błony rentgenowskie, które wywoływano po upływie 5 tygodni. Obecność rozdzielonych substancji radioaktywnych można było stwierdzić po zaciemnieniach występujących na błonach rentgenowskich.

Radioaktywny NAA podawany do sadzonek lokalizował się na czelu chromatogramu, ale oprócz wolnego NAA stwierdzono obecność wielu innych związków radioaktywnych, które nie występowały we wzorcu. Z literatury wiadomo, że mogą to być pochodne NAA, a zwłaszcza jego glukozydy i peptydy (Zenk, 1962). Stosunek wolnego radioaktywnego NAA do jego związków pochodnych określono na podstawie pomiaru radioaktywności żelu, pobranego z miejsc odpowiadających położeniu NAA, i sumie radioaktywności pozostałych związków obecnych na chromatogramie. Radioaktywność żelu mierzono w postaci zawiesiny w scyntylatorze

Braya<sup>4</sup>. Do każdej próby użyto 10 ml scyntylatora Braya i 0,4 g Cab-O-Silu. Pomiar radioaktywności wykonano na liczniku scyntylacyjnym SL-30 „Intertechnique” w Pracowni Izotopowej Instytutu Ochrony Roślin w Poznaniu.

## 5. WYNIKI

### 5.1. TOPOLA BIAŁA — *P. ALBA* i TOPOLA SZARA — *P. CANESCENS*

#### 5.1.1. Wpływ różnych typów sadzonek zielnych na ich ukorzenie

Pędy topoli, z których pozyskiwano sadzonki zielne miały od kilkunastu do kilkudziesięciu cm długości. Nasady pędów były już zazwyczaj zdrewniałe, podczas gdy część wierzchołka pędu jeszcze przyrastała. Tak różny stopień zdrewnienia pędów powoduje, że sadzonki cięte z poszczególnych stref pędu wykazują znaczne różnice w ukorzeniu.



Fot. K. Jakusz

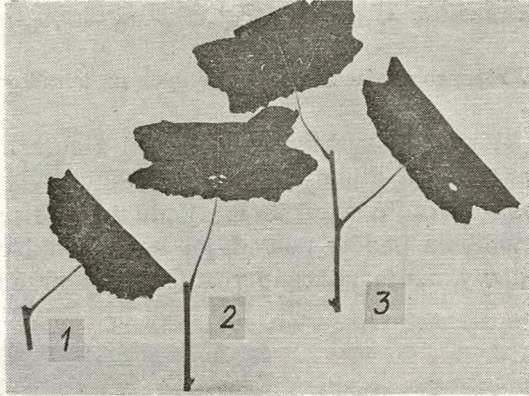
Ryc. 1. Strefy długopędu, z których cięto sadzonki

Fig. 1. Zones of long-shoot from which cuttings taken

W celu stwierdzenia przydatności sadzonek do ukorzenia w zależności od miejsca położenia na pędzie, podzielono je na następujące typy (ryc. 1): I — sadzonki wierzchołkowe, II — sadzonki podwierzchołkowe, III — sadzonki ze środkowej strefy pędu, IV — sadzonki z podstawowej strefy pędu.

<sup>4</sup> W skład scyntylatora Braya wchodzi 8 g butylu PBD, 60 g naftalenu, 100 mg metanolu na 1 l dioxanu.

Sadzonki wierzchołkowe nie ukorzeniały się wcale — kontrolne 0% ukorzenia, a traktowane preparatem NAA o stężeniu 0,2‰ tylko w 2% (tab. 2). Sadzonki z II i III strefy pędu ukorzeniały się najlepiej — kontrolne w 18 - 22%, a traktowane NAA w 71 - 80%. Sadzonki z podsta-



Fot. K. Jakusz

Ryc. 2. Sadzonki zielne o różnej długości i liczbie pączków

Fig. 2. Green poplar cuttings of various length and number of buds

wowej strefy (IV) ukorzeniały się znacznie gorzej — kontrolne w 7%, a traktowane NAA w 40%. Mała zdolność do ukorzenia się sadzonek ciętych ze strefy wierzchołkowej spowodowana była zbyt słabym zdrewnieniem tej części długopędu. Sadzonki takie są silnie uwodnione i dlatego szybko więdną i gniją. W dalszych doświadczeniach stosowano sadzonki tylko II i III strefy pędu.

Niezależnie od podziału sadzonek na wymienione wyżej typy, do badań użyto sadzonek z II i III strefy długopędu, które różniły się długością, a tym samym liczbą pączków. Cięto więc sadzonki: 1-pączkowe — pozostawiając na sadzonce jeden pączek i jeden liść, 2-pączkowe — dwa pączki i jeden liść, 3-pączkowe — trzy pączki i dwa liście (ryc. 2). Sadzonki te ukorzeniały przy zastosowaniu NAA 0,2‰ w talku.

Tabela 3

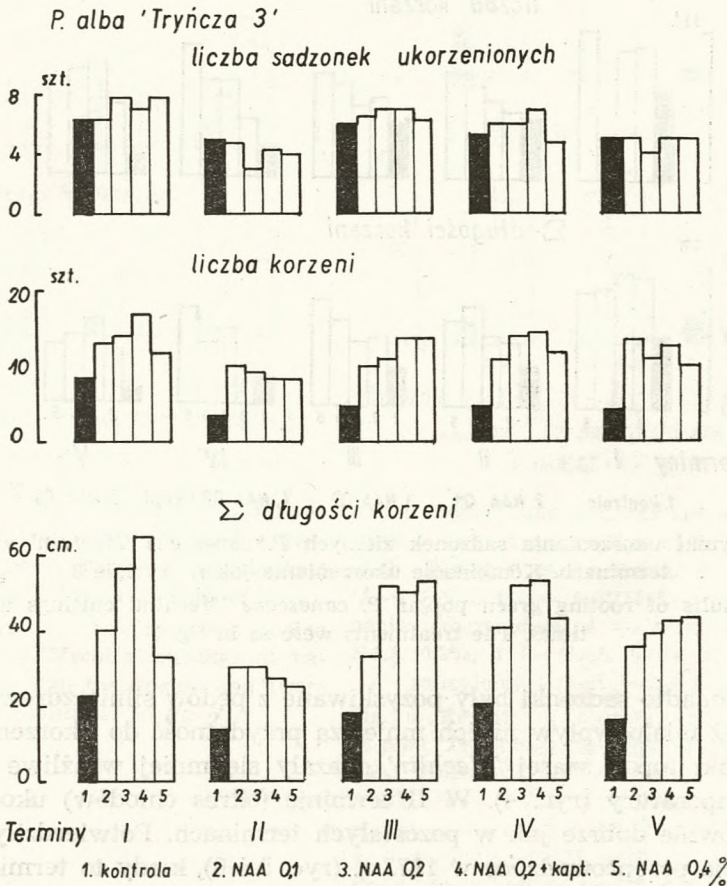
Wpływ długości sadzonek i liczby pączków na ukorzenia sadzonek zielnych topoli szarej *P. canescens* '350'. Termin sadzonkowania 5 VII 1971 r. Liczba sadzonek w powtórzeniu = 8  
The effect cutting length and number of buds on it on the rooting of green cuttings of *P. canescens*

Sadzonki Cuttings	Liczba ukorzenionych sadzonek Rooted cuttings per 8	Średnia liczba korzeni na 1 sadzonkę Roots/cutting	Łączna długość korzeni Joint root length [cm]
1-pączkowe-1-bud	4,7	4,9 a	23,4 a
2-pączkowe-2-buds	4,7	6,5 b	31,0 ab
3-pączkowe-3-buds	7,0	8,3 b	39,5 b

Analiza statystyczna wyników ukorzenia wykazała, że długość sadzonek i liczba pączków miały istotny wpływ na liczbę i długość wytworzonych korzeni, natomiast nie miały wpływu na liczbę sadzonek ukorzenionych (tab. 3).

### 5.1.2. Wpływ terminów sadzonkowania

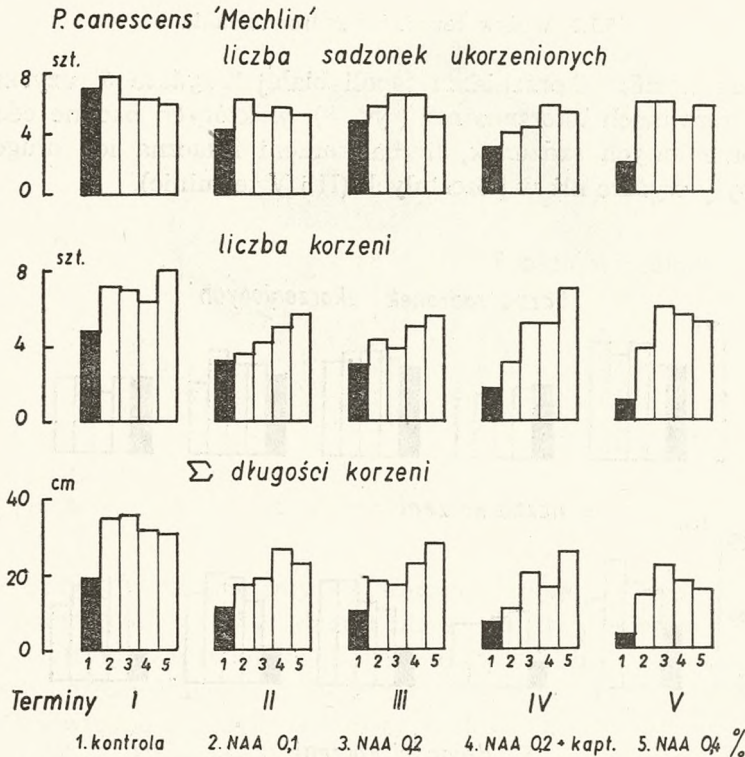
Najlepsze wyniki ukorzenia topoli białej 'Tryńcza 3' uzyskano w I, III i IV terminach ukorzenia (ryc. 3), w których badane cechy — liczba ukorzenionych sadzonek, liczba korzeni i łączna ich długość na sadzonce były wyższe niż w pozostałych (II i V terminie).



Ryc. 3. Wyniki ukorzenia sadzonek zielnych *P. alba* 'Tryńcza 3' w różnych terminach. Terminy ukorzenia jak w tabeli 1. Kombinacje ukorzenia: 1 — kontrolne, 2 — NAA 0,1%, 3 — NAA 0,2%, 4 — NAA 0,2% + kaptan, 5 — NAA 0,4%

Fig. 3. Results of rooting green poplar *P. alba* 'Tryńcza 3' cuttings at various times. Times of rooting as in table 1. From top to bottom no. of rooted cuttings, no roots per cuttings and total root length

Słabe ukorzenie sadzonek topoli w II terminie było spowodowane wystąpieniem okresu chłódów, kiedy to temperatura w mnożarce spadła do 14°C w nocy, a w dzień nie przekraczała 18°C. Podobnie w V terminie wahania temperatury odbiły się niekorzystnie na ukorzeniu sadzonek.



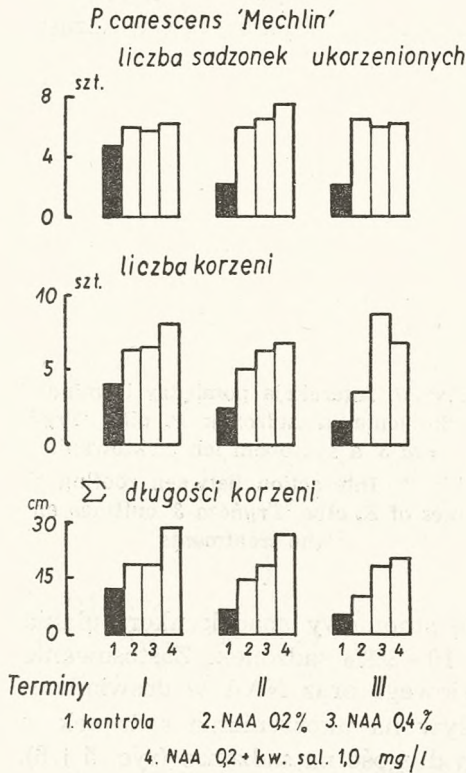
Ryc. 4. Wyniki ukorzenia sadzonek zielnych *P. canescens* 'Mechlin' w różnych terminach. Kombinacje ukorzenia jak na rycinie 3

Fig. 4. Results of rooting green poplar *P. canescens* 'Mechlin' cuttings at various times. The treatments were as in fig. 3

dzzonek. Ponadto sadzonki były pozyskiwane z pędów silnie zdrewniałych, co również miało wpływ na ich mniejszą przydatność do ukorzenia.

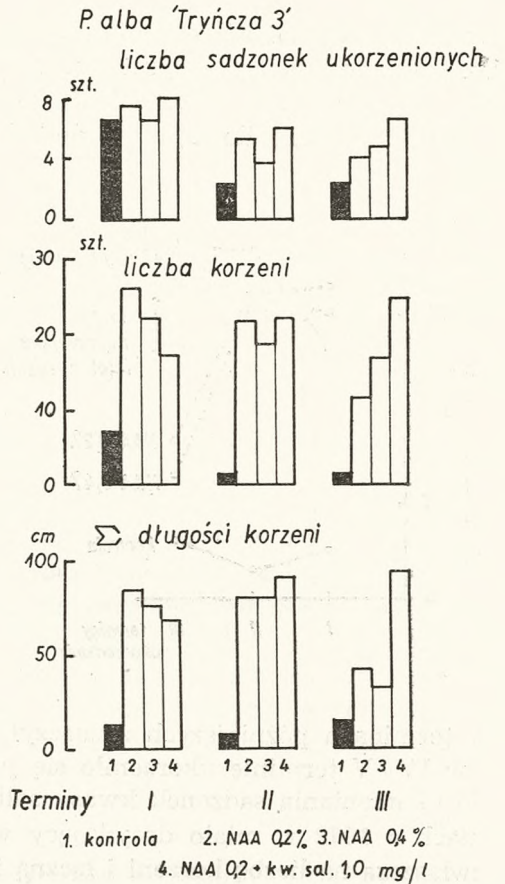
Sadzonki topoli szarej 'Mechlin' okazały się mniej wrażliwe na wahania temperatury (ryc. 4). W II terminie (okres chłódów) ukorzeniały się one równie dobrze jak w pozostałych terminach. Potwierdziły to doświadczenia przeprowadzone w 1972 r. (ryc. 5 i 6), kiedy to terminy ukorzenia nie wpłynęły istotnie na żadną z badanych cech. Sadzonki topoli białej 'Tryńcza 3' w doświadczeniu z 1972 r. ukorzeniały się najlepiej w I terminie. Liczba sadzonek ukorzenionych była wówczas znacznie wyższa niż w pozostałych dwóch terminach. Natomiast liczba wytworzonych korzeni była we wszystkich terminach zbliżona do siebie, a ich łączna długość w I i II terminie była istotnie lepsza niż w III.





