

ANATOMICZNE ASPEKTY ROZMNAŻANIA FUKSJI (*Fuchsia hybrida*) ZA POMOCĄ SADZONEK

Katarzyna Strzelecka

Katedra Ogrodnictwa, Akademia Rolnicza we Wrocławiu

Wstęp

Fuksje należą do najbardziej cenionych roślin o ozdobnych kwiatach. Są bardzo dekoracyjne i od trzech stuleci wykorzystywane do upiększania naszego otoczenia. Szeroko stosowane są jako rośliny doniczkowe do dekoracji wnętrz, a także do sadzenia w skrzynkach balkonowych i do uprawy w gruncie. Aktualnie wyhodowane odmiany są mieszańcami wielu gatunków i noszą wspólną nazwę – *Fuchsia hybrida*. Fuksje rozmnaża się dość łatwo przy udziale sadzonek lub nasion. Najskuteczniejsze jest jednak stosowanie w tym celu zielnych sadzonek pędowych. Metoda ta opiera się na zdolności pędów do wytwarzania korzeni przybyszowych.

Zagadnienie powstawania korzeni przybyszowych u rodzaju *Fuchsia* nie zostało dotąd zgłębione. Dlatego celem pracy było zbadanie anatomii procesu rizogenezy u tych roślin.

Materiał i metody

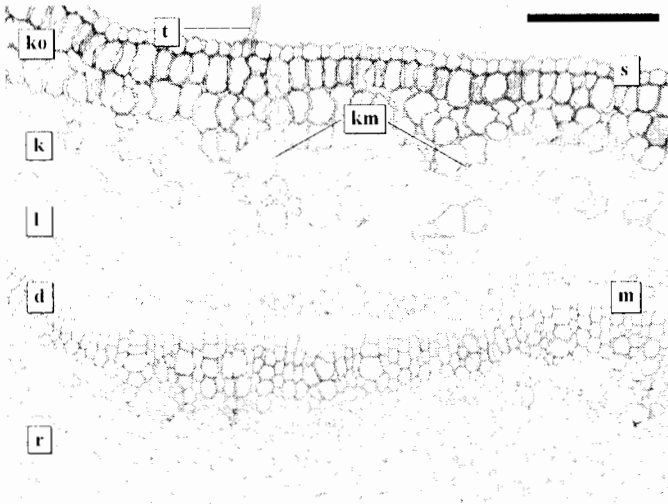
Do doświadczenia wybrano trzy odmiany fuksji ogrodowej *Fuchsia hybrida* 'Eden Rock', 'Southgate' i 'Dancing Flame'. Doświadczenie założono 20 lutego 2004 roku. Sadzonki umieszczano w szklarni na stole wypełnionym mieszanką torfu, piasku i perlitu w stosunku objętościowym 1 : 1 : 1, o pH 6,3. Połowę sadzonek każdej odmiany traktowano preparatem Ukorzeniacz B2 (o składzie: NAA 0,2%, Benomyl 2,5%), a pozostałe, kontrolne, traktowano czystym talkiem technicznym. Temperatura powietrza podczas ukorzenia była stała i wynosiła ok. 16–18°C, podłoże ogrzewano do 20–21°C. Co 24 godziny, przez pierwszy tydzień od chwili umieszczenia w podłożu, pobierano do analizy anatomicznej po 3–4 sadzonki każdej odmiany. Kolejne pobierano co 2 dni (29 lutego, 2, 4, 6, 8 marca). Odcinano część bazalną każdej z sadzonek o długości 0,5–1 cm i zatapiało w utrwalczu Nawaszina. Fragmenty pędów zatapiano w parafinie, cięto na skrawki o grubości 10 μm , a następnie barwiono fuksyną i zielenią trwałą. Utrwalone preparaty obserwowano w mikroskopie optycznym i fotografowano.

Wyniki i dyskusja

W sadzonkach zielnych korzenie przybyszowe powstają zwykle na zewnątrz wiązek przewodzących lub pomiędzy nimi, ale cechą rodzajową rośliny jest to, jakie tkanki są w ten proces zaangażowane. Miejsca korzeniowej histogenezy są różne. HARTMANN i in. [1990] podają przykłady sadzonek zielnych innych roślin, np. grubosza (*Crassula multicaeva* LEM.), u którego primordia tworzą się w epidermie, czy pomidora (*Lycopersicon esculentum* MILL.) – w czterech warstwach perycytklu [BYRNE i in. 1975].

