

JANUSZ LIPECKI, FRANK G. DENNIS *

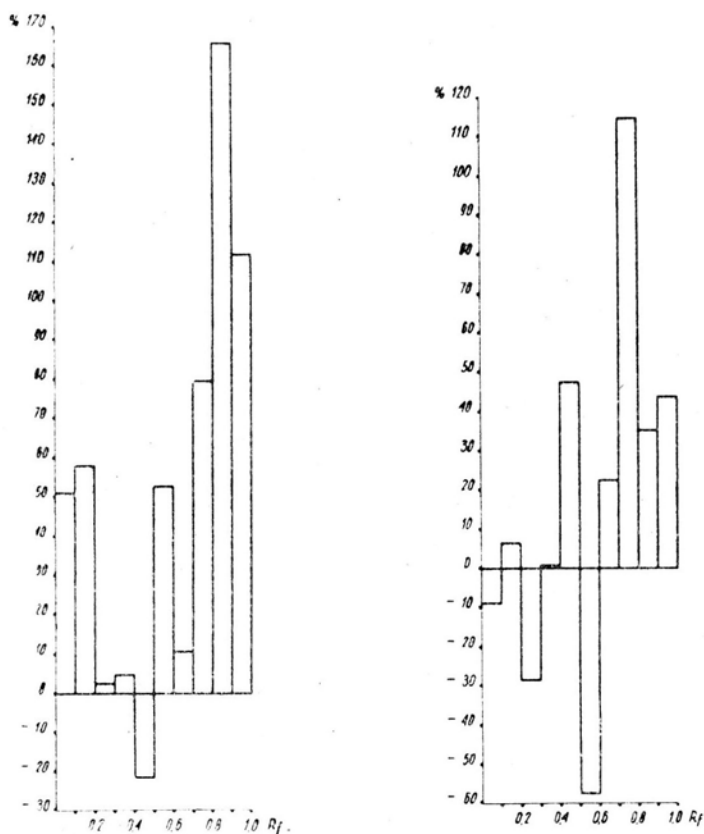
KOFAKTORY UKORZENIENIA SIĘ SADZONEK

Rozmnażanie roślin przez sadzonkowanie jest metodą powszechnie stosowaną, np. w wypadku porzeczek, topoli, wierzby i innych gatunków. Są jednak rośliny, których sadzonki nie wytwarzają wcale korzeni, lub których zdolność ukorzenia się zależy od wieku, pory roku, stanu fizjologicznego lub innych czynników. Istnieje szereg teorii wyjaśniających te różnice i najczęściej wiążących je z wahaniami zawartości endogennych substancji wzrostowych w sadzonkach. Już w latach trzydziestych teoria rizokaliny oraz inne prace Went, Thimann'a, Bouillenne, Cooper'a i innych (Cyt. wg. Hess'a 1957) wskazywały na zależność między ukorzeniem się sadzonek i zawartością w nich pewnych endogennych substancji. W nowszych badaniach (Kefeli i Turieckaja 1965, Turieckaja, Kefeli i Kof, 1966) starano się wykazać istnienie pozytywnego związku między poziomem auksyn w sadzonkach i ich ukorzeniem się. Badacze hiszpańscy Vieitez i Pena (1968) prowadząc badania nad sezonową zmiennością ukorzenia się sadzonek *Salix atrocinerea* wykazali wprawdzie, że istnieje pewna zależność między poziomem IAA a ukorzeniem się sadzonek, ale korelacja ta nie była dostatecznie wyraźna, aby wnioskować o istnieniu bezpośredniego związku między tymi cechami. Podobnie Tyce (1957) wykazał, że zależność taka nie zawsze ma miejsce (w sadzonkach *Salix fragilis*), a Tizio i współprac. (1963) nie obserwowali żadnej zależności między wahaniami poziomu substancji wzrostowych a ukorzeniem się sadzonek winorośli.

Endogenne inhibitory wzrostu są wg. niektórych badaczy czynnikiem hamującym wytwarzanie korzeni. Gesto i współprac. (1967) wykazali, że w sadzonkach *Quercus robur* L. i *Juglans regia* L. — gatunkach trudno się ukorzeniających — występowało znacznie więcej inhibitorów wzrostu niż np. w sadzonkach *Ribes rubrum* lub *Salix atrocinerea*, łatwo wytwarzających korzenie. Podobnego zdania są także Czajłachian i Sarkisowa (1968).