Ryc. 5. Wyniki ukorzenia sadzonek zielnych *P. canescens* 'Mechlin' w różnych terminach. Terminy i kombinacje ukorzenia jak na rycinie 6

Fig. 5. Results of rooting green poplar *P. canescens* 'Mechlin' cuttings at various times. The treatments and times of rooting as in fig. 6

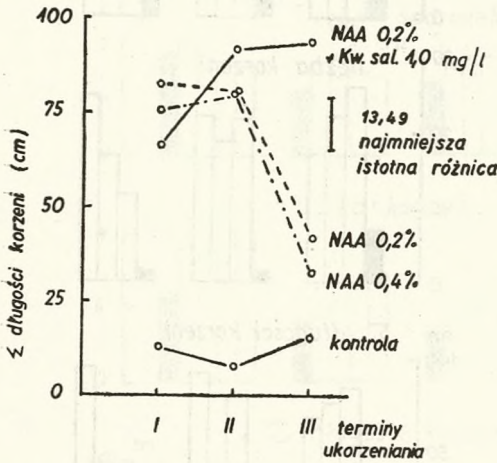


Ryc. 6. Wyniki ukorzenia sadzonek zielnych *P. alba* 'Tryńcza 3' w różnych terminach. Terminy ukorzenia: I — 7 VI, II — 7 VII, III — 5 VIII 1972 r. Kombinacje ukorzenia: 1 — kontrolne, 2 — NAA 0,2%, 3 — NAA 0,4%, 4 — kwas salicylowy 1 mg/l + NAA 0,2%

Fig. 6. Results of rooting green poplar *P. alba* 'Tryńcza 3' cuttings at various times. Times of rooting: I — 7 VI, II — 7 VII, III — 5 VIII 1972. Treatments: 1 — control, 2 — NAA 0.2%, 3 — NAA 0.4%, 4 — salicylic acid 1 mg/l + NAA 0.2%. From top to bottom no. of rooted cuttings, no. of roots per cutting and total root length

Zastosowanie preparatów z NAA do ukorzenia sadzonek w różnych terminach nie miało istotnego wpływu na liczbę ukorzenionych sadzonek topoli białej 'Tryńcza 3', zwiększyła się natomiast liczba wytwo-

rzonych korzeni i ich długość na sadzonce w porównaniu z sadzonkami kontrolnymi (ukorzeniami bez zastosowania NAA). Interesujące wyniki uzyskano przy ukorzeniu sadzonek kontrolnych. W pierwszych terminach ukorzeniło się od 40 do 70% sadzonek. W miarę upływu czasu,



Ryc. 7. Interakcja pomiędzy terminami ukorzenia sadzonek *P. alba* 'Tryńcza 3' a sposobem ich traktowania

Fig. 7. Interaction between rooting times of *P. alba* 'Tryńcza 3' cuttings and the treatments

w terminach późniejszych zaznaczył się stopniowy spadek ukorzenia i w IV - V terminie ukorzeniło się już 10 - 20% sadzonek. Zastosowanie do ukorzenia sadzonek kwasu salicylowego oraz NAA w doświadczeniach z 1972 r. miało decydujący wpływ na ukorzenia sadzonek, a zwłaszcza na liczbę korzeni i łączną ich długość na sadzonce (ryc. 5 i 6).

W doświadczeniu tym wystąpiła interakcja pomiędzy terminem ukorzenia a sposobem traktowania sadzonek. Mianowicie w III terminie zdecydowanie najlepiej ukorzeniały się sadzonki topoli białej 'Tryńcza 3'

Tabela 4

Wyniki analizy wariancji  
Results of variance analyses

Źródło zmienności Source of variation	<i>P. alba</i> 'Tryńcza 3'			<i>P. canescens</i> 'Mechlin'			<i>P. alba</i> 'Tryńcza 3'			<i>P. canescens</i> 'Mechlin'		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Terminy (T) Time (T)	× ×	× ×	× ×	× ×	× ×	× ×	× ×	-	× ×	-	-	×
Sposoby traktowania sadzonek (K) Treatments (K)	-	× ×	× ×	× ×	× ×	× ×	× ×	× ×	× ×	× ×	× ×	× ×
Interakcja (T × K) Interaction (T × K)	-	-	-	-	-	-	-	×	× ×	-	-	-

Where *F* was significant this is indicated as × at 0.05 level and × × at 0.01 level.

1 - liczba ukorzenionych sadzonek - no. of rooted cuttings,

2 - liczba korzeni na 1 sadzonkę - no. of roots per cutting,

3 - łączna długość korzeni na sadzonce - total length of roots per cutting.

× × - różnice istotne przy poziomie 0,01, × - różnice istotne przy poziomie 0,05.

traktowane kwasem salicylowym i NAA. Interakcja ta była istotna dla liczby wytworzonych korzeni i łącznej ich długości na jedną sadzonkę (ryc. 7).

### 5.1.3. Wpływ auksyn i innych substancji przyspieszających ukorzenie sadzonek

Już pierwsze doświadczenia wykazały, że sadzonki zielne topoli szarej — *P. canescens* '350', traktowane preparatami proszkowymi z kwasem 1-naftylooctowym (NAA) ukorzeniają się w wyższym procencie niż sadzonki traktowane preparatami z kwasem 3-indoliloctowym (IAA) i kwasem 3-indolilomasłowym (IBA) (tab. 5).

Przedstawione wyniki ukorzenia sadzonek topoli szarej zbliżone są do wyników uzyskanych z sadzonkami osiki traktowanymi NAA, które ukorzeniały się w większej liczbie oraz miały lepszy system korzeniowy niż sadzonki traktowane IAA i IBA (tab. 10). W pozostałych doświadczeniach jedną kombinację stanowiły zawsze sadzonki traktowane NAA, które ukorzeniały się istotnie lepiej niż sadzonki kontrolne. Ponieważ sadzonki topoli białej i szarej traktowane preparatami z kwasem naftylooctowym (NAA) ukorzeniały się lepiej niż za pomocą innych auksyn, dlatego stosowano NAA we wszystkich doświadczeniach. Najlepsze wyniki ukorzenia sadzonek uzyskano traktując sadzonki preparatem proszkowym NAA o stężeniu 0,2 - 0,4‰.

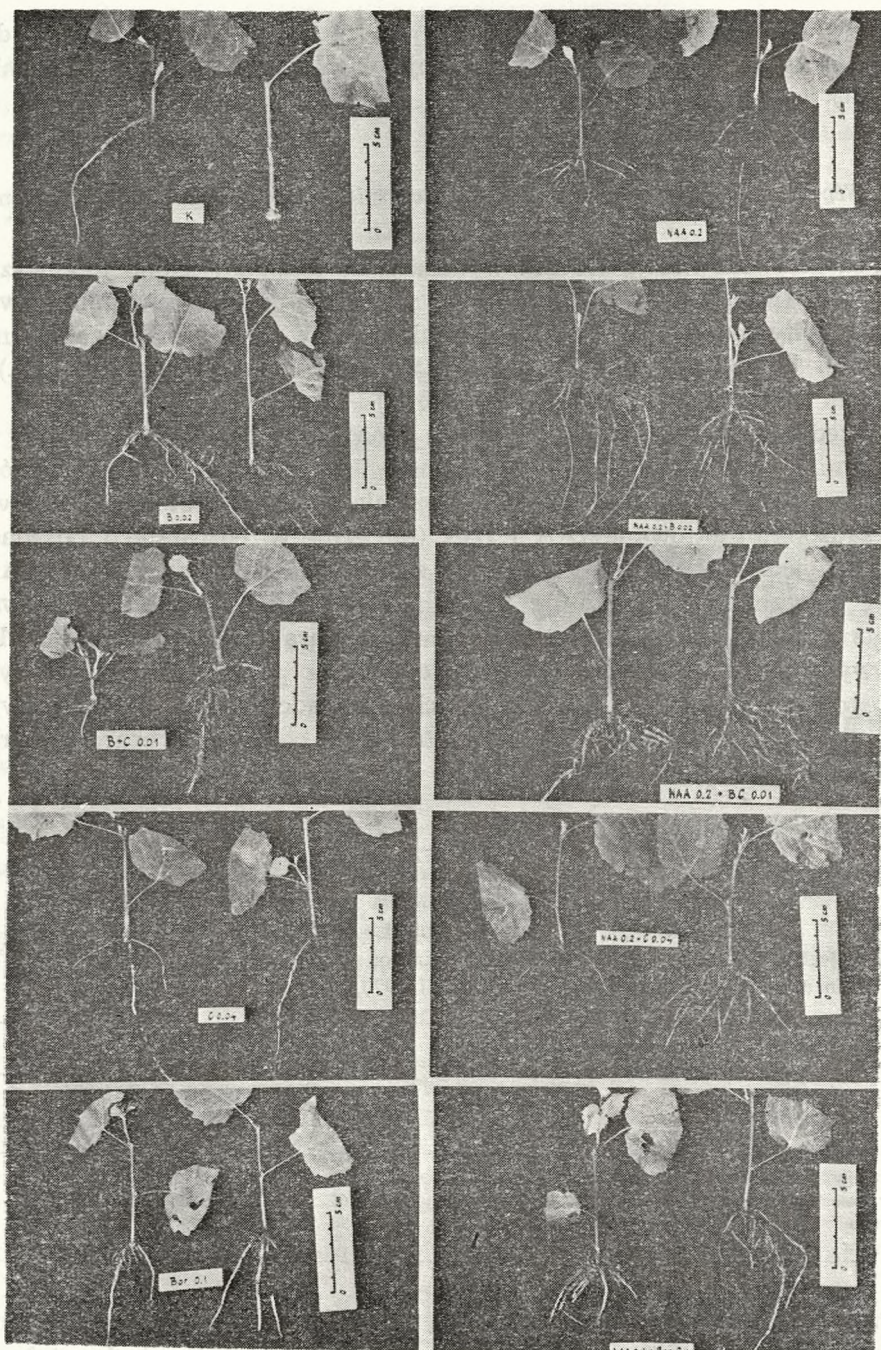
Tabela 5

Wpływ auksyn NAA, IAA i IBA na ukorzenie sadzonek zielnych *P. canescens* '350' w mnożarce i inspekcje. Termin sadzonkowania 16 VII 1970 r. Liczba sadzonek w 4 powtórzeniach = 100

The effect of NAA, IAA and IBA on the rooting of green cuttings of *P. canescens* '350' in a propagator and under glass. 16 VII 1970, 100 cuttings per 4 replicates

Miejsce sadzonkowania Place of rooting	Liczba ukorzenionych sadzonek No. of rooted cuttings			
	kontrolne — control	stosowane preparaty proszkowe dust preparations used		
		NAA 0,2%	IAA 0,2%	IBA 0,2%
Skrzynia inspektowa Under glass	14	65	58	60
Mnożarka Propagator	25	90	79	69

Witaminy B<sub>3</sub> (kwas nikotynowy) i C (kwas askorbinowy) stosowano, jako preparaty proszkowe, także z NAA oraz z borem i związkami fenolowymi. Traktowanie sadzonek zielnych topoli witaminami nie miało istotnego wpływu na ich ukorzenie. Jedynie u sadzonek *P. canescens* '350' (ryc. 8) witaminy powodowały istotne zwiększenie łącznej długości korzeni w porównaniu z sadzonkami kontrolnymi. W obecności NAA



Fot. K. Jakusz

Ryc. 8. Sadzonki *P. canescens* '350' ukorzenione przy zastosowaniu witaminy B<sub>3</sub>, C, kwasu borowego (H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>) oraz NAA 0,2% w talku

Fig. 8. Cuttings of *P. canescens* rooted using vitamins B<sub>3</sub>, C, and boric acid and NAA at 0.2% in talk

efekt działania witamin na ukorzenie sadzonek był bardziej widoczny. Sadzonki te miały więcej korzeni, a ich łączna długość była istotnie większa niż u sadzonek ukorzeniowych przy zastosowaniu samego NAA. Najlepsze rezultaty ukorzenia uzyskano wówczas, kiedy sadzonki

Tabela 6

Wpływ fungicydów (kaptanu, miedzianu 50, cynkotoxu, benlate), NAA i kwasu salicylowego na ukorzenie sadzonek zielnych topoli szarej (*P. canescens* '350'). NAA i fungicydy jako preparaty proszkowe, kwas salicylowy jako roztwór rozcieńczony 1,0 mg/l. Termin sadzonkowania 20 VI 1972 r. Liczba sadzonek w powtórzeniu = 16

The effect of fungicides (captan, cupran 50, zincotox, benlate), NAA and salicylic acid on the rooting of green *P. canescens* '350' cuttings. The fungicides and NAA given as dust preparations and salicylic acid as a dilute solution 1.0 mg/l. Common letter indicates lack of significance between means

Preparaty i kombinacje Reagents used	Liczba ukorze- nionych sadzo- nek Rooted cuttings per 16	Średnia liczba korzeni na 1 sadzonkę Roots/cutting		Łączna długość korzeni Joint root length [cm]	
		po 2 tyg. after 2 weeks	po 3 tyg. after 3 weeks	po 2 tyg. after 2 weeks	po 3 tyg. after 3 weeks
Kontrolne - Control	7,7	3,2 a	4,4 a	6,5 a	17,2 a
NAA 0,2%+n	10,6	6,2 abc	7,3 bcd	16,3 bc	28,3 bc
Kaptan-Captan 0,3%+n	13,3	7,3 bcd	9,0 cde	18,9 bc	32,2 cd
Kw. salicyl. 1,0+n+Kaptan 0,3%	13,3	10,9 e	12,4 f	35,4 d	50,0 f
Miedzian 0,5%+n	12,3	6,3 abcd	7,6 bcd	15,6 abc	47,1 f
1,0%+n	13,0	6,7 bcd	8,2 cde	12,4 ab	44,8 e
2,0%+n	12,0	6,0 abcd	7,5 bcd	13,6 ab	36,3 d
Kw. salicyl. 1,0+n+Miedzian 1,0%	12,0	7,7 cd	10,2 ef	23,3 c	49,5 f
Cynkotox 0,05%+n	12,0	5,7 abed	7,2 bcd	16,3 bc	33,7 cd
0,1%+n	10,7	5,6 abed	6,6 abc	14,2 abc	28,5 bc
0,5%+n	11,0	5,7 abed	6,8 abc	18,1 bc	25,9 b
Kw. salicyl. 1,0+n+Cynkotox 0,1%	11,7	8,0 de	9,2 de	18,5 bc	33,8 cd
Benlate 0,5%+n	10,7	4,7 abc	5,6 ab	12,4 ab	31,1 bcd
1,0%+n	12,6	5,1 abed	7,3 bcd	12,5 ab	33,6 cd
1,5%+n	10,4	5,5 abed	7,2 bcd	15,2 abc	35,3 d
Kw. salicyl. 1,0%+n+Benlate 1,0%	11,3	4,6 ab	6,7 abc	14,1 abc	32,6 cd

traktowano preparatami, w skład których wchodziła witamina B<sup>3</sup> w stężeniu 0,01% i NAA 0,2%. Zastosowanie preparatów wieloskładnikowych: witaminy, związki fenolowe, bor i NAA do ukorzenia sadzonek zielnych topoli dały dobre rezultaty, jednak nie lepsze niż przy zastosowaniu preparatów z kwasem salicylowym czy pirogalolem (tab. 7).