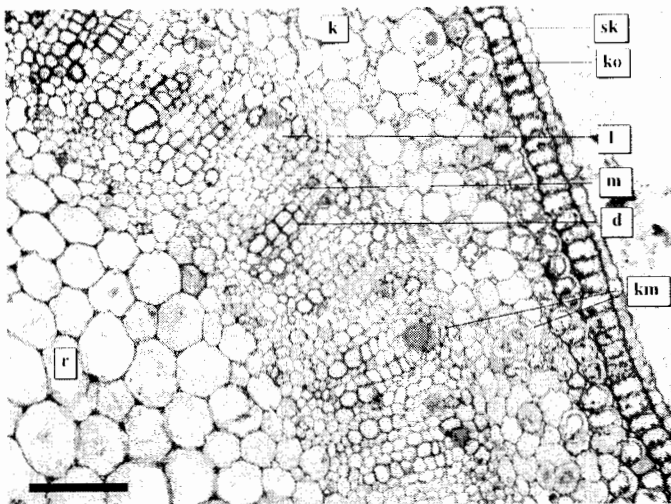
U wielu łatwo ukorzeniających się roślin, takich jak wierzba (*Salix*), topola (*Populus*) czy jaśmin (*Jasminum*) prazawiazki korzeniowe rozwijają się jako składowy element organu, podczas normalnej ontogenezy, przed oddzieleniem pędu od rośliny matczynej. Niektórzy autorzy [HAISSING i in. 1970; HARTMANN i in. 1990] zauważyli dodatnią zależność pomiędzy łatwością ukorzenia się niektórych gatunków a obecnością w ich pędach takich uspionych inicjalów korzeniowych. U fuksji nie było wcześniejszych zawiązków, choć proces ukorzenia przebiegał łatwo i szybko. Korzenie przybyszowe tworzyły się w odpowiedzi na zranienie. Były to typowe korzenie przyranne, których zawiązki tworzą się tylko po sporządzeniu sadzonki. U odmian fuksji inicjacja zawiązków korzeniowych miała miejsce blisko mięksiszu łyka, w strefie miazgi, choć nie w bezpośrednim sąsiedztwie jej komórek inicjalnych.

Podczas ukorzenia sadzonek trzech odmian fuksji obserwowano wyraźne zmiany w ich budowie anatomicznej zarówno w sadzonkach kontrolnych, jak i poddanych działaniu egzogennej auksyny. Zachodziły one w kierunku gojenia ran, narastania nowych warstw tkanek przewodzących i formowania korzeni przybyszowych. Niezależnie od odmiany i sposobu traktowania, pierwsze zmiany w sadzonkach były zauważalne po 24 godzinach od umieszczenia ich w podłożu (rys. 1 i 2). W obrębie mięksiszu kory pierwotnej, kambium i łyka na przekrojach widoczne były komórki w trakcie podziałów mitotycznych, najczęściej na etapie silnej kondensacji chromatyny i wylania się z niej chromosomów (profaza) (rys. 2). Intensywność początkowych podziałów była różna w zależności od odmiany. Najwięcej skupisk z dzielącymi się komórkami zaobserwowano u odmian 'Eden Rock' i 'Southgate'. Sporadyczne podziały były widoczne u 'Dancing Flame'. Po 48 godzinach w obrębie miazgi i mięksiszu łyka komórki przechodziły kolejną mitozę. Różny wpływ na zmiany w budowie anatomicznej u odmian fuksji miało traktowanie Ukorzeniaczem B2. U 'Eden Rock' i 'Southgate' wyraźny był pozytywny wpływ auksyny zawartej w preparacie na ukorzenia. Po drugiej dobie w tych fragmentach widoczna była większa aktywność podziałowa komórek, prowadząca do uformowania większej liczby zawiązków korzeniowych niż u sadzonek kontrolnych tych odmian. Zupełnie inną reakcję na egzogenną auksynę zauważono u odmiany 'Dancing Flame', u której traktowanie Ukorzeniaczem B2 wpłynęło na zmniejszenie liczby wytworzonych korzeni w sadzonkach. Wynikało to zapewne z wysokiej zawartości endogennych auksyn w młodych pędach tej odmiany. Podobną reakcję zauważyli STRZELECKA i CHOJURA [2000], w przypadku niektórych odmian bluszczu. Po dodaniu egzogennej auksyny (NAA) stężenie tych substancji prawdopodobnie było zbyt wysokie i zamiast stymulować rizogenezę, wpływało na nią hamująco.