* Obecny adres dr. F. G. Dennisa: Department of Horticulture, Michigan State University, East Lansing, Michigan, USA.

Z drugiej jednak strony wiadomo (Eggleston, 1966, Poapst i Durkee, 1967), że niektóre inhibitory mogą w określonych warunkach stymulować ukorzenianie. Rozbieżność wyników otrzymywanych w wielu pracach sugeruje, że w procesie tworzenia korzeni przez sadzonki mogą brać udział inne — oprócz auksyn i inhibitorów — substancje, i że zdolność ukorzeniania się zależy od ich wzajemnego stosunku (Tizio, 1967).



Wykres 1

Aktywność kofaktorów i inhibitorów ukorzeniania w chromatogramach ekstraktów dolnych części sadzonek MM 109, ciętych i sadzonych w dn. 6 VII 1967 roku (część a) i 17 VIII 1967 roku (część b), określona w % w stosunku do kontroli (kontrola = IAA w stężeniu 5×10^{-6} M, bez odcinka chromatogramu).

Test ukorzeniania fasoli złocistej

Obszerne badania nad tym zagadnieniem przeprowadził badacz amerykański Hess. W licznych pracach wysunął on twierdzenie, że ukorzenianie się sadzonek zależy m. in. od zawartości w nich tzw. kofaktorów ukorzeniania, czyli substancji endogennych działających synergistycznie z IAA i stymulujących wytwarzanie korzeni. Rośliny o wysokiej zawartości kofaktorów ukorzeniają się łatwo, nie po-

siadające kofaktorów lub zawierające ich zbyt mało — ukorzeniają się słabo lub wcale. Przy użyciu opracowanego przez siebie testu ukorzenia fasoli złocistej *Phaseolus aureus* Roxb. Hess (1964) wykazał, że młodociane formy *Hedera helix* L. (łatwo się ukorzeniające) zawierały więcej kofaktorów niż formy dojrzałe, ukorzeniające się w bardzo niskim procencie. Podobne wyniki otrzymali Quamme i Nelson (1965) badając młodociane i dojrzałe formy jabłoni (*Malus robusta* 5) oraz Fernqvist (1966) porównując poziom kofaktorów w liściach młodocianych i dojrzałych form podkładki jabłoni A₂. Fadl (1966) oraz Fadl i Hartmann (1967b) dowiedli istnienia różnic w zawartości kofaktorów w sadzonkach różnych odmian grusz. Odmiana Old Home — łatwo wytwarzająca korzenie — posiadała znacznie więcej kofaktorów niż trudno ukorzeniająca się odmiana Bartlett. Ta ostatnia zawierała natomiast więcej inhibitorów ukorzenia. Na znaczenie tych substancji zwraca uwagę Ashiru (1967); przypuszcza on, że stwierdzone w jego badaniach słabe ukorzenie się sadzonek podkładki jabłoni EM II było wynikiem wysokiej zawartości inhibitorów, nie występujących w dających znacznie lepsze ukorzenie sadzonkach podkładki MM 106.

Dalszych dowodów na istnienie i rolę kofaktorów w procesie ukorzenia się sadzonek dostarczyły badania Hermana i Hess'a (1963), Kawase (1964, 1965a i b), Stoltza i Hess'a (1966) — wykazały one, że w wyniku wykonania zabiegów zwiększających ukorzenie (etiologia, obrączkowanie, wirowanie) wzrastał w sadzonkach poziom kofaktorów. Challenger i współprac. (1965) dowiedli, że przechowywanie sadzonek zdrewniałych klonu jabłoni M 26 w czasie zimy w temperaturze 18,5°C przyspiesza ukorzenie, a jednocześnie podnosi poziom kofaktorów, określony przy pomocy testu fasoli złocistej.