Kwas borowy stosowany samodzielnie oraz łącznie z NAA powodował lepszy rozwój systemu korzeniowego sadzonek.

Związki grzybobójcze (fungicydy) stosowano prawie w każdym doświadczeniu aby przekonać się, w jakim stopniu wpływają one na ukorzenie sadzonek. Stosowano je zazwyczaj jako preparaty proszkowe z NAA. Stwierdzono, że wpływają one tylko w niewielkim stopniu na lepsze ukorzenie się sadzonek, a szczególnie na liczbę sadzonek uko-

zrenionych. Najlepsze ukorzenie uzyskano przy stosowaniu preparatów, w skład których wchodził miedzian 50 i NAA 0,2<sup>0</sup>/<sub>0</sub>.

Zastosowano również dodatkowy wariant, w którym sadzonki traktowano roztworem kwasu salicylowego w stężeniu 1 mg/l, a następnie pre-

Tabela 7

Wpływ związków fenolowych (rutyny, pirogalolu, kwasu salicylowego), indolu, witaminy C, kwasu borowego i NAA na ukorzenie sadzonek zielnych topoli białej 'Tryłcza 3' (wymienione substancje stosowano jako preparaty proszkowe). Termin sadzonkowania 2 VII 1973. Liczba sadzonek w powtórzeniu = 10

The effect of phenolic compounds (rutin, pyrogallol, salicylic acid), indole, vitamin C, boric acid and NAA on the rooting of green *P. alba* 'Tryłcza 3' cuttings when supplied as dust preparations

Preparaty i kombinacje Reagents used	Liczba ukorzenionych sazonek Rooted cuttings per 10	Średnia liczba korzeni na 1 sadzonkę Roots/cutting	Łączna długość korzeni Joint root length [cm]
Kontrolne—Control	5,7 a	2,8 a	4,1 a
Kontrolne*—Control	7,3 b	5,4 ab	9,3 ab
NAA 0,2%=n	7,3 b	10,7 bc	33,3 bc
n*	9,0 bc	16,0 cd	47,3 cd
n+rutyna 0,2%+wit. C 0,02%	9,0 bc	20,0 d	65,6 de
n+rut. 0,2%+C 0,02%+bor 0,2%	8,0 b	19,3 d	65,0 de
n+pirogalol 0,5%+C 0,02%	8,7 b	19,6 d	60,0 de
n+pirogalol 0,5%+C 0,02%+bor 0,2%	9,0 bc	20,8 d	71,4 de
n+kwas salic. 0,5%+C 0,02%	9,0 bc	16,9 d	60,0 de
n+kwas salic. 0,5%+C 0,02%*	10,0 c	21,0 d	76,8 e
n+kwas salic. 0,5%+C 0,02%+bor	9,0 bc	19,1 d	61,9 de
n+indol 0,2%+C 0,02%	8,0 b	16,7 d	52,6 cde
n+indol 0,2%+C 0,02+bor	8,0 b	20,0 d	62,5 de

\* Sadzonki ukorzeniane w mnożarce zamglawianej — with mist spray.

paratem proszkowym NAA i substancji grzybobójczych (tab. 6). Różnice w ukorzeniu wystąpiły tylko dla cechy — liczby korzeni i ich długości, natomiast liczba ukorzenionych sadzonek nie różniła się między kombinacjami.

#### 5.1.4. Wpływ związków fenolowych

Sadzonki zielne topoli białej i szarej traktowane roztworami kwasu salicylowego lub pirogalolu ukorzeniały się tak jak sadzonki kontrolne. Jedynie w przypadku traktowania sadzonek roztworami stężonymi tych związków następowała stymulacja ukorzenia. Zwiększała się liczba ukorzenionych sadzonek oraz liczba korzeni w porównaniu z sadzonkami ukorzenianymi bez związków fenolowych (tab. 7, 8, 9). Dodatkowe traktowanie preparatem proszkowym NAA 0,2<sup>0</sup>/<sub>0</sub> sadzonek uprzednio zanurzonych w roztworach związków fenolowych stymulowało ich ukorzenie. Zwiększała się liczba ukorzenionych sadzonek w porównaniu

Tabela 8.

Wpływ wysokich stężeń roztworu kwasu salicylowego oraz preparatu proszkowego NAA na ukorzenie sadzonek zielnych topoli białej 'Tryńcza 3'. Termin sadzonkowania 3 VIII 1972 r.

Liczba sadzonek w powtórzeniu = 16

The effect of high concentrations of salicylic acid and a dust NAA preparation on the rooting of *P. alba* 'Tryńcza 3' cuttings

Preparaty i kombinacje Reagents used	Liczba ukorzenionych sadzonek Rooted cuttings per 16	Średnia liczba korzeni na 1 sadzonkę Roots/cutting	Łączna długość korzeni Joint root length [cm]
Kontrolne - Control	3,3 a	1,5 a	8,3 a
Kwas salicylowy 500 mg/l Salicylic acid	8,7 bcd	6,7 bc	15,8 ab
1000	9,7 bcde	5,5 b	16,7 abc
1500	8,7 bcd	3,1 b	9,7 a
1500 + kaptan - captan	11,8 def	5,4 b	15,0 ab
5000	10,0 bcde	4,7 b	8,4 a
NAA 0,2% = n	7,0 b	11,7 d	32,8 cd
n + kaptan - captan	7,7 bc	10,7 cd	27,7 bc
Kwas salicylowy 500 + n Salicylic acid	11,3 def	18,3 e	43,7 d
1000 + n	10,7 cdef	17,5 e	68,0 e
1500 + n	12,3 ef	17,5 e	66,8 e
1500 + n + kaptan - captan	13,3 f	19,7 e	67,5 e
5000 + n	11,0 cdef	17,1 e	63,8 e

Tabela 9.

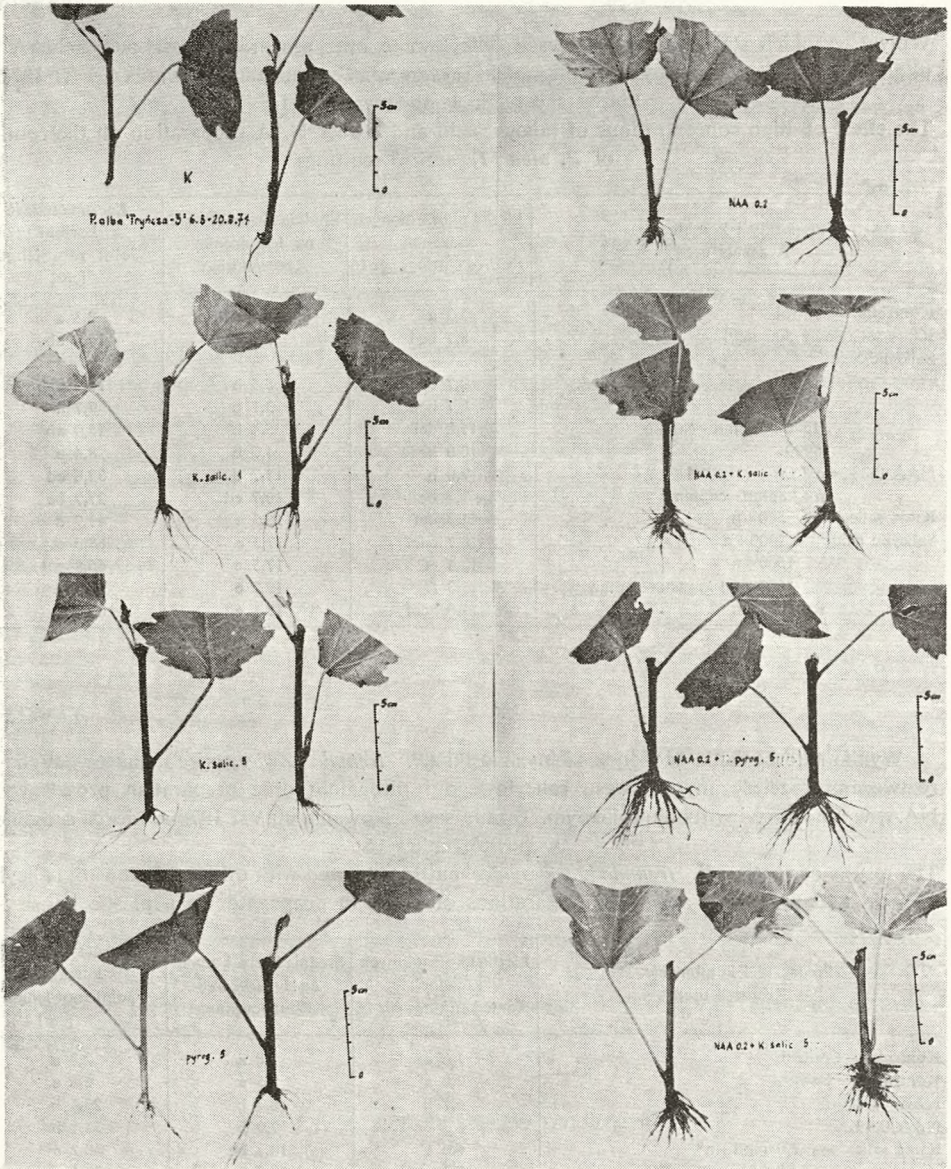
Wyniki ukorzenia sadzonek zielnych osiki (*P. tremula* 'Zwierzyniec') traktowanych roztworami rozcieńczonymi kwasu salicylowego i pirogalolu oraz preparatem proszkowym NAA, w mnożarce i w tunelu foliowym. Termin sadzonkowania 30 VII 1974 r. Liczba sadzonek w powtórzeniu = 16

The results of rooting *P. tremula* 'Zwierzyniec' cuttings treated with dilute solutions of salicylic acid and pyrogallol and dust preparations of NAA in propagator in a plastic house

Preparaty i kombinacje Reagents used	Liczba ukorzenionych sadzonek Rooted cuttings per 16	Średnia liczba korzeni na 1 sadzonkę Roots/cutting	Łączna długość korzeni Joint root length [cm]
Kontrolne - Control	1,0 a	1,8 a	2,8 a
Kontrolne* - Control	2,0 a	2,5 a	5,8 a
NAA 0,4% = n	4,7 b	8,3 b	23,4 b
NAA 0,4%*	5,7 bc	7,9 b	21,1 b
Kwas salicylowy 1,0 mg/l + n*	6,0 c	10,2 bc	40,2 c
1,0 + n	7,3 c	10,8 bc	37,3 c
5,0 + n	6,3 c	13,2 cd	42,1 c
Pirogalol	5,7 bc	14,8 d	36,0 c
1,0 + n*	8,3 c	16,7 d	40,2 c
5,0 + n	7,7 c	16,5 d	42,5 c

\* Sadzonki ukorzeniane w tunelu foliowym - Rooting in plastic house.

z sadzonkami traktowanymi tylko auksyną. Kwas salicylowy i pirogalol w obecności auksyny wpływał synergistycznie na liczbę wytworzonych korzeni, a addytywnie na ich długość w porównaniu z sadzonkami trak-



Fot. K. Jakusz

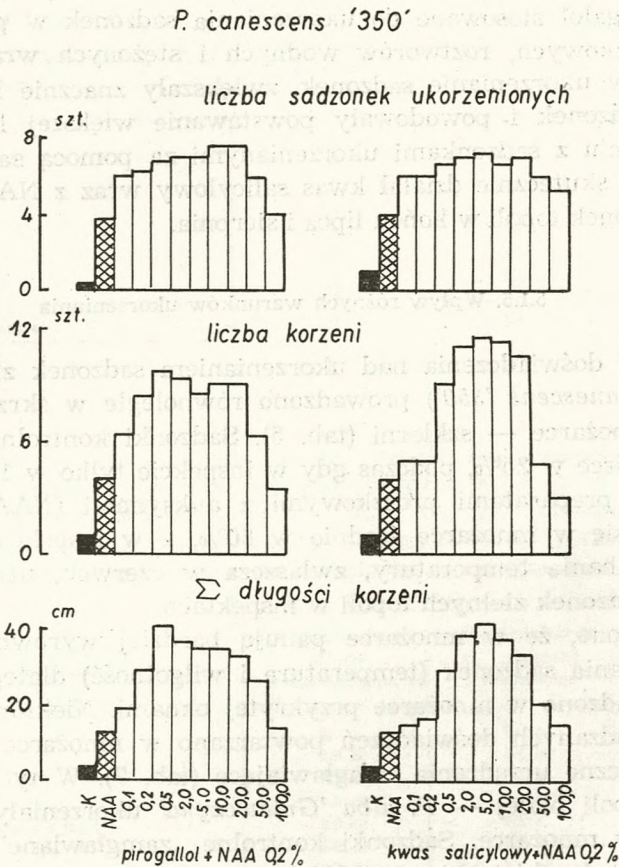
Ryc. 9. Ukorzenione sadzonki zielne topoli białej 'Tryńcza 3'. Zastosowano kwas salicylowy i pirogalol o stężeniu 1 i 5 mg/l oraz NAA 0,20% w talku

Fig. 9. Rooted green cuttings of *P. alba* 'Tryńcza 3'. Use was made of salicylic acid and pyrogallol at concentrations 1 i 5 mg/l and NAA at 0.20% in talk

townymi tylko NAA. Sadzonki topoli białej zanurzone w roztworach kwasu salicylowego i traktowane NAA ukorzeniały się lepiej niż sadzonki topoli szarej. Zastosowanie kwasu salicylowego i auksyny w doświadczeniach nad terminami ukorzeniania sadzonek wykazało, że dzia-



łanie tego fenolu jest najbardziej skuteczne w III terminie ukorzenia, to jest w miesiącu sierpniu (ryc. 5, 6). Najlepsze wyniki ukorzenia sadzonek uzyskano przy zastosowaniu roztworów kwasu salicylowego o stężeniu od 0,5 do 20,0 mg/l (ryc. 9). Pirogalol w obecności NAA wpły-



Ryc 10. Wyniki ukorzenia sadzonek zielnych *P. canescens* '350' przy zastosowaniu preparatów płynnych: a — pirogalolu, b — kwasu salicylowego (stężenia w mg/l) oraz preparatów proszkowych NAA 0,2%

Fig. 10. Results of rooting green poplar *P. canescens* cuttings using solutions of: a — pyrogallol, b — salicylic acid (at mg/l) and dust preparations of NAA 0.2%. From top to bottom, no. of rooted cuttings, no. of roots per cutting and total root length

wał na ukorzenie sadzonek podobnie jak kwas salicylowy, z tym że miał addytywny wpływ na liczbę wytworzonych korzeni oraz synergistyczny na łączną ich długość. Najlepsze wyniki ukorzenia sadzonek uzyskano przy zastosowaniu roztworów pirogalolu w zakresie stężeń od 0,2 do 20,0 mg/l, przy czym wszystkie sadzonki traktowane roztworami

o stężeniu do 20,0 mg/l ukorzeniały się istotnie lepiej niż sadzonki traktowane tylko NAA 0,2‰.