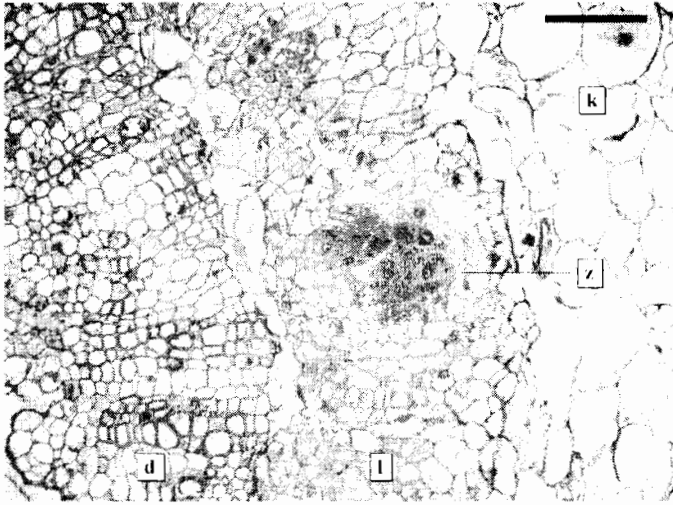
Rys. 1. Przekrój poprzeczny fragmentu kontrolnej sadzonki zielnej *Fuchsia hybrida* 'Southgate', po 24 godzinach ukorzenia, przedstawiający podziały komórek (km) w korze pierwotnej (k); s – skórka, ko – kolenchyma, l – łyko, m – miazga, d – drewno, r – rdzeń, t – trichom. Podziałka = 150 μm

Fig. 1. Cross section of *Fuchsia hybrida* 'Southgate' control cutting after 24 hours of rooting, showing cell divisions (km) in cortex (k); s – epidermis, ko – colenchyma, l – phloem, m – cambium, d – xylem, r – pith, t – trichome. Bar = 150 μm



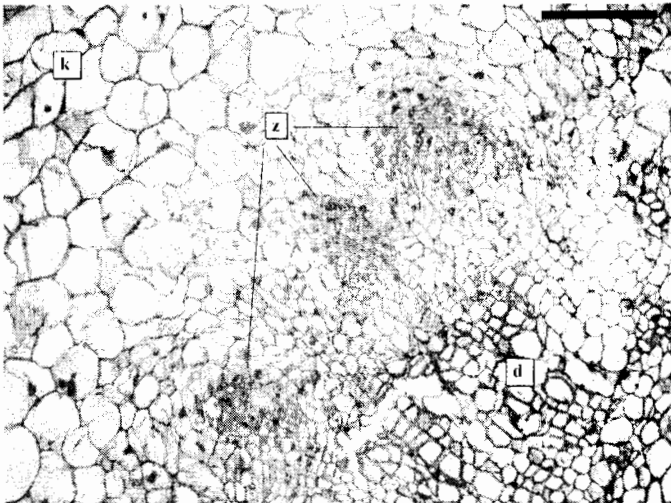
Rys. 2. Przekrój poprzeczny fragmentu sadzonki zielnej *Fuchsia hybrida* 'Southgate' traktowanej Ukorzeniaczem B2, po 24 godzinach ukorzenia, przedstawiający podziały komórek (km) w łyku (l) i korze pierwotnej (k); sk – skórka, ko – kolenchyma, m – miazga, d – drewno, r – rdzeń. Podziałka = 100 μm