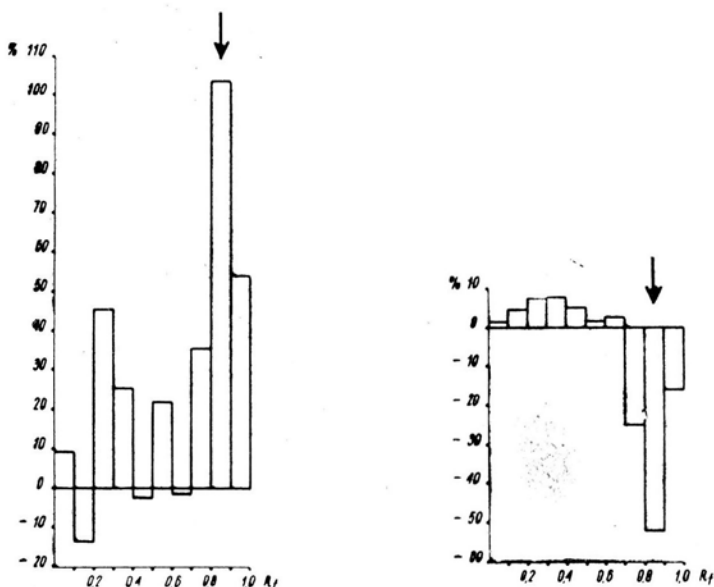
Nie wszyscy badacze są jednak zgodni co do roli kofaktorów w procesie ukorzenia się sadzonek. Lanphear (1962), oraz Lanphear i Meahl (1966) nie obserwowali wyraźnej zależności między ich zawartością a wytwarzaniem korzeni przez sadzonki niektórych iglaków, np. jałowca. Zimmerman (1963) potwierdził obecność kofaktorów w roślinach iglastych, ale nie obserwował różnic w ich zawartości między formami młodocianymi i dojrzałymi.

Badania przeprowadzone przez autorów niniejszej publikacji w latach 1967—1968 w Rolniczej Stacji Doświadczalnej w Genevie, Nowy Jork, USA, również nie dały wyraźnej odpowiedzi na pytanie, czy ukorzenie się sadzonek zależy od poziomu kofaktorów w tych sadzonkach. Badano półzdrewniałe sadzonki kilku podkładek jabłoni, cięte i sadzone w różnych terminach, stosując test ukorzenia fasoli złocistej opracowany przez Hess'a (1957). Zaobserwowano bardzo wyraźny spadek procentu sadzonek wytwarzających korzenie przy sadzeniu w sierpniu w stosunku do czerwca i lipca. Zjawisku temu towarzyszył spadek aktywności kofaktorów; nie był on jednak tak wyraźny, aby można było wnioskować o ścisłym związku między obydwoma badanymi cechami. Wykazano natomiast ponad wszelką wątpliwość, że różne części sadzonek (liście, dolne części pędów, wierzchołki) zawierają substancje stymulujące ukorzenie sadzonek fasoli złocistej, zarówno

w wodzie destylowanej, jak i w obecności IAA w stężeniu 5×10^{-6} M. Wykres pierwszy obrazuje aktywność tych substancji w rozdzielonym na bibule chromatograficznej Whatman 3 MM ekstrakcie etanolowym z dolnych części sadzonek podkładki MM 109 (chromatogramy rozwijano w 80% izopropanolu). Ekstrakty wykonano w okresie dobrego ukorzenia się sadzonek (cz. a) i przy całkowitym braku wytwarzania korzeni, tj. przy sadzonkowaniu w sierpniu (cz. b).

Widoczny jest wyraźny spadek aktywności kofaktora usytuowanego przy froncie chromatogramu (R_f 0,8—1,0) oraz przy starcie (R_f 0,1—0,2), jak również wzrost poziomu inhibitora ukorzenia w środkowej części chromatogramu. Różnice te nie były jednak tak wyraźne w wypadku dwóch pozostałych badanych podkładek jabłoni — MM 106 i EM IX.

Nie powiodły się dotychczasowe próby identyfikacji kofaktorów podejmowane przez Fadla i Hartmann'a (1967a), Girouard (1967) i innych. Girouard (1967) przypuszcza, że stanowią one kompleksowe połączenia kilku substancji, przeważnie niezidentyfikowanych, m. in. z kwasem chlorogenowym. Challenger i współprac. (1965) zwrócili uwagę, że najaktywniejszy z kofaktorów występuje w tej części chromatogramu, która wykazuje jednocześnie wyraźną inhibicję wzrostu koleoptile pszenicy (badanym gatunkiem była jabłoń). Lokalizacja tej substancji była identyczna z lokalizacją najobficiej występującego w tkankach jabłoni inhi-