Preparaty proszkowe, w skład których wchodziły kwas salicylowy, pirogalol, rutyna oraz witaminy, bor i auksyna (NAA) nie powodowały lepszych efektów ukorzenia sadzonek (tab. 7).

Należy jednak stwierdzić, że związki fenolowe: rutyna, kwas salicylowy i pirogalol stosowane do ukorzenia sadzonek w postaci preparatów proszkowych, roztworów wodnych i stężonych wraz z auksyną stymulowały ukorzenie sadzonek, zwiększały znacznie liczbę ukorzonych sadzonek i powodowały powstawanie większej liczby korzeni w porównaniu z sadzonkami ukorzanymi za pomocą samej auksyny. Najbardziej skutecznie działał kwas salicylowy wraz z NAA na ukorzenie sadzonek topoli w końcu lipca i sierpnia.

#### 5.1.5. Wpływ różnych warunków ukorzenia

Pierwsze doświadczenia nad ukorzeniem sadzonek zielnych topoli szarej (*P. canescens* '350') prowadzono równolegle w skrzyni inspekcyjnej i w mnożarce — szklarni (tab. 5). Sadzonki kontrolne ukorzeniały się w mnożarce w 25‰, podczas gdy w inspekcji tylko w 14‰. Sadzonki traktowane preparatami proszkowymi z auksynami (NAA, IAA, IBA) ukorzeniały się w mnożarce średnio w 80‰, a w inspekcji — w 60‰. Znaczne wahania temperatury, zwłaszcza w czerwcu, utrudniały ukorzenie sadzonek zielnych topoli w inspektach.

Stwierdzono, że w mnożarce panują bardziej wyrównane warunki do ukorzenia sadzonek (temperatura i wilgotność) dlatego dalsze badania prowadzono w mnożarce przykrytej oknami. Niektóre kombinacje z przeprowadzanych doświadczeń powtarzano w mnożarce wyposażonej w automatyczne urządzenia zamgławiające (tab. 7). W tych warunkach sadzonki topoli białej — *P. alba* 'Gniewczyzna' ukorzeniały się o wiele lepiej niż w mnożarce. Sadzonki kontrolne „zamgławiane” ukorzeniały się tak jak sadzonki traktowane NAA w mnożarce pod oknami. Sadzonki zamgławiane ukorzeniały się w wyższym procencie, zwłaszcza sadzonki kontrolne miały znacznie większy system korzeniowy. Wysoka, stała wilgotność 95-100‰ powoduje, że sadzonki zamgławiane ukorzeniają się o wiele szybciej. Warunki takie wpływają korzystnie na rozwój systemu korzeniowego nawet u sadzonek kontrolnych w porównaniu z sadzonkami ukorzanymi w tradycyjnej mnożarce.

#### 5.2. OSIKA — *P. TREMULA* L.

W ciągu 4 lat badań nad ukorzeniem sadzonek zielnych topoli z sekcji *Leuce*, ukorzeniu osiki poświęcono również wiele miejsca. Doświadczenia prowadzono przy użyciu blisko 6000 sadzonek. Jednakże

Tabela 10

Wpływ auksyn (NAA, IBA, IAA w preparatach proszkowych) na ukorzenie sadzonek zielnych osiki (*P. tremula* 'Zwierzyniec'). Termin sadzonkowania 2 VIII 1971 r. Liczba sadzonek w powtórzeniu = 16  
 The effect of NAA, IBA, and IAA as dust preparations on the rooting of green *P. tremula* 'Zwierzyniec' cuttings

Preparaty i kombinacje Reagents used	Liczba ukorzenionych sadzzonek Rooted cuttings per 16	Średnia liczba korzeni na 1 sadzonkę Roots/cutting	Łączna długość korzeni Joint root length [cm]
Kontrolne - Control	0,3	2,0	4,3
NAA 0,1%	3,0	3,3	10,7
NAA 0,2	5,0	5,6	22,6
NAA 0,4	5,3	8,8	35,8
IBA 0,1	3,0	5,4	16,7
IBA 0,2	3,0	3,7	12,0
IAA 0,1	1,3	1,1	5,3
IAA 0,2	1,3	2,6	10,3
NAA 0,2 + kaptan - captan	5,7	5,5	15,0

Tabela 11

Wyniki ukorzenia sadzonek zielnych osiki (*P. tremula*) przy zastosowaniu NAA, ABA i fungicydów (w preparatach proszkowych) oraz pirogalolu (w roztworach rozcieńczonych). Termin sadzonkowania 17 VII 1972 r. Liczba sadzonek w powtórzeniu = 16  
 The results of rooting *P. tremula* cuttings after use of NAA, ABA and fungicides as dust preparations and pyrogallol as a dilute solution

Preparaty i kombinacje Reagents used	Liczba ukorzenionych sadzzonek Rooted cuttings per 16	Średnia liczba korzeni na 1 sadzonkę Roots/cutting	Łączna długość korzeni Joint root length [cm]
Kontrolne - Control	0,0 a	0,0 a	0,0 a
NAA 0,2%	2,0 bc	3,4 bc	12,8 b
ABA 0,1%	0,3 ab	0,3 ab	2,0 ab
NAA 0,2% + ABA 0,1%	1,0 ab	3,0 b	12,7 b
NAA 0,2% + pirogalol 1,0 mg/l	6,0 cd	9,3 e	44,5 c
NAA 0,4%	5,0 cd	7,0 de	37,0 c
NAA 0,4% + topsin 10%	6,7 d	6,1 cd	39,3 c
NAA 0,4% + kaptan 10% - captan	6,7 d	6,5 d	39,5 c

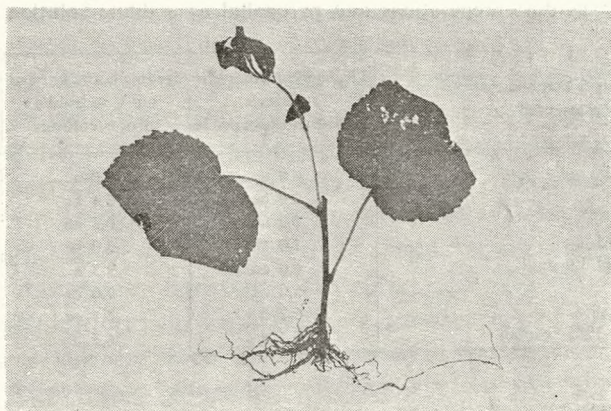
większość prób, szczególnie w latach 1971 i 1972, kończyła się niepowodzeniem.

Najlepsze wyniki ukorzenia uzyskano przy użyciu preparatów proszkowych NAA o stężeniu 0,2 i 0,4% (tab. 10, 11). Sadzonki ukorzeniły się w 30 - 35%, podczas gdy sadzonki kontrolne, a nawet traktowane preparatami z IAA ukorzeniały się bardzo słabo. Analiza wariancji wykazała, że mimo różnic w ilości ukorzenionych sadzonek, liczbie korzeni i ich długości pomiędzy poszczególnymi kombinacjami, były one statystycznie nieistotne. Taki wynik powstał wskutek dość dużych strat sadzonek w niektórych powtórzeniach. W latach następnych dzięki sta-

rannemu doborowi sadzonek zielnych rezultaty ich ukorzenia były lepsze.

W kolejnym doświadczeniu stosowano preparaty, przy użyciu których poprzednio uzyskano najlepsze wyniki ukorzenia oraz wprowadzono kombinacje z ABA, pirogalolem i fungicydem topsinem (tab. 10 i 11).

Sadzonki traktowane roztworem pirogalolu, a następnie preparatem proszkowym NAA 0,4‰ ukorzeniły się w ciągu 4 tygodni w 40 - 42‰ i miały dobrze rozwinięty system korzeniowy (7 - 9 korzeni o łącznej długości około 40 cm na sadzonkę). Wyniki ukorzenia tak traktowanych sadzonek były istotnie lepsze od wyników ukorzenia sadzonek kontrolnych, a nawet traktowanych preparatem NAA 0,2‰. Stosowano również roztwory związków fenolowych kwasu salicylowego i pirogalolu, w których moczo sadzonki przez 24 godziny, a następnie traktowano preparatem proszkowym NAA 0,4‰. Taki sposób traktowania sadzonek wpłynął na lepsze ich ukorzenie. Uzyskano 48‰ ukorzonych sadzonek, które w najlepszych kombinacjach miały 14 - 16 korzeni, o łącznej długości 40 - 42 cm na sadzonkę. Wyniki te były istotnie lepsze od wyników uzyskanych przy zastosowaniu samej auksyny NAA 0,4‰ (tab. 9). W doświadczeniu tym sadzonki ukorzono również w tunelu foliowym. Wyniki ich ukorzenia były zbliżone do rezultatów uzyskanych w mnożarce pod oknami.



Fot. K. Jakusz

Ryc. 11. Sadzonka zielna osiki po 4 tygodniach ukorzenia

Fig. 11. Green aspen cutting 4 weeks after rooting

Doświadczenia wykonane w latach 1971 i 1972 przy zastosowaniu preparatów z alarem, witaminami, borem i niektórymi auksynami, a także z opryskiwaniem liści sadzonek 2-procentowym roztworem sacharozy przepadły, ponieważ wykonano je w czerwcu, kiedy sadzonki osiki są słabo zdrewniałe i nie ukorzają się.

Zastosowane do ukorzenia preparaty NAA z fungicydami, kapta-

nem i topsinem nie zwiększały liczby ukorzenionych sadzonek. Dwie pozostałe cechy: średnia liczba korzeni na sadzonkę i suma ich długości kształtowały się również jak w kombinacji z samą auksyną.



Fot. K. Jakusz

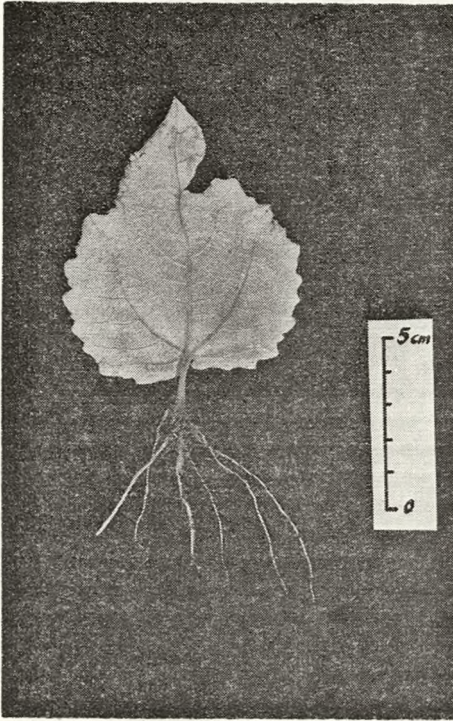
Ryc. 12. System korzeniowy sadzonki osiki w 4 miesiące po ukorzeniu

Fig. 12. The root system of an aspen 4 months after rooting

### 5.3. UKORZENIANIE SADZONEK LIŚCIOWYCH

Wzorując się na doświadczeniach Fröhlicha (1961), wykonano próby ukorzenia liści topoli białej i osiki. Liście pobrano z silnie rosnących pędów 2-letnich ukorzenionych sadzonek, a także ze starszych 10-letnich drzew. Były to liście młode (ryc. 13). Ukorzenia liście z ogonkiem, jak i górną część blaszki liściowej zredukowaną do połowy, przy zastosowaniu auksyny NAA 0,2 w talku. Powstawanie kalusa następowało po około 15 dniach, a dobre ukorzenie liści po około 5 tygodniach od chwili ich sadzonkowania. Początek wzrostu pędu z wytworzonego przez kalus pączka przypadał na 8 tydzień ukorzenia. Jeszcze

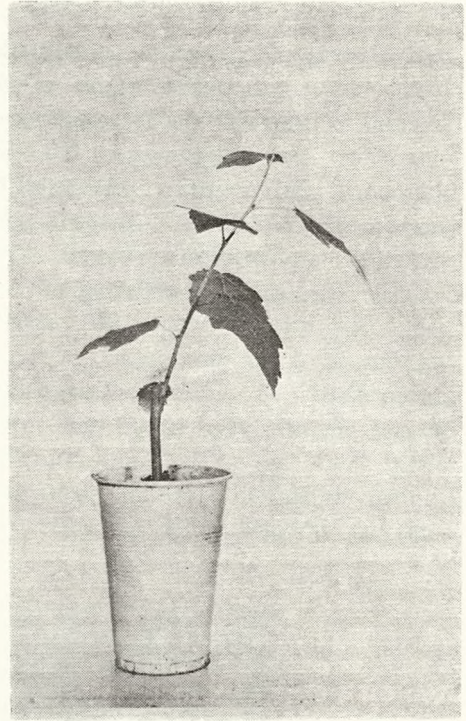
w tym samym roku pęd osiągał około 10 cm wysokości. Ukorzenianie liści topoli białej następowało o około 1 tygodnia wcześniej. Najlepiej ukorzeniały się liście młode, a więc pobierane w czerwcu i na początku lipca. Ten termin sadzonkowania jest także najbardziej odpowiedni ze



Fot. K. Jakusz

Ryc. 13. Ukorzeniony liść topoli białej

Fig. 13. Rooted leaf of *P. alba*



Fot. K. Jakusz

Rys. 14. Ukorzeniona sadzonka topoli szarej po 5 tygodniach od chwili posadzenia jej do kubeczka plastikowego

Fig. 14. Rooted cutting of *P. canescens* 5 weeks after potting

względu na długi okres ukorzeniania liści trwający do 8 tygodni. Przy ukorzenianiu liści topoli należy stosować preparaty grzybobójcze dla ochrony przed chorobami grzybowymi. W kilku próbach uzyskano 35% ukorzenionych liści osiki i 45% ukorzenionych liści topoli białej.