Fig. 2. Cross section of *Fuchsia hybrida* 'Southgate' soft cutting treated with rooting stimulator 'Ukorzeniacz B2', after 24 hours of rooting, showing cell divisions (km) in phloem (l) and cortex (k); sk – epidermis, ko – colenchyma, m – cambium, d – xylem, r – pith. Bar = 100 μm



Rys. 3. Przekrój poprzeczny przez pęd kontrolnej sadzonki zielnej *Fuchsia hybrida* 'Eden Rock', po 4 dobach ukorzeniania, przedstawiający zawiązek korzenia przybyszowego (z); k – kora pierwotna, l – łyko, d – drewno. Podziałka = 75 μm

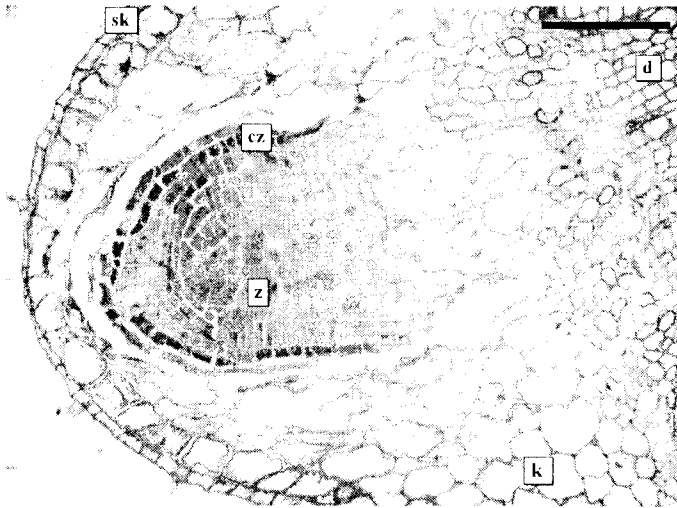
Fig. 3. Cross section of control *Fuchsia hybrida* 'Eden Rock' soft cutting, after 4 days of rooting, showing root primordium (z); k – cortex, l – phloem, d – xylem. Bar = 75 μm



Rys. 4. Przekrój poprzeczny przez fragment sadzonki zielnej *Fuchsia hybrida* 'Eden Rock' traktowanej Ukorzeniaczem B2, po 4 dobach ukorzeniania, przedstawiający kształtujące się w strefie kambium zawiązki korzeniowe (z); k – kora pierwotna, d – drewno. Podziałka = 100 μm

Fig. 4. Cross section of *Fuchsia hybrida* 'Eden Rock' soft cutting treated with rooting stimulator 'Ukorzeniacz B2', after 4 days of rooting, showing root primordia (z) emerging in cambium area; k – cortex, d – xylem. Bar = 100 μm

Po 4. dobie u odmian 'Eden Rock' i 'Southgate' na przekrojach widoczne były już skupiska około 100 komórek (rys. 3 i 4), tworzących prazawiazki i dzielących się stale w obrębie obszaru inicjacji korzeni, między kambium a mięksiszem tyka. Fakt, iż zaawansowanie rozwoju zawiązków było podobne w sadzonkach kontrolnych i traktowanych auksyną wskazuje, podobnie jak w przypadku fasoli [BLAZICH, HEUSER 1979], że egzogenna IBA nie wpływa na zmianę czasu inicjacji powstawania korzeni. Odminną reakcję obserwował HILAIRE i in. [1996] w przypadku półzdrewniałych sadzonek *Mussaenda erythrophylla* 'Rosea', w których IBA przyspieszał powstawanie korzeni przybyszowych.