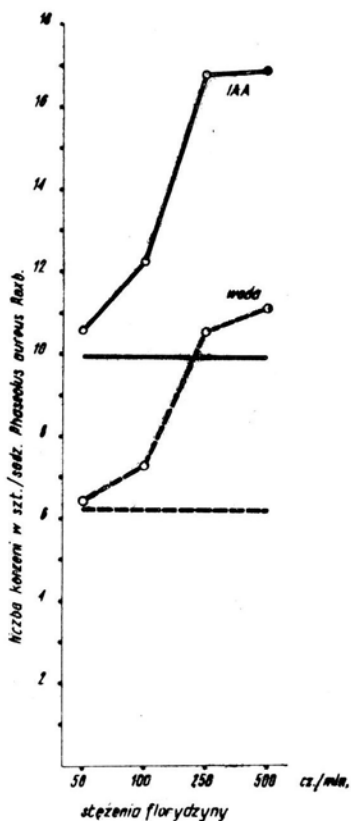


Wykres 2

Aktywność kofaktorów i inhibitorów ukorzenia — (atest fasoli zlocistej) oraz inhibitorów wzrostu (b — test koleoptile pszenicy) w chromatogramach ekstraktów dolnych części sadzonek MM 109, ciętych i sadzonych w dn. 3 VIII 1967 roku, określona w % w stosunku do kontroli. Strzałka wskazuje lokalizację florydzyiny

bitora — florydzyzny. Wykazały to także badania autorów niniejszej publikacji — ich wyniki przedstawiają wykresy (wykres 2).

Z powyższych wykresów można wnioskować, że najaktywniejszy kofaktor ukorzenia i najaktywniejszy inhibitor wzrostu występują w tych samych R_f i że ich lokalizacja w chromatogramach jest taka sama, jak lokalizacja florydzyzny. Przeprowadzone dodatkowo badania nad aktywnością tego inhibitora wykazały jego synergistyczne działania z IAA w teście ukorzenia fasoli (wykres 3).



Wykres 3

Aktywność florydzyzny w teście ukorzenia fasoli złocistej. Pozioma linia ciągła wskazuje liczbę korzeni na sadzonkach fasoli ukorzenia w IAA w stężeniu 5×10^{-6} M, linia przerywana — liczbę korzeni dla wody destylowanej

Nie wykazano jednak, aby florydzyzna miała korzystny wpływ na ukorzenie się sadzonek jabłoni, zarówno półdrewniałych, jak i zdrewniałych. Negatywne wyniki dały także badania nad wpływem moczenia sadzonek jabłoni w ekstraktach z ich liści, wykazujących wyraźną aktywność w teście ukorzenia fasoli.

Dotychczasowe badania wykazały niewątpliwie istnienie w sadzonkach substan-

cji stymulujących ukorzenianie roślin testowych i współdziałających w tym procesie z IAA. Nie udało się jednak dowieść istnienia ich bezpośredniego związku z ukorzenianiem się sadzonek, z których zostały wyizolowane, ani też nie zostały one dokładnie zidentyfikowane. Wymagać to będzie dalszych badań.