#### 5.4. PIELĘGNACJA UKORZENIONYCH SADZONEK

Jak już wspomniano w rozdziale „Materiały i metody”, sadzonki po ukorzenieniu sadzono w kubeczki plastikowe, hartowano i przenoszono do inspektów, gdzie ustawiano je obok siebie i obsypywano torfem. W tych warunkach sadzonki ukorzenione w czerwcu i w pierwszej połowie

lipca rozpoczynały wzrost i do jesieni ich pędy osiągały średnio do 40 cm wysokości. Sadzonki ukorzeniane w drugiej połowie lipca i na początku sierpnia wyrastały do 20 cm wysokości. Natomiast sadzonki ukorzeniane w końcu sierpnia i na początku września osiągały tylko 10 cm wysokości. W doświadczeniach prowadzonych w 1971 r. i częściowo w 1972 r. kontrolę ukorzenienia sadzonek przeprowadzono po 2 i 3 tygodniach od chwili sadzonkowania. Stwierdzono, że system korzeniowy sadzonek ukorzenianych przez 2 tygodnie był jeszcze mało rozwinięty i stąd po przesadzeniu ich do kubeczków plastikowych lub doniczek ceramicznych zamierały one w znacznej liczbie. Natomiast sadzonki ukorzeniane o 1 tydzień dłużej, przez 3 tygodnie, nie wykazywały większych strat po przesadzeniu. Zamieranie przesadzonych roślin spowodowane było uszkodzeniem korzeni w trakcie kontroli sadzonek. Dla przykładu można podać, że wśród obserwowanych sadzonek *P. alba* 'Tryńcza 3' po 2 tygodniach ukorzeniania na 100 zadoniczkowanych roślin zginęło 35 sztuk, a po 3 tygodniach ukorzeniania na 100 sadzonek zginęło tylko 8 sztuk.

Dobrze ukorzenione sadzonki z wczesnych terminów sadzonkowania nie poniosły w czasie zimy żadnych strat. Jedynie sadzonki z późnych terminów ukorzeniania (koniec sierpnia, początek września) nie zdrewniały dostatecznie i straty w czasie zimy wyniosły około 15%.

Wiosną sadzonki wyjmowano z kubeczków plastikowych i sadzono na zagony w wieźbie 40×20 cm oraz ścinano pędy. Do jesieni sadzonki topoli białej osiągnęły średnią wysokość 140 cm (*P. alba* 'Tryńcza 3'), a topoli szarej (*P. canescens* 'Mechlin') 160 cm wysokości. Był to pełnowartościowy materiał roślinny, który można było sadzić na miejsca stałe w zadrzewieniach czy na uprawy plantacyjne. Nie stwierdzono istotnych różnic w przyroście na wysokość między sadzonkami ukorzenianymi za pomocą różnych substancji wzrostowych. Sadzonki ukorzeniane bezpośrednio w kubeczkach plastikowych osiągały w tym samym okresie wegetacyjnym wysokość około 60 cm. Sadzonki przetrwały zimę bez żadnych strat. Wiosną wysadzono je na zagony i przycinano pędy. Do jesieni osiągnęły wysokość 160 cm.

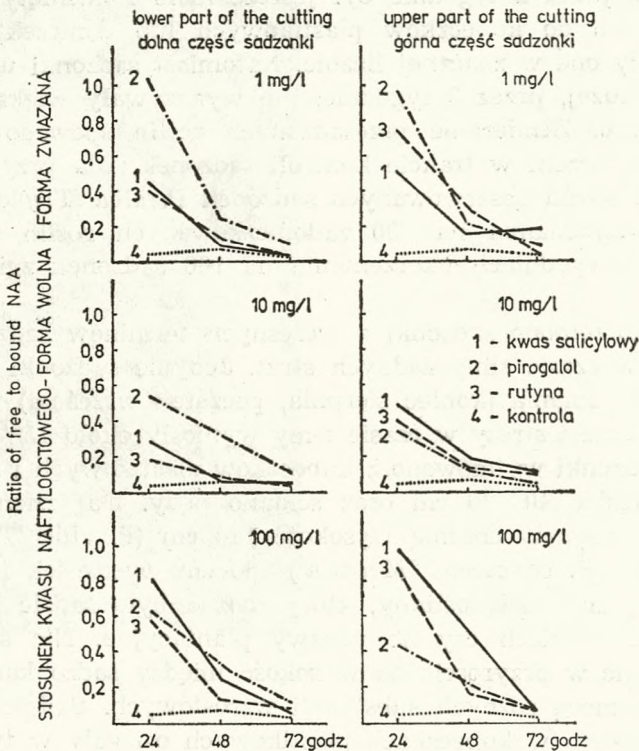
## 5.5. BADANIA FIZJOLOGICZNE

### 5.5.1. Naturalne stymulatory korzeniania

W obecności wyciągu z kory topoli korzenienie się sadzonek testowanej fasoli wykazywało dla większości frakcji minimalną stymulację i praktycznie nie stwierdzono stref hamujących korzenienie. Natomiast dodanie IAA do ekstraktów kory spowodowało ujawnienie aktywności kofaktorów korzenienia zlokalizowanych w środkowej części chromatogramów (ryc. 15).

## 5.5.2. Badania metabolizmu NAA

Na rycinie 16 przedstawiono stosunek radioaktywności wolnego NAA do jego form związanych. Ogólnie biorąc, w doświadczeniach kontrolnych obserwowano niski stosunek, co oznacza, że w wodnych roztworach kwas naftylooctowy występował głównie w formie związanej. Dodatek substancji fenolowych powodował, że kwas naftylooctowy występował w



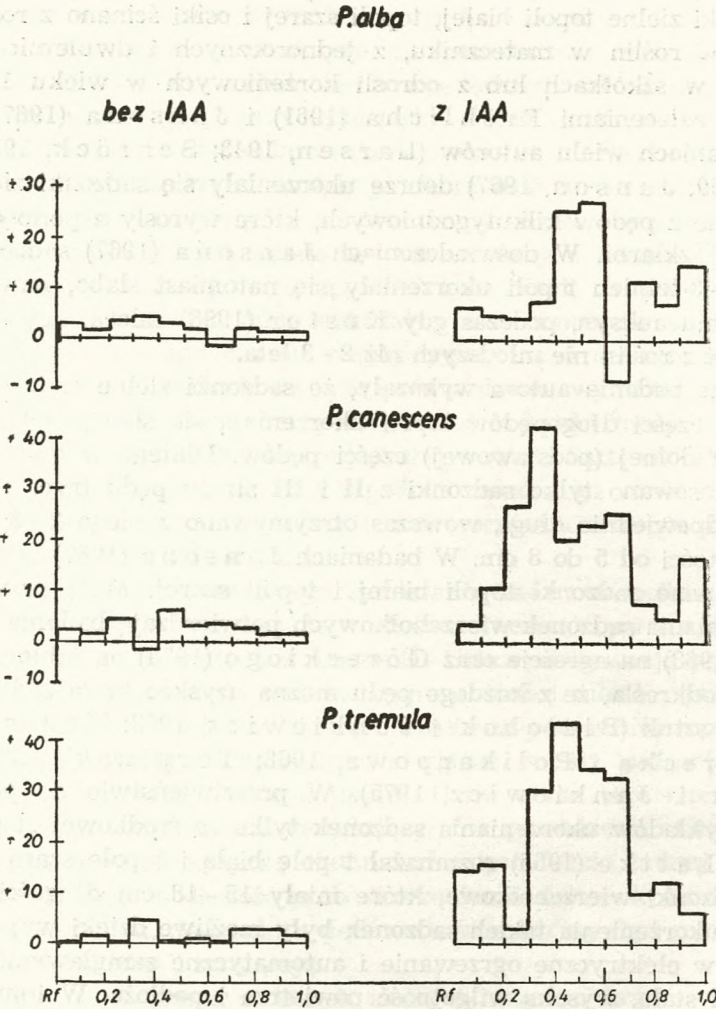
Ryc. 15. Aktywność kofaktorów ukorzenia w sadzonkach topoli białej, topoli szarej i osiki

Fig. 15. The activity rooting cofactors in *P. alba*, *P. canescens* and *P. tremula*

formie wolnej, a zatem był aktywny jako hormon, zwłaszcza w początkowej fazie doświadczenia, i dopiero po upływie 3 dni był w znacznym stopniu związany. Oznacza to, że dodatek substancji fenolowych zapobiegając tworzeniu nieaktywnych kompleksów umożliwia przez dłuższy czas działanie hormonu.

Dodatek fenoli był w zasadzie w podobny sposób aktywny w zakresie stężeń od 1 do 100 mg/l. Najbardziej aktywnymi fenolami zapobiegającymi wiązaniu okazały się kwas salicylowy i pirogalol. Efekt fenoli był równie aktywny w dolnej, jak i górnej części sadzonki, co oznaczałoby, że fenole przemieszczały się i były aktywne w całej sadzonce.





Ryc. 16. Metabolizm kwasu naftylooctowego podanego sadzonkom topoli. Wpływ fenoli na tworzenie się niskocząsteczkowych połączeń z kwasem naftylooctowym.  
 Fig. 16. Metabolism of naphtalene acetic acid supplied to poplar cuttings. The effect of phenolics on the formation of complexes of low molecular weight including NAA.

## 6. DYSKUSJA

Przeprowadzone badania wykazały, że na dobre rezultaty ukorzenia-  
 nia sadzonek zielnych topoli białej, topoli szarej i osiki ma wpływ wiele  
 czynników. Do decydujących należą: rodzaj sadzonek zielnych, ich dłu-  
 gość i liczba pączków na sadzonce, termin ich sadzonkowania, stosowane  
 auksyny, a przede wszystkim zastosowanie preparatów, w skład których  
 wchodzi związek fenolowy i auksyny.

Sadzonki zielne topoli białej, topoli szarej i osiki ścinano z rosnących długopędów roślin w maceczniku, z jednorocznych i dwuletich topoli rosnących w szkółkach lub z odrosli korzeniowych w wieku 1-3 lat, zgodnie z zaleceniami Fröhlicha (1961) i Jansona (1967).

W badaniach wielu autorów (Larsen, 1943; Schröck, 1952; Suszka, 1959; Janson, 1967) dobrze ukorzeniały się sadzonki zielne topoli ścinane z pędów kilkutygodniowych, które wyrosły z podpędzonych korzeni w szklarni. W doświadczeniach Jansona (1967) sadzonki ścinane z 2-3-letnich topoli ukorzeniały się natomiast słabo, nawet przy zastosowaniu auksyn, podczas gdy Koster (1968) zaleca, aby sadzonki pozyskiwać z roślin nie młodszych niż 2-3 lata.

Wstępne badania autora wykazały, że sadzonki zielne cięte z wierzchołkowej części długopędów topoli ukorzeniają się słabo, podobnie jak sadzonki z dolnej (podstawowej) części pędów. Dlatego w dalszych badaniach stosowano tylko sadzonki z II i III strefy pędu (ryc. 1). Jeżeli pęd był odpowiednio długi, wówczas otrzymywano z niego 2-3 sadzonki o wysokości od 5 do 8 cm. W badaniach Jansona (1967) w podobny sposób ścinano sadzonki topoli białej i topoli szarej. Małą przydatność do ukorzenia sadzonek wierzchołkowych potwierdzają badania Czynczyka (1968) na agrestie oraz Góreckiego (1974) na jabłoni. Wielu autorów podkreśla, że z każdego pędu można uzyskać kilka sadzonek — od 1 do 4 sztuk (Białobok i Jankiewicz, 1953; Krüssmann, 1964; Turecka i Polikarpowa, 1968; Terpiński, 1971; Bojarczuk i Jankiewicz, 1975). W przeciwieństwie do podanych wyżej przykładów ukorzenia sadzonek tylko ze środkowej strefy długopędów, Lattke (1965) rozmnażał topolę białą i topolę szarą ukorzeniając sadzonki wierzchołkowe, które miały 15-18 cm długości. Dobre rezultaty ukorzenia takich sadzonek były możliwe dzięki wyposażeniu mnożarki w elektryczne ogrzewanie i automatyczne zamglawianie, przez co uzyskał stałą, wysoką wilgotność powietrza i podłoża. W innych warunkach sadzonki takie szybko więdną i zamierają.

Turecka i Polikarpowa (1968) podają, że sadzonki zielne o długości powyżej 12 cm ukorzeniają się gorzej niż sadzonki krótkie — od 4 do 12 cm. Wiąże się to ze zwiększoną transpiracją, co może doprowadzić do więdnienia sadzonek, a tym samym do wstrzymania procesów tworzenia tkanek merystematycznych. Mniejsza przydatność sadzonek wierzchołkowych do ukorzenia dotyczy tylko niektórych gatunków roślin, między innymi topoli i agrestu. Inne gatunki drzew i krzewów, jak forsycje (*Forsythia*), różaneczniki (*Rhododendron*), berberys (*Berberis*), lilaki (*Syringa*) rozmnaża się prawie wyłącznie przez ukorzenia właśnie sadzonek wierzchołkowych (Krüssmann, 1964, Bojarczuk, 1975). Ukorzenia sadzonek wierzchołkowych przez Lattke'go (1965) miało także inny aspekt. Sądził on bowiem, że sadzonki takie wykształcają później prosty pień, podczas gdy rośliny uzyskane z sa-

dzzonek środkowych, które wykształcają pędy z pączków bocznych będą tworzyły pnie skrzywione. Praktyka nie potwierdziła tej obawy, a już Fröhlich (1961) stwierdził, że pewne odchylenie od pionowej osi wzrostu roślin ustępuje po przycięciu pędów topoli w szkółce.

Badania nad terminami ukorzenia sadzonek zielnych topoli białej i topoli szarej wykazały, że można je ukorzeniać w sezonie wegetacyjnym przez okres 3 miesięcy — od czerwca do końca sierpnia. Sadzonki tych topoli najlepiej ukorzeniają się we wczesnych terminach, a więc w czerwcu i lipcu, kiedy to już po 2-3 tygodniach tworzą się na nich liczne korzenie. Doświadczenia wykazały, że w mnożarce sadzonki można ukorzeniać w ciągu okresu wegetacyjnego w 5 seriach, następujących po sobie co 3 tygodnie. Jest to potwierdzenie wyników, jakie uzyskał L a t t k e (1965, 1967), który ukorzeniał sadzonki topoli białej i topoli szarej aż w 7 seriach następujących po sobie. Sadzonki zielne osiki ukorzeniają się dłużej bo około 4 tygodnie, co również stwierdził L a t t k e (1965, 1967), a optymalny okres ich ukorzenia w ciągu okresu wegetacyjnego jest znacznie krótszy.