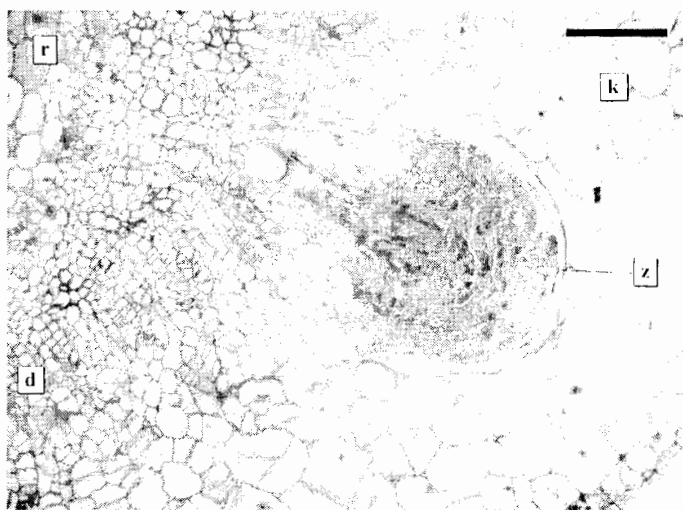
Rys. 5. Przekrój poprzeczny przez pęd kontrolnej sadzonki zielnej *Fuchsia hybrida* 'Southgate', po 7 dobach ukorzenia, przedstawiający zawiązek korzenia przybyszowego (z) przerastający korę pierwotną (k); cz – czapeczka korzenia, sk – skórka, d – drewno. Podziałka = 100 μ m

Fig. 5. Cross section of control *Fuchsia hybrida* 'Southgate' soft cutting, after 7 days of rooting, showing root primordium (z) developing in cortex (k); cz – root cap, sk – epidermis, d – xylem. Bar = 100 μ m

Podobnie jak u soplicy australijskiej (*Agathis australis* (D. DON) SALISB.) [WHITE, LOVELL 1984], początek zorganizowanego układu był widoczny, gdy prazawiazki składały się z ok. 1500 komórek i tworzył się początek osi prazawiazka, co przypadało na 6. dobę ukorzenia. W tym czasie w zawiązkach korzeni u wszystkich badanych odmian fukcji widoczne były warstwy przypominając histogeny korzenia: plerom – zapoczątkowujący walec osiowy, peryblem – zapoczątkowujący korę pierwotną i dermatokaliptrogen – dający początek czapeczce i ryzodermie u dwuliściennych. Widoczna oś korzenia była uformowana po ok. 7 dniach ukorzenia. Wyraźna czapeczka składała się z trzech warstw komórek i pokrywała całkowicie merystem wierzchołkowy (rys. 5). W przypadku odmiany 'Dancing Flame' proces rizogenezy zachodził wolniej – po 5 dniach zauważono nieliczne i niewielkie zgrupowania komórek tworzących początki zawiązków korzeniowych. Kolejne etapy regeneracji to wzrost zawiązków i ich wrastanie

w tkanki. BLAZICH i HEUSER [1979] podają, że mechanizm, który wyjaśnia penetrację tkanek przez młody korzeń w celu jego wyłonienia się na zewnątrz pędu sadzonki, jest związany z enzymatycznym rozkładem blokującej tkanki i jej fizycznym przerwaniem. Ponadto komórki między formującymi się korzeniami a pobudzoną tkanką przewodzącą pędu różnicują się, aby wytworzyć połączenie waskularne tych dwóch systemów. WHITE i LOVELL [1984] zauważyli, że komórki budujące to połączenie są ulokowane pomiędzy pobudzoną tkanką przewodzącą a primordiami. Może ono więc być zdeterminowane przez rozwijającą się tkankę przewodzącą korzenia, gdzie poziom auksyn jest raczej wyższy, w kierunku bardziej dojrzałego systemu waskularnego łodygi. Możliwe jest również, że różnicujące się komórki systemu waskularnego korzenia pobudzają sąsiadujące do podziału i następuje formowanie kompletnego systemu przewodzącego między łodygą a korzeniem przybyszowym.

U 'Eden Rock' i 'Southgate' zauważono, że młode korzenie tworzyły się na całej długości i szerokości badanych fragmentów. Pierwsze właściwie ukształtowane korzenie, przebijające się przez warstwę kory pierwotnej i epidermę były u tych odmian widoczne w 9. dniu zarówno u sadzonek traktowanych auksyną, jak i kontrolnych. W sadzonkach traktowanych Ukorzeniaczem B2 obserwowano większą koncentrację powstałych korzeni (od 4 do 8). Korzenie rozwijały się prostopadłe, rzadziej równoległe do osi sadzonki. U 'Dancing Flame' wszystkie procesy zachodziły podobnie, jak u pozostałych odmian, lecz z mniejszą intensywnością i w późniejszym czasie, szczególnie u sadzonek traktowanych auksyną. U tej odmiany wyraźne zawiązki były widoczne po 8 dniach (rys. 6), a korzenie zaczynały przebijać się na zewnątrz po 11. Na przekrojach było od 1 do 3 młodych korzeni.