LITERATURA

- Ashiru G. A., 1967. *Physiological studies of rooting cuttings of Malling-Merton 106 (MM 106) and East Malling II (EM II) apple (Malus silvestris Mill.) clones*. Ph. D. Thesis, Michigan State University, East Lansing, Michigan, USA.
- Challenger S., Lacey H. J., Howard B. H., 1965. *The demonstration of root promoting substances in apple and plum rootstocks*. Rep. E. Malling Res. Sta. for 1964 (1965), 124—128.
- Czajłachian M. H., Sarkisowa M. M., 1968. *Znaczenie prirodných regulatorow rosta wkornieobrazowanii czierenkow trudnoukorieniaszczichsja plodowych kultur*. Biol. Ž. Armenii, 21, nr. 7, 14—22.
- Eggleston P. M., 1966. *A study of some endogenous rooting substances of Malus silvestris and several Prunus species*. M. S. Thesis, Cornell University, Ithaca, New York, USA.
- Fadl M. M. S., 1966. *Biochemical and physiological effects of buds and leaves on adventitious root initiation in pear stem cuttings*. Ph. D. Thesis, University of California, Davis, California, USA.
- Fadl M. M. S., Hartmann H. T., 1967a. *Isolation, purification, and characterisation of an endogenous root-promoting factor obtained from basal sections of pear hardwood cuttings*. Plant Physiology, vol. 42, nr. 4, 541—549.
- Fadl M. M. S., Hartmann H. T., 1967b. *Relationship between seasonal changes in endogenous promoters and inhibitors in pear buds and cutting bases and the rooting of pear hardwood cuttings*. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., vol. 91, 96—112.
- Fernqvist I., 1966. *Studies on factors in adventitious root formation*. Lantbrukshögskolans Annaler, vol. 32, 109—244.
- Gesto M. D. V., Vazquez A., Mendez J., Vieitez E., Seoane E., 1967. *Growth substances isolated from woody cuttings of Quercus robur L. and Juglans regia L.* Phytochemistry, vol. 6, 1687—1693.
- Girouard R. M., 1967. *Anatomical and biochemical studies of rooting in stem cuttings of Hedera helix L.* Ph. D. Thesis, Purdue University, Lafayette, Indiana, USA.
- Herman D. E., Hess C. E.: 1963. *The effect of etiolation upon the rooting of cuttings*. Proc. Int. Pl. Prop. Soc., 13th Ann. Mtg., 42—62.
- Hess C. E., 1957. *A physiological analysis of rooting in cuttings of juvenile and mature Hedera helix L.* Ph. D. Thesis, Cornell University, Ithaca, New York, USA.
- Hess C. E., 1964. *Naturally occurring substances which stimulate root initiation*. Regulateurs de la croissance vegetale, red. J. P. Nitsch, Paris, 514—517.
- Kawase M., 1964. *Centrifugation, rhizocaline and rooting in Salix alba L.* Phys. Plantarum, vol. 17, 855—865.
- Kawase M., 1965a. *Etiolation and rooting in cuttings*. Phys. Plantarum, vol. 18, 1066—1076.
- Kawase M., 1965b. *Centrifugation promotes rooting of softwood cuttings*. Proc. Int. Plant Prop. Soc., Ann. Mtg., 191—198.
- Kefeli W. I., Turieckaja R. Ch., 1965. *Uczastie fenolnych sojedinenij w ingibirowanii aktiwnosti auksinow i w podawlenii rosta pobiegow iwuy*. Fizjologia rastenij, t. 12, wyp. 4, 638—645.
- Lanphear F. O., 1962. *Influence of endogenous rooting cofactors and environment on the seasonal fluctuations in root initiation of selected evergreen cuttings*. Ph. D. Thesis, The Pennsylvania State University, USA.
- Lanphear F. O., Meahl R. P., 1966. *Influence of the stock plant environment on the rooting of Juniperus horizontalis „Plumosa“*. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., vol. 89, 666—671.

- 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.
- Quamme H. A., Nelson S. H., 1965. *Root-promoting substances in the juvenile phase of Malus robusta* 5. Can. J. Plant Sci., vol. 45, 509—511.
- Stoltz L. P., Hess C. E., 1966. *The effect of girdling upon root initiation: auxin and rooting cofactors.* Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., vol. 89, 744—751.
- Tizio R., 1967. *El mecanismo de la rizogenesis en internodios de vid cultivados in vitro.* Phyton, 24(1), 7—16.
- Tizio R., Almela Pons G., Trione S. O., Trippi V. S., 1963. *Estudios sobre enraizamiento en vid. VII. Auxinas, inhibidores y la capacidad rizógena de las estacas.* Phyton, 20(1), 1—12.
- Turieckaja R. Ch., Kefeli W. I., Kof E. K., 1966. *Roľ prirodných regulátorov rosta v organoobrazovaní u čierenkow wiszni i winograda.* Fiziológia Rastienij, t. 13, vyp. 1, 29—37.
- Tyce G. M., 1957. *Growth substances in relation to the rooting of Salix fragilis cuttings.* Annals of Botany N. S., vol. XXI, no. 831, 499—512.
- Vieitez E., Pena J., 1968. *Seasonal rhythm of rooting of Salix atrocinerea cuttings.* Physiologia Plantarum, vol. 21, 544—555.
- Zimmerman R., 1963. *Rooting cofactors in some southern pines.* Proc. Int. Plant Prop. Soc., 13th Ann. Mtg., 71—74.