Badając przyczyny masowego zamierania sadzonek osiki ukorzeniających w czerwcu stwierdzono, że w doświadczeniach pozostają tylko te sadzonki, które mają pędy bez omszenia. Dalsze obserwacje pędów osiki wykazały, że ich omszenie jest związane z niedojrzałością pędów. Omszenie to stopniowo zanika w miarę drewnienia pędów. Następuje to zazwyczaj w pierwszej połowie lipca i właśnie wtedy sadzonki ścinane z tych pędów ukorzeniają się najlepiej. Uchwycenie tego momentu jest zdaniem autora czynnikiem decydującym o powodzeniu ukorzenia. W znanej autorowi literaturze nie znalazł o tym fakcie żadnej wzmianki i być może dlatego większość prób ukorzenia sadzonek osiki kończyło się niepowodzeniem. Sadzonki z pędów omszonych są zbyt młode, dlatego też szybko więdną i zamierają.

Terminy ukorzenia sadzonek zielnych drzew i krzewów są różne dla poszczególnych gatunków, a nawet odmian. Sadzonki drzew liściastych ukorzeniają się zazwyczaj prawie przez cały sezon wegetacyjny — od maja do września (K r ü s s m a n n, 1964). Jednakże pędy wielu gatunków drzew i krzewów szybko kończą wzrost i silnie drewnieją, stąd na przykład sadzonki zielne lilaków (*Syringa*) najlepiej ukorzeniają się tylko w okresie około 2 tygodni, w czasie początku i pełni kwitnienia krzewów (B o j a r c z u k 1975). Topole należą do tych gatunków drzew, których pędy przyrastają przez cały sezon wegetacyjny. Wobec takiego rytmu wzrostu istnieje możliwość ciągłego pozyskiwania zdolnych do korzenia sadzonek. Sadzonki zielne topoli białej i topoli szarej ukorzeniają się zadowalająco nawet bez stosowania auksyn, ale tylko we wczesnych terminach ukorzenia (czerwiec—lipiec), stąd niektórzy autorzy (J a n s o n, 1967; H e j m a n o w s k i, 1975) zalecają ukorzenia nie ich tylko w tym czasie. Zdolność do ukorzenia sadzonek maleje

wyraźnie już w sierpniu (ryc. 3). W celu uzyskania lepszych efektów ukorzenia sadzonek należy traktować je substancjami stymulującymi powstawanie korzeni. W doświadczeniach nad ukorzeniem sadzonek zielnych topoli białej, topoli szarej i osiki sadzonki traktowano najczęściej kwasem naftylooctowym — NAA w preparatach proszkowych z talkiem. NAA jest syntetyczną auksyną odznaczającą się znaczną trwałością, stąd może ona być stosowana w produkcji szkółkarskiej. Najlepiej ukorzeniały się sadzonki traktowane NAA w stężeniu 0,2‰ - 0,4‰. Wyniki te są zgodne z badaniami Lattk'e'go (1965), który stosował preparaty proszkowe NAA o stężeniu 0,6‰. Sadzonki osiki ukorzeniały się zadowolająco przy użyciu NAA 0,4‰.

Próby ukorzenia sadzonek topoli przy użyciu IAA oraz IBA nie dały tak dobrych rezultatów jak przy zastosowaniu NAA, mimo że wielu autorów stosowało wymienione auksyny do ukorzenia sadzonek zielnych innych gatunków drzew i krzewów (Białobok i Jankiewicz, 1953; Górecki, 1974; Bojarczuk, 1975). Badania Falaschi i Loreti (1969) wykazały, że działanie NAA na ukorzenie sadzonek jest bardziej skuteczne niż działanie IBA. Przypuszcza się, że silniejsze działanie NAA spowodowane jest tym, że auksyny syntetyczne nie ulegają tak szybko rozkładowi przez oksydazę IAA (Hess, 1968). Stwierdzono również, że traktowanie sadzonek auksynami nie zawsze daje dobre rezultaty ukorzenia (Turecka, 1961; badania własne). Dla sadzonek niektórych gatunków, a nawet odmian drzew i krzewów należy stosować wybrane auksyny w odpowiednich stężeniach.

W wielu krajach europejskich zakłady szkółkarskie (na przykład Profstation de Boumkekerij w Boskoop) dysponują już dość szczegółowymi opracowaniami dotyczącymi stosowania różnych auksyn do ukorzenia sadzonek. Ponadto w krajach tych stosuje się wiele fabrycznych preparatów proszkowych do ukorzenia sadzonek zielnych drzew i krzewów, jak Rhizopan, Wurzelfix, Seradix i inne, o składzie zastrzeżonym patentem, z dokładną instrukcją, jakie sadzonki należy ukorzeniać przy ich zastosowaniu.

Do ukorzenia sadzonek stosuje się najczęściej auksyny w preparatach proszkowych z talkiem, a również roztwory wodne i stężone, którymi traktuje się sadzonki przez częściowe ich zanurzenie na krótszy lub dłuższy okres czasu. Wszystkie trzy sposoby traktowania sadzonek topoli dały w przedstawionych doświadczeniach dość zbliżone wyniki, chociaż Nahlawi i Howart (1971) podają, że mogą one być różne w zależności od stosowanej metody. Brak tych różnic w uzyskanych wynikach można tłumaczyć znacznym podobieństwem użytych do doświadczeń sadzonek pod względem fizjologicznym. Wykazano także, że reakcja sadzonek na jednakowe stężenia i sposoby podawania egzogennych auksyn jest różna w odniesieniu do wielu gatunków drzew i krzewów (Czynczyk i Grzyb, 1971; Piątkowski i inni, 1973). Róż-

nice w zdolności ukorzenia się sadzonek wielu gatunków i odmian drzew i krzewów mogą wynikać z zależności między zawartością auksyn w roślinach, związkami fenolowymi a aktywnością oksydazy.

Substancje grzybobójcze: kaptan, miedzian, cynkotox, benlate i topsin dodane do preparatów proszkowych z NAA nie wpłynęły na lepsze ukorzenie się sadzonek badanych gatunków topoli. Jest to zgodne z wynikami uzyskanymi przez Piątkowskiego i innych (1973) oraz Jankiewicza i innych (1973) w odniesieniu do sadzonek zielnych wielu gatunków i odmian drzew oraz krzewów owocowych i ozdobnych. W badaniach innych autorów preparaty grzybobójcze wpływały na zwiększenie liczby ukorzenionych sadzonek (Enright, 1957; Fiorino i inni, 1969; Górecki, 1974). Piątkowski i inni (1973) uzyskali stymulację ukorzenia sadzonek agrestu przy użyciu samego kaptanu.

Rozbieżności wyników ukorzenia sadzonek przy zastosowaniu preparatów z fungicydami sugerują, że można je stosować tylko do sadzonek niektórych gatunków i odmian, co jest zgodne z zaleceniami Boera i Elka (1974). Najbardziej narażona na infekcję chorób jest dolna część sadzonki zagłębiona w wilgotnym podłożu. Zanurzenie tej części w preparacie proszkowym lub płynnym z zawartością fungicydów powoduje zabezpieczenie jej na pewien czas przed infekcją czynnikami patogennymi. Działanie fungicydów polega więc na ochronie sadzonek w pierwszym okresie ukorzenia przed wnikaniem tych patogenów. Takie wytłumaczenie roli kaptanu sugeruje Górecki (1974). Choroby mogą występować także na liściach sadzonek, w tym przypadku nieodzowne jest spryskiwanie sadzonek grzybobójczymi preparatami płynnymi.

Witaminy B<sub>1</sub> i C stosowane do ukorzenia sadzonek topoli nie miały istotnego wpływu na uzyskane wyniki i dopiero w obecności auksyny NAA efekt ich działania był widoczny. Preparaty te wpłynęły na liczbę wytworzonych korzeni i ich długość. Jednakże efekt ukorzenia nie był na tyle dobry, aby można było zalecić tę metodę do szerszego zastosowania w praktyce. Podobnego zdania jest Janson (1967) oraz Piątkowski i inni (1973). Niektórzy autorzy zalecają jednakże stosowanie preparatów z witaminami do ukorzenia sadzonek zielnych, między innymi porzeczki czerwonej (Sobczykiewicz, 1968), lilaków (Bojarczuk i Jankiewicz, 1975) oraz *Justicia gendarussa* (Basu, 1967, 1969a, 1970).

Wiele doświadczeń nad wpływem witamin na ukorzenie sadzonek prowadzono w odniesieniu do fasoli i grochu (Michniewicz, 1969). Stwierdzono jednakże, że lepsze efekty ukorzenia uzyskuje się przez działanie witamin łącznie z auksynami (Basu, 1971). Na podstawie wielu doświadczeń z tego zakresu można przypuszczać, że działanie witamin jest specyficzne i mogą one znaleźć zastosowanie w odniesieniu do sadzonek tylko niektórych drzew i krzewów, jak lilaki, porzeczki i inne. Na proces tworzenia korzeni u sadzonek zielnych może mieć wpływ

także bor (Gorter, 1958). W badaniach autora bor nie wpłynął na lepsze ukorzenianie się sadzonek topoli. Jego wpływ zaznaczał się dopiero wtedy, gdy stosowano go w obecności NAA. Zwiększała się wówczas liczba wytworzonych korzeni oraz ich długość w porównaniu z sadzonkami traktowanymi samym NAA. Jest to potwierdzenie sugestii Weisera (1959), że bor przyspiesza ukorzenianie sadzonek zielnych i jest aktywny tylko w obecności egzogennej auksyny. To przyspieszenie ukorzeniania sadzonek należy rozumieć jako efekt szybkiego wzrostu korzeni na długość, bowiem zdaniem Gortera (1958) bor wpływa na wzrost zaczątków korzeni, a nie na procesy prowadzące do ich inhibicji. Niekiedy nie stwierdzano wpływu boru, nawet w obecności auksyny, na efekt ukorzeniania sadzonek (Piątkowski i inni, 1973). Można tu tłumaczyć wynikiami uzyskanymi przez Domańskiego (1967), który stwierdził, że bor bardzo aktywnie zwiększa rizogenezę sadzonek tych gatunków, u których zawartość cukrów redukujących jest wysoka, a jednocześnie zawierają one małą ilość boru.

W badaniach własnych nad ukorzenianiem sadzonek zielnych topoli białej, topoli szarej i osiki stwierdzono, że niektóre związki fenolowe, jakkolwiek same nie wpływają na ukorzenienie, to jednak podane łącznie z NAA zasadniczo zwiększają efekt ukorzeniania. Spośród kilku przebadanych fenoli, zwłaszcza kwas salicylowy i pirogalol wyróżniają się silną stymulacją ukorzeniania. Najlepsze wyniki ukorzeniania sadzonek uzyskano w zakresie stężeń fenoli od 0,5 do 20 mg/l. Wyższe stężenia tych roztworów wpływały już niekorzystnie na korzenienie się sadzonek. Wyniki te są częściowo podobne do rezultatów uzyskanych wcześniej przez Basu (1969) na sadzonkach zielnych *Eranthemum*, które ukorzeniły się szybciej i w większej liczbie, kiedy traktowano je kwasem salicylowym w stężeniu od 1 do 100 mg/l w obecności IAA. Późniejsze badania wykazały, że inny fenol, pirogalol, nie wpływa na stymulację ukorzeniania sadzonek zielnych wielu drzew i krzewów, zwłaszcza gdy podawano go w wysokich stężeniach (Basu, 1972; Piątkowski i inni, 1973). Lee i Tuckey (1972) wykazali, że glikozyd fenolowy — rutyna, zastosowana do ukorzeniania sadzonek trzmieliny (*Evonymus alatus* 'Compacta') działa najskuteczniej w stężeniu 0,05 mg/l, a więc bardzo niskim.

Stosując w badaniach własnych kwas salicylowy w postaci roztworów stężonych (1000 - 5000 mg/l) stwierdzono, że sadzonki topoli zanurzone w nim przez kilka sekund korzeniły się bardzo dobrze, gdy następnie podano NAA w preparacie proszkowym (tab. 8). Analogiczne działanie rutyny wykazali Lee i Tuckey (1971) stosując inną auksynę syntetyczną, mianowicie IBA — 2000 mg/l, w obecności rutyny (1500 mg/l) w doświadczeniach nad ukorzenianiem trzmieliny. Dobre rezultaty ukorzeniania sadzonek magnolii przy zastosowaniu rutyny i pirogalolu w stężeniu 2000 mg/l oraz NAA uzyskał Jankiewicz i inni (1973).

Przy zastosowaniu kwasu salicylowego i NAA do ukorzenia sadzonek zielnych topoli, w różnych terminach, łączny efekt działania tych związków na liczbę i długość wytworzonych przez sadzonki korzeni był większy w późniejszym (sierpniowym) terminie sadzonkowania, Bojarczuk i Janekiewicz (1975). Potwierdzałyby to sugestie Lee i Tuckeya (1971), że synergizm pomiędzy związkami fenolowymi a auksyną może zachodzić tylko w przypadku sadzonek dojrzałych.

W badaniach Basu (1969, 1970) niektóre mono- i polifenole przyspieszały ukorzenie sadzonek fasoli i *Eranthemum*. Nie stwierdzono dotychczas bezpośredniej korelacji pomiędzy aktywnością danej substancji fenolowej w testach na ukorzenie a ich zdolnością do stymulacji lub inhibicji oksydazy IAA. Fakt, że monofenole, np. kwas salicylowy, stymulują korzenie, nie da się wytłumaczyć za pomocą hipotezy zakładającej hamowanie dekarboksylacji IAA, ponieważ ten monofenol jest bez wpływu na oksydazę IAA (Gortner i Kent, 1958). Podobnie synergizm związków fenolowych z NAA czy IBA nie da się tłumaczyć ich hamującym działaniem na oksydazę IAA, ponieważ auksyny syntetyczne, np. NAA, są trwałe i nie ulegają w takim stopniu utlenianiu przez enzymy roślinne jak auksyna naturalna IAA. W tym przypadku należy przyjąć inną hipotezę, a mianowicie, że fenole zapobiegają tworzeniu się u sadzonek nieaktywnych kompleksów auksyny i zachowują aktywność hormonu. Dotychczas nie stwierdzono czy fenole mają jakiś wpływ na metabolizm NAA wprowadzony do rośliny, zwłaszcza czy wpływają na dekarboksylację lub wiązanie z aminokwasami i cukrami. Polifenole hamowały destrukcję i wiązanie IAA do innych komponentów (Hess, 1968), w przypadku NAA dotychczas nie stwierdzono tego faktu.