Rys. 6. Przekrój poprzeczny przez fragment kontrolnej sadzonki zielnej *Fuchsia hybrida* 'Dancing Flame', po 8 dobach ukorzenia, przedstawiający zawiązek korzenia przybyszowego (z); k – kora pierwotna, d – drewno, r – rdzeń. Podziałka = 100 μm

Fig. 6. Cross section of control *Fuchsia hybrida* 'Dancing Flame' soft cutting, after 8 days of rooting, showing root primordium (z); k – cortex, d – xylem, r – pith. Bar = 100 μm

Poza powstawaniem korzeni przybyszowych w pędach sadzonek obserwowano silną aktywność podziałową w obrębie kambium, miększu łyka, kory pierwotnej i rdzenia. Widoczne było łączenie się systemów waskularnych łydgi i nowo powstałych korzeni przybyszowych. Innym zjawiskiem zachodzącym w trakcie ukorzenia sadzonek była zwiększona aktywność miazgi, przyczyniająca się do powstania przyrostu wtórnych tkanek przewodzących. Najlepiej zauważalne były przyrosty drewna wtórnego u odmian 'Eden Rock' i 'Southgate', traktowanych auksyną. W tych sadzonkach tworzyły się wyraźne przyrosty nowego, niedojrzałego drewna o grubości 2–3 pierścieni. U sadzonek kontrolnych nie było to tak wyraźne.

Wnioski

1. Powstawanie korzeni przybyszowych zachodziło w sadzonkach wszystkich badanych odmian. Niezależnie od sposobu ich traktowania, zawiązywanie się primordiów zachodziło w strefie miazgi i łyka.
2. U odmian 'Eden Rock' i 'Southgate' większe zagęszczenie primordiów (od 4 do 8) obserwowano w sadzonkach traktowanych Ukorzeniaczem B2. Po 4. dobie na przekrojach widoczne były skupiska około 100 komórek, tworzących prazawiazki. Wyraźna oś korzenia była uformowana po ok. 7 dniach ukorzenia. Pierwsze właściwie ukształtowane korzenie, przebijające się przez warstwę kory pierwotnej i epidermę były widoczne w 9. dniu ukorzenia zarówno u sadzonek traktowanych auksyną, jak i kontrolnych. Korzenie rozwijały się prostopadle, rzadziej równoległe do osi sadzonki.
3. U odmiany 'Dancing Flame' proces rizogenezy zachodził wolniej, a zawiązków korzeni przybyszowych tworzyło się mniej. Początki organizacji zawiązków widoczne były dopiero po 8 dobach ukorzenia, a traktowanie Ukorzeniaczem B2 dodatkowo hamowało rizogenezę. Na przekrojach pędów sadzonek tej odmiany było od 1 do 3 młodych korzeni.

Literatura

- BLAZICH F.A., HEUSER C.W. 1979.** *A histological study of adventitious root initiation in mung bean cuttings.* J. Amer. Hort. Sci. 104(1): 63–67.
- BYRNE J.M., COLLINS K.A., CASHAN P.F., AUNG L. 1975.** *Adventitious root development from the seedling hypocotyls of Lycopersicon esculentum.* Amer. J. Bot. 62(7): 731–737.
- HAISSING E.B. 1970.** *Preformed adventitious root initiation in brittle willows, grown in controlled environment.* Canadian Journal of Botany 48: 2309–2312.
- HARTMANN H.T., KESTER D.E., DAVIES F.T. 1990.** *Anatomical and physiological basis of propagation by cuttings.* Prentice-Hall, London: 199–229.
- HILAIRE R.S., BERWART C.A.F., PÉREZ-MUNOZ C.A. 1996.** *Adventitious root formation and development in cuttings of Mussaenda erythrophylla L. Shum. & Thonn.* HortScience 31(6): 1023–1025.