Badania nad kofaktorami wzrostu wykazują, że najbardziej aktywnymi są związki terpenowe i fenole, zwłaszcza ortodwuhydrofenole (Hess, 1964, 1968). Nasuwa się przypuszczenie, że różnice w zdolności tworzenia korzeni przez sadzonki różnych gatunków i odmian drzew i krzewów mogą być spowodowane różną zawartością fenoli w roślinie, a nawet sezonowymi zmianami ich zawartości. Nie stwierdzono jednak zależności pomiędzy sumą fenoli a ukorzeniem się sadzonek (Gorecki, 1974). Zawartość monohydrofenoli i ortodwuhydrofenoli, mimo pewnych ilościowych różnic, zmieniała się niezależnie od tego czy sadzonki były wcześniej traktowane auksyną, czy też nie. Prawdopodobnie nie jest istotna absolutna ilość fenoli w sadzonkach, ale ich wewnątrzkomórkowe rozmieszczenie. To przypuszczenie może być poparte faktem, że już bardzo małe stężenie fenoli podanych z zewnątrz (np. 1 mg/l) powodowało wyraźne zapobieganie wiązania NAA i stymulację ukorzenia sadzonek topoli (Bojarczuk i Janekiewicz, 1975). Przyjmując, że suma fenoli wynosi przynajmniej 1% świeżej masy kory topoli (Thieme i Benecke, 1970), a średnio sadzonka zawiera około 50%

wody, otrzymujemy średnie stężenie roztworu fenoli w korze około 20 000 mg/l. Wiadomo jednak, że są one zlokalizowane głównie w wakuoli, a zatem nie mogą oddziaływać na procesy enzymatyczne w cytoplazmie. W badaniach nad występowaniem w korze topoli naturalnych stymulatorów korzenia stwierdzono, że w strefie chromatogramu 0,2 - - 0,6 Rf umiejscowiony był kwas chlorogenowy i większość innych polifenoli. Wiadomo, że polifenole mogą hamować oksydazę kwasu indoliloctowego (IAA) i tym samym dłużej zachować aktywność auksyny. W związku z tym przypuszcza się, że ujawnione kofaktory korzenia są substancjami polifenolowymi. Kofaktory te, które same są nieaktywne, powodują jednak wzrost korzenia sadzonek w obecności auksyny. Jest to typowy proces synergistyczny.

W badaniach nad wpływem związków fenolowych na ukorzenie sadzonek zaobserwowano, że ich uprzednie zanurzenie w roztworach tych fenoli powoduje znacznie wyższą odporność na choroby niż sadzonek kontrolnych. Świadczy to prawdopodobnie o tym, że fenole podobnie jak fungicydy spełniają w stosunku do sadzonek funkcje ochronne przed infekcją pasożytniczych grzybów. Sugestia ta byłaby zgodna z wynikami badań Pearl'a i innych (1960) oraz Pukaćkiej (1976), którzy stwierdzili, że istnieje ścisła zależność pomiędzy zawartością związków fenolowych w roślinie a jej odpornością na choroby.

## 7. WNIOSKI

1. Sadzonki zielne topoli z sekcji *Leuce* należy pozyskiwać z rosnących długopędów w specjalnych matecznikach, z uprzednio ukorzenionych sadzonek lub z odrośli korzeniowych.
2. Sadzonki ścina się z podwierzchołkowej i środkowej części długopędów. Powinny one mieć od 5 do 8 cm długości oraz co najmniej 1 liść i 2 pączki (drugi liść z dolnej części sadzonki usuwa się).
3. Sadzonki zielne topoli białej i topoli szarej można ukorzeniać w miesiącu czerwcu, lipcu i sierpniu.
4. Sadzonki zielne osiki należy ukorzeniać dopiero w pierwszej połowie lipca. Sadzonki ścina się tylko z pędów, na których zanika omszenie charakterystyczne dla pędów niedojrzałych.
5. Termin ukorzenia sadzonek wywiera istotny wpływ na wyniki ukorzenia, zwłaszcza wtedy, gdy nie stosuje się żadnych substancji wzrostowych. Traktowanie sadzonek auksyną oraz związkami fenolowymi powoduje dobre korzenie sadzonek we wszystkich terminach.
6. Sadzonki zielne topoli białych należy ukorzeniać przy zastosowaniu substancji przyspieszających tworzenie korzeni, typu auksyn, najlepiej kwasu naftylooctowego (NAA) i związków fenolowych — kwasu



salicylowego lub pirogalolu. Związki te można stosować jako: a) preparaty proszkowe z talkiem — NAA w stężeniu 0,2 - 0,4%, kwas salicylowy lub pirogalol w stężeniu 0,2 - 0,5%; b) preparaty płynne — roztwory rozcieńczone związków fenolowych w zakresie stężeń od 0,5 do 20 mg/l, w których zanurza się sadzonki do połowy ich długości na okres 20 - 24 godzin oraz roztwory stężone związków fenolowych w zakresie stężeń od 1000 do 5000 mg/l oraz NAA w stężeniu 2000 mg/l, którymi traktuje się sadzonki przez 5 - 7 sekund. Sposób traktowania sadzonek preparatami jest w zasadzie obojętny.

7. Istnieje możliwość ukorzenia liści topoli białej, topoli szarej i osiki. Liście (z długopędów) należy również traktować preparatami zawierającymi NAA i związki fenolowe.

8. Witaminy B<sub>3</sub> (kwas nikotynowy) i C (kwas askorbinowy) oraz stosowane łącznie z NAA (w preparatach proszkowych) wpływają w niewielkim stopniu na stymulację powstawania korzeni u sadzonek badanych odmian topoli.

9. Preparaty grzybobójcze: kaptan, miedzian 50, cynkotox, benlate i topsin stosowane w postaci proszkowej łącznie z auksyną NAA nie wpływają na lepsze ukorzenie sadzonek.

10. Sadzonki topoli białych można ukorzeniać w szklarni, mnożarce, w inspekcji ogrodniczym i tunelu foliowym.

11. Stosując automatyczne zamgławianie sadzonek uzyskuje się znacznie lepsze efekty ukorzenia.

12. Wprowadzając znaczne NAA do sadzonek stwierdzono, że równoczesne podanie związków fenolowych zapobiegało tworzeniu się nieaktywnych kompleksów z NAA, przez co uzyskano stymulujące działanie hormonu przez dłuższy czas.

Prof. dr L. S. Jankiewiczowi i Prof. dr M. Tomaszewskiemu za cenne wskazówki i konsultacje składam tą drogą serdeczne podziękowania.

Instytut Dendrologii PAN  
Kórnik k. Poznania

#### LITERATURA

1. Basu R. N. — 1969. Effect of auxin synergistic in rooting of french bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cuttings. *Curr. Sci.* 22: 533 - 535.
2. Basu R. N. — 1970. Indole acetic acid oxidizing system in relation to synergism and antagonism between auxin and non- auxinic chemicals in rooting of cuttings. *Ind. J. Plant Physiol.* 13: 249 - 262.
3. Basu R. N. — 1971 b. Hormonal basis of regeneration roots on cuttings. *Ind. Agric.* 15: 69 - 85.
4. Basu R. N., Roychoudhury N. H., Bose T. K., Sen P. K. — 1967. Vitaminus as cofactors of auxins in root formation in cuttings. *Proc. of the Intern. Symp. Plant. Growth Subst.* 1967: 149 - 155.

5. Białobok S., Jankiewicz L. — 1953. Wpływ substancji wzrostowych na ukorzenianie się sadzonek zielnych drzew i krzewów. Roczn. Nauk Rol. 66 (A) 3: 117 - 136.
6. Boer S., Elk van B. C. M. — 1974. Het stekken van boomkwekerijgewassen. Wageningen.
7. Bojarczuk K., Jankiewicz L. S. — 1975. Rooting of *Syringa vulgaris* L. softwood cuttings using auxin, vitamins, phenolic substances, indole, SADH and abscisic acid. Acta Agrobot. 28(2): 229 - 239.
8. Bojarczuk T., Jankiewicz L. S. — 1975. Influence of phenolic substances on rooting of softwood cuttings of *Populus alba* L. and *P. canescens* Sm. Acta Agrobot. 28(1): 121 - 129.
9. Bugała W. — 1960. Krytyczny przegląd odmian geograficznych i mieszańców *Populus alba* L. oraz studia nad tym gatunkiem w dolinie Wisły. Arb. Kórn. 5: 5 - 128.
10. Bugała W. — 1973. Topole, systematyka i zmienność. Topole, PWN.
11. Czernjak L. W. — 1970. Anatomiczeskije izmjenienija pri kornieobrazowanii u topolej iz podroda *Leuce*. Biul. Gław. Bot. Sada 75: 100 - 104.
12. Chong I., Lee T. T., Mc Guire J. J., Kitchin T. — 1969. The relationship between rooting cofactors of easy and difficult to root cuttings of three clones of *Rhododendron*. J. Am. Soc. Hort. Sci. 94.
13. Czynczyk A. — 1968. Rozmnażanie agrestu przez sadzonki zielne w warunkach automatycznego zamglawiania. Prace IS 12: 3 - 13, Skierniewice.
14. Czynczyk A., Grzyb Z. — 1971. Rozmnażanie podkładek drzew owocowych przez sadzonki zielne i zdrewniałe. Ogrodnictwo 4: 98 - 102.
15. Doesburg van J. — 1964. Use of fungicides with vegetative propagation. Proc. 14 th Intern. Hort. Congress, Brussel 4, 365 - 372.
16. Domański R. — 1967. Ukorzenianie się sadzonek wierzb. IV. Wpływ boru, kwasu indoliloocetowego i kinetyny na ukorzenianie sadzonek wierzb. PTPN, Prace Kom. Nauk Rol. i Leś. 23(1): 37 - 49.
17. Dyar J. J., Webb E. L. — 1961. A relationship between boron and auxin and C<sup>14</sup> translocation in bean plants. Plant. Physiol. 36: 672 - 676.
18. Enright J. L. — 1958. Propagation of several species of *Acer* by cuttings. J. of Forestry 56,6.
19. Falaschi R., Loreti F. — 1969. Osservazioni sulla propagazione del nocciolo per talea di ramo con la tecnica del „riscaldamento basale”. Rivista dell'Ortoflorofruitticoltura Ital. 52, 6: 617 - 623.
20. Fiorino P., Cummins N., Gilpatrick J. — 1970. Increased production of rooted *Prunus Besseyi* Bailey softwood cuttings with preplanting soak in Benomyl. Proc. Inter. Plant. Prop. Soc. Ann. Meet.: 320 - 329.
21. Fröhlich H. J. — 1957. Die vegetative Vermehrung von Aspen und Graupappel und ihre Bedeutung für den Waldbau. Allgemeine Forstzeitschrift 12, 14/15: 197 - 198.
22. Fröhlich H. J. — 1961. Untersuchungen über das physiologische und morphologische Verhalten von Vegetativvermehrungen verschiedener Laub- und Nadelbaumarten. Allg. Forst.-u. Jagdztg 132(2): 39 - 58.
23. Gaspar T., Bouchet M., Fries D. — 1972. The localization of inhibitory oxidation products of indole-3-acetic acid near abscisic acid in the inhibitor — complex of lentil root. Zeitschr. f. Pflanzenphysiol. 67(1): 78 - 85.
24. Gorter C. J. — 1958. Synergism of indole and indole-3-acetic acid in the root production of *Phaseolus* cuttings. Physiol. Plant. 11:1.
25. Gorter C. J. — 1962. Further experiments on auxin — synergists. Physiol. Plant. 15: 88 - 95.

26. Gorter W. A., Kent M. J. — 1958. The coenzyme requirement and enzyme inhibition of pineapple indoleacetic acid oxidase. *J. Biol. Chem.* 233: 731 - 735.
27. Górecki R. — 1974. Wpływ różnych czynników na ukorzenianie i zdrowość zdrewniałych oraz zielnych sadzonek wybranych podkładek jabłoni. *Maszynopis*, Poznań.
28. Hackett W. P. — 1970. The influence of auxin, catechol and methanolic tissue extracts in root initiation of aseptically cultured shoot apices of the juvenile and adult form of *Hedera helix*. *Jour. Amer. Soc. Hort. Sci.* 95: 398 - 402.
29. Hejmanowski S. — 1975. Uprawa topoli. PWRiL, Warszawa.
30. Hemberg T. — 1953. The effect of vitamin K and vitamin H on root formation in cutting of *Phaseolus vulgaris*. *Physiol. Plant.* 6: 17 - 20.
31. Hess C. E. — 1962. Characterization of rooting cofactors extracted from *Hedera helix* L. and *Hibiscus rosa sinensis* L. *Rep. 16-th Intern. Hort. Congress Brussels IV*: 382 - 386.
32. Hess C. E. — 1964. Naturally occurring substances which stimulated root initiation. *Reg. de la Crois. Veg.*, Paris 514 - 517.
33. Hess C. E. — 1968. Internal and external factors regulating root initiation. In: *Root growth. Proc. 15-th Easter School Agr. Sci. Univ. Nottingham, London.*
34. Hitchcock A. E., Zimmermann P. W. — 1936. The use growth substances for inducing root-formation in cuttings. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.* 34: 27 - 28.
35. Jankiewicz L. S., Bojarczuk T., Piątkowski M. T. — 1973. The effect of rutin and pyrogallol upon rooting of softwood cuttings of magnolias and of *Syringa meyeri* Schneid. *Acta Agrob.* 2: 277 - 283.
36. Janson L. — 1967. Wpływ układu warunków zewnętrznych na regenerację organów wegetatywnych u topoli sekcji *Leuce*. *Prace IBL*. 328: 3 - 99.
37. Jusufow A. G. — 1967. Wlijanije powtornogo ukorenienija czerenkow na vegetatiwnoje potomstwo. *Bot. Żurn.* 52/3, 389 - 399.
38. Kleinschmit R., Fröhlich H. J. — 1956. Stecklingsvermehrung in automatisch gestenerter wasserkultur. *Forst. Archiv.* 27: 149 - 154.
39. Komissarow A. D. — 1962. Podbor blagoprijatnych usłowij dla ukorenienija czerenkow. *Bot. Żurn.* 12: 1786 - 1799.
40. Komissarow A. D. — 1964. Biologiczeskie osnovy rozmnożenija driewesnych rastenij czerenkami. *Izd. Les. Prom. Moskwa.*
41. Koster R. — 1968. Propagation of *Populus deltoides*, Balsam poplar and hybrid Poplars in the open from softwood cuttings. *Populier Wageningen* 5 (4) 66 - 68.
42. Koster R., Wijk A. — 1963. Propagation *Populus* by softwood cuttings in the open. *Ned. Bosb. Tijdsdr.* 35(12): 454 - 461.
43. Krüssmann G. — 1964. *Die Baumschule*. Berlin.
44. Larsen C. M. — 1943. Stiklinger at urteaktige Skud paa Rødder af Bævreasp og Graapappel. *Dansk. Skoyoren. Tidsskr.* 28 (3): 96 - 113.
45. Larsen C. M. — 1946. Experiment with softwood (non-lignified) cuttings of forest trees. *Forstl. Forsoksv. Danm.* 17 (2): 289 - 449 (*For. Abstr.* 1947 - 1948, 9, nr 1453).
46. Lattke H. — 1965. Zur vegetativen Vermehrung forstlicher Laubgehölze mit Hilfe des Spruhnebelverfahrens. *Schnellinform. Wiss. Techn. Zentr. d. Forstwirtschaft.* 15: 1 - 38.
47. Lee C. I., Tuckey H. B. — 1971. Induction of root-promoting substances in *Evonymus alatus 'Compactus'* by intermittent mist. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 96: 731 - 736.
48. Lipeccki J., Dennis F. G. — 1970. Kofaktory ukorzeniania się sadzonek. *Wiad. Bot.* 14 (2): 141 - 147.

49. Lipecki J. — 1973. Badania nad ukorzeniem się zdrewniałych sadzonek czarnych porzeczek na tle dynamiki niektórych substancji wzrostowych. Akademia Rolnicza w Lublinie.
50. Luckwill L. C. — 1956. Two methods for the bioassay of auxin in the presence of growth inhibitors. *J. of Wartic. Sci.* 31: 89.
51. Michniewicz H. — 1969. Znaczenie endogennych i fizjologicznie czynnych substancji w procesie ukorzenia. *Post. Nauk. Rol.* 2: 3 - 16.
52. Mitchell J. W., Marth P. C., Tuckey H. B., Wells J. S. — 1968. Stem — cutting method. *Methods of studying plant hormones and Growth-regulating substances* : 79 - 81. Washington.
53. Pearl I. A., Beyer D. L., Laskowski D., Whitney D. — 1970. Studies on the barks of the family *Salicaceae* III. The alkaline hydrolysis of barks of several species of the genus *Populus*. *Tappi* 43: 756 - 757.
54. Pesina K. — 1962. Vegetativni mnozeni bilych topolu zimnimi rizky a hri-zenci. *Lesnictvi t.* 35, 12: 957 - 974.
55. Piątkowski M. G., Jankiewicz L. S., Kasprzyk S. — 1973. Use of auxin fungicides and rooting cofactors to induce adventitious root formation cuttings of apple, groseberry and some ornamental plants. *Acta Agrobot.* 26: 191 - 201.
56. Poapst P. A., Durkee A. B. — 1967. Root-differentiating properties of some simple aromatic substances of the apple and pear fruit. *J. Hort Sci.* 42: 429 - 438.
57. Poapst P. A., Durkee A. B., Johnston F. B. — 1970. Root-differentiating properties of some glycosides and polycyclic phenolic compounds found in apple and pear fruits. *J. Hort. Sci.* 45: 69 - 74.
58. Psenak M., Jindra A., Kovacs P. — 1970. Simple phenolic glycosides as potential regulators at the IAA-oxidase system. *Biolog. Plant.* 12:4: 241 - 245.
59. Pukacka S. — 1975. Fizjologiczne i biochemiczne podstawy odporności mieszańców topoli na grzyb *Dothichiza populea* Sacc. et Br. *Arboretum Kórnickie* 20: 227 - 270.
60. Roy B. N., Raychadhury N., Bose T. K., Basu R. N. — 1972. Endogenous phenolic compounds as regulators of rooting cuttings. *Phyton* 30 (1/2): 147 - 151.
61. Schier G. A. — 1974. Vegetative propagation of Aspen: Clonal variation in Suckering from Root Cuttings and Root Sucker Cuttings. *Can. J. For. Res.* 4: 565 - 567.
62. Schröck O. — 1952. Die vegetative Vermehrung der Weisspappel, Graupappel und Aspe. *Der Wald — Sonderheft. „Die Pappel“*, 18 - 21.
63. Schröck O. — 1965. Erfahrungen bei der Anlage von Grossflächen zur vegetativen Vermehrung von Aspen, Graupappel und Robinien. *Die Sozial. Forst.* 15: 89 - 93.
64. Sirois J. C., Miller R. W. — 1972. The mechanism of the scopoletin induced inhibition of the peroxidase catalyzed degradation of indole-3-acetic acid acetate. *Plant. Physiol.* 6: 1012 - 1018.
65. Sobczykiewicz D. — 1968. Wpływ substancji wzrostowych i witamin na ukorzenie się sadzonek zielnych porzeczeki czerwonej odmiany Holenderska czerwona. *Prace Instytutu Sadownictwa* 12: 14 - 19.
66. Sonnenfeld M. — 1961. Badania orientacyjne nad czasokresem sadzonkowania kilku drzew i krzewów. *Acta Agrobot.* 10 (2): 35 - 45.
67. Sonnenfeld M. — 1961. Studia nad wpływem kwasu indolilomasłowego na ukorzenie się sadzonek niektórych drzew i krzewów. *Acta Agrobot.* 10 (2): 47 - 63.

68. Suszka B. — 1959. Mnożenie topoli z sekcji *Leuce* DUBY z sadzonek zielnych uzyskanych przez podpędzanie korzeni. *Sylvan* 103(9): 45 - 57.
69. Suszka B. — 1973. Wegetatywne rozmnażanie topoli. *Nasze drzewa leśne „Topola”* 252 - 287.
70. Tarasenko M. T., Prochorowa Z. A. — 1966. Reżimy sredy pri ukorenienii zielienych czerenkow w usłowijach iskusstwiennogo tumana. *Izd. T. C. X. A. 1*: 81 - 97.
71. Terpiński Z. — 1971. *Szkółkarstwo ozdobne*. PWRiL, Warszawa.
72. Thieme H., Bonecke R. — 1971. Die Phenolglycoside der Salicacen. *Die Pharmazie* 26: 227 - 231.
73. Thimann K. V., Behnke-Rogers J. — 1950. The use of auxins in the rooting of woody cuttings. *Petersham, Massachusetts*.
74. Thümler K. — 1957. Die Vermehrung der Aspe *Populus tremula* L. *Forst Jagd Sonderheft Die Pappel*, II.
75. Tomaszewski M. — 1964. Mechanism of synergistic effects between auxin and some natural phenolic substances. (In): *Regulatures Naturalles de la Croissance Vegetale*.
76. Turecka R. Ch., Kefeli W. N., Kof E. K. — 1966. Rol prirodných regulatorow rosta w organoobrazowaniu u czerenkow wiszni i winograda. *Fizjol. Rast.* 13: 29 - 36.
77. Turecka R. Ch., Polikarpowa F. J. — 1968. Wegetatiwnoje rozmnożenje rastieni s primienieniem stimulatorow rosta. *Izd. Nauka, Moskwa*.
78. Weiser C. J. — 1959. Effect of Boron on the rooting of *Clematis* cuttings. *Nature* 183.
79. Zenk M. H. — 1962. Aufnahme und Stoffwechsel von Naphytylenigsäure durch Erbsenepicotyle. *Planta* 58: 75 - 94.
80. Zufa L. — 1965. Multiplication vegetative des hybrides des peuplier dans le section *Leuce*. *Poplar Institute, Novi Sad*.
81. Zufa L. — 1971. A rapid method for vegetative propagation of aspens and their hybrids. *The Forest. Chronic.* 47 (1): 3 - 9.

TOMASZ BOJARCZUK

### *Rooting of green cuttings of poplars from section Leuce using chemical stimulants*

#### Summary

Green cuttings of white poplar, gray poplar and aspen (*Populus alba*, *P. canescens*, *P. tremula*) were cut from long shoots growing in a stool bed or from 1 or 2 year old poplar trees that have been rooted earlier. From each long-shoot 2-3 cuttings were obtained 5-8 cm long. They were rooted in a propagation box on a greenhouse bench in a layer of sand placed over a compost soil and also in a box fitted with automatic misting equipment as well as under glass in field boxes or in plathouses. The temperature in the propagation boxes varied in the range 20° - 25°C.

All the experiments were established in 3 or 4 replicates with 16 cuttings per replicate. The success of the rooting was estimated after 3 weeks for the white and gray poplar and after 4 weeks for the aspen. When estimating the result three characters were considered: the number of rooted cuttings, the number of roots per cutting, the total length of the roots per cutting.

The significance of differences was estimated by the Duncan test. In the tables letters were used to indicate which variant is significantly different from which. Values with the same letter do not differ significantly.

The purpose of the study was to demonstrate the effect on the rooting of cuttings of such factors as: various types of cuttings (number of buds, position on the long-shoot); auxins; phenolic compounds, CCC, Alar (SADH), vitamins, boric acid; fungicides; methods of treating cuttings; rooting media; time when rooting is performed.

Studies were also conducted on the effect of phenols on the metabolism of NAA-1-  $^{14}\text{C}$  and the activity of rooting stimulators and inhibitors was estimated.

On the basis of the results of these studies the following conclusions were drawn:

1. Green cuttings of gray and white poplar should be cut from long shoots grown in special stool beds, from root suckers or from previously rooted plants.

2. The cuttings have to be taken from the subapical and middle part of the long-shoot. They should be 5 - 8 cm long with at least 1 leaf and 2 buds (the second leaf from the lower part of the cutting has to be removed).

3. The green cuttings of white and gray poplar can be rooted in June, July and August, while the cuttings of aspen not earlier than the first half of July, and they have to be cut from shoots from which the pubescence characteristic for immature shoots has disappeared.

4. The time when the green cuttings of white poplars are rooted is important for the result of the rooting, particularly when no chemical stimulant is used. The treatment with auxins and with the phenolic compounds salicylic acid and pyrogallol has resulted in good rooting of cuttings irrespective of the time.

5. The green cuttings of white poplars need to be rooted with the help of stimulators such as auxins, eg. naphthaleneacetic acid (NAA) or phenolics, eg. salicylic acid, or pyrogallol. These compounds should be used as:

— dust preparations with talk, NAA at concentrations of 0.2 - 0.4% and salicylic acid or pyrogallol at concentrations 0.2 - 0.5%,

— dilute solutions of the phenolic compounds within the range from 0.5 to 20 mg/l in which the cuttings are dipped to a half of their length for a period of 20 - 24 hours,

— concentrated solutions of the phenolic compounds within the range from 1000 to 5000 mg/l and NAA at a concentration of 2000 mg/l which are used for treating the cuttings for a period of 5 - 7 seconds.

6. There exist possibilities of rooting leaves of white, and gray poplars and of aspen. Leaves (from long-shoots) also need to be treated by solutions with NAA and phenolic compounds.

7. The introduction of labelled NAA into the cuttings of poplars has shown that a simultaneous supply of phenolic compounds prevents the formation of inactive complexes of auxin which results in the auxin remaining active for a longer period of time.

ТОМАШ БОЯРЧУК

*Укоренение зеленых черенков тополей из секции Leuce  
при использовании химических соединений*

Резюме

Зеленые черенки тополя белого, тополя серого и осины срезались с удлиненных побегов в питомниках, с корневых отпрысков или с ранее укорененных одно-двух-летних деревьев. От каждого удлиненного побега получали 2-3 черенка, имевших в длину от 5 до 8 см. Они укоренялись на подоконнике рассадно-выгоночной теплицы в слое песка, уложенном на компосте, а также в теплице, снабженной автоматической

установкой для создания искусственного тумана, в парниковых ящиках и под пленкой. Температура в теплице колебалась в границах 20° - 25°C.

Все опыты закладывались в трех или четырех повторностях по 16 черенков в каждой. Проверка укоренения черенков тополя белого и тополя серого проводилась через три недели, а черенков осины через четыре недели, считая от момента черенкования. При проверке укоренения принимались во внимание три основных признака: число укоренившихся черенков, число корней на черенке, суммарная длина корней на черенке.

Достоверность различий определялась с помощью теста Дункана. В таблицах применялись буквенные обозначения с помощью которых показывалось отсутствие различий между количественными показателями, полученными при разных способах воздействия на черенки.

Целью исследования было выяснить — какое влияние на укоренение черенков оказывают: разные типы черенков (количество почек, место их положения на побеге); ауксины; фенольные соединения, CCC, аляр (SADH) витамины; борная кислота; фунгицидные препараты; разные способы обработки черенков; разные условия укоренения; разные сроки укоренения.

Изучалось также влияние фенола на метаболизм НУК-1-С<sup>14</sup> и определялась активность стимуляторов и ингибиторов укоренения.

На основании результатов этих исследований сделаны следующие выводы:

1. Зеленые черенки тополя белого и тополя серого следует срезать с растущих удлиненных побегов в специальных питомниках, с корневых отпрысков или с предварительно укорененных растений.

2. Черенки срезаются под самой верхушкой удлиненного побега или в его средней части. Они должны иметь от 5 до 8 см длины и по крайней мере, один лист и две почки (второй лист в нижней части черенка срывается).

3. Зеленые черенки тополя белого и тополя серого можно укоренять в июне, июле и августе, в то время как черенки осины укореняются только в первой половине июля с тем, что их срезают с побегов, на которых уже исчезло опушение характерное для незрелых побегов.

4. Сроки укоренения зеленых черенков тополя белого оказывают существенное влияние и его результаты, особенно в тех случаях, когда не применялись какие-либо ростовые вещества. Обработка черенков ауксинами или фенольными соединениями (салициловой кислотой и пирогаллолом) определяла хорошее укоренение черенков при любых его сроках.

5. Зеленые черенки тополя белого следует укоренять, применяя вещества типа ауксинов, ускоряющие образование корней, например нафтилуксусную кислоту (НУК) и фенольные соединения (салициловую кислоту и пирогаллол). Эти соединения следует применять:

— в виде порошковых препаратов с тальком (НУК в концентрации 0,2 - 0,4%, салициловую кислоту или пирогаллол — в концентрации 0,2 - 0,5%);

— в виде слабых растворов фенольных соединений (в концентрациях от 0,5 до 20 мг/л), в которые черенки погружаются на половину своей длины на 20 - 24 часа;

— в виде концентрированных растворов фенольных соединений (от 1000 до 5000 мг/л) или НУК (2000 мг/л), которыми черенки обрабатываются в течение 5 - 7 секунд.

6. Возможно укоренение листьев этих трех видов. Листья, срезанные с удлиненных побегов, следует также обрабатывать препаратами, содержащими НУК и фенольные соединения.

7. При введении в черенки тополей меченой НУК было установлено, что одновременная обработка фенольными соединениями предотвращала образование неактивных комплексов ауксинов, в результате чего стимулирующее действие гормонов сохранялось длительное время.