STRZELECKA K., CHOJURA P. 2000. Wpływ Ukorzeniacza B2 na ukorzenianie sadzonek 28 taksonów bluszczu. Zeszyty Naukowe Instytutu Sadownictwa i Kwiaciarnictwa, tom 7: 265–269.

WHITE J., LOVELL P.H. 1984. Anatomical changes which occur in cuttings of *Agathis australis* (D. Don) Lindl. 2. The initiation of root primordia and early root development. Annals of Bot. 54: 633–645.

Słowa kluczowe: *Fuchsia hybrida*, ukorzenianie sadzonek, NAA

Streszczenie

Obserwacji zmian anatomicznych dokonywano w sadzonkach zielnych trzech odmian fuksji ogrodowej: 'Eden Rock', 'Southgate' i 'Dancing Flame', kontrolnych i traktowanych Ukorzeniaczem B2. Do analizy anatomicznej pobierano po 3 sadzonki każdej odmiany: przez pierwszy tydzień co 24 godziny, natomiast w drugim tygodniu co 48 godzin. Preparaty anatomiczne sporządzano z podstaw sadzonek długości 0,5 cm, zatapiających w parafinie.

Wszystkie badane odmiany fuksji odznaczały się dużą zdolnością do regeneracji korzeni przybyszowych. Zarówno sadzonki kontrolne, jak i traktowane auksyną ukorzeniały się łatwo, ale szybkość procesu zależała od odmiany. U odmian 'Eden Rock' i 'Southgate' pierwsze korzenie ukazywały się po 8–9 dniach, natomiast u 'Dancing Flame' po 11. Zawiązki korzeni przybyszowych powstawały w strefie kambium i łyka. Pierwsze podziały komórkowe prowadzące do powstania zawiązka obserwowano już po 24 godzinach ukorzeniania, a początki zorganizowanego ułożenia komórek widoczne były po 5 dobach u 'Eden Rock' i 'Southgate' i 8 u 'Dancing Flame'. Egzogenna auksyna, zawarta w Ukorzeniaczu B2, pobudzała powstawanie primordiów u dwóch pierwszych odmian, głównie poprzez zwiększenie ich liczby, nieznacznie wpływając na przyspieszenie procesu. Liczba zawiązków wynosiła od 4 do 8 w porównaniu do 2–5 w sadzonkach kontrolnych. W sadzonkach 'Dancing Flame' traktowanych Ukorzeniaczem B2 zawiązków korzeni było mniej niż w sadzonkach kontrolnych.

ADVENTITIOUS ROOT FORMATION IN *Fuchsia hybrida* CUTTINGS

Katarzyna Strzelecka

Department of Horticulture, Agricultural University, Wrocław

Key words: *Fuchsia hybrida*, rooting of cuttings, NAA

Summary

Anatomical changes were observed in cuttings of *Fuchsia hybrida* 'Eden Rock', 'Southgate' and 'Dancing Flame', control and treated with rooting stimulator 'Ukorzeniacz B2' (containing NAA 0.2% and Benomyl 2.5%). Transverse sections were made of 0.5 cm cutting bases sampled every 24 hours during the first week of rooting and every 48 hour during next period. All cuttings rooted

well, but the length of the process depended on the cultivar. In 'Eden Rock' and 'Southgate' cuttings, roots emerged from the stem after 8–9 days of rooting, whereas in 'Dancing Flame' after 11 days. Root primordia formed in the cambium and xylem region. First divisions, which led to root primordia formation, were observed after 24 hours while first signs of root primordia organization could be seen after 5 days in 'Eden Rock' and 'Southgate' and after 8 days in 'Dancing Flame' cuttings. Auxin, present in 'Ukorzeniacz B2' stimulated rhizogenesis, mainly through increasing the number of primordia in 'Eden Rock' and 'Southgate'. 4–8 adventitious roots were observed in cuttings treated with rooting stimulator, whereas only 2–5 were present in the control ones. In the case of 'Dancing Flame' there were less primordia in cuttings treated with auxin than in control ones.

Dr inż. Katarzyna **Strzelecka**
Katedra Ogrodnictwa
Akademia Rolnicza
ul. Cybulskiego 34
50-205 WROCŁAW