O zdolnościach regeneracyjnych rącznika *Ricinus communis* L.

BARBARA WOJCIECHOWSKA

Instytut Biologii Uniwersytetu Śląskiego, Katowice. Jagiellońska 28

Abstract:

B. Wojciechowska, *Institute of Biology, Silesian University, Katowice, Jagiellońska 28.* (Received: June 15, 1970).

Regenerative properties of Ricinus communis L.

A series of experiments have been carried out on grafting between *Ricinus communis* L. and *Euphorbia* sp. The histological and morphological reactions were examined. The experiments showed that the cells of parenchyma, collenchyma and cambium are most active. Some leaves of *Ricinus* had a different colour and shape in the year in which the graft was made.

WSTĘP

Od około 45 lat rącznik pospolity — *Ricinus communis* L. jest w Polsce obiektem badań, które mają na celu aklimatyzację tej ważnej pod względem przemysłowym i leczniczym rośliny.

Poznano wymagania glebowe rącznika, wpływ uprawy mechanicznej, pielęgnacji, nawożenia, wystawy i ustalono najdogodniejszy termin siewu i zbioru nasion (Brzeski i Reifer 1959; Dembiński i inni 1956; Jabłonowski 1951-1953; Czabajski 1956; Kozłowski, Nowiński 1957, 1958). Stwierdzono, że istnieje możliwość uprawy rącznika w kraju, a uzyskany surowiec (*Semen Ricini*) zawiera olej o jakości odpowiadającej wymaganiom FP III (Adamonis i inni 1954; Augustowska 1956; Deryng 1939; Wolski 1949; Purzyńska-Wolińska 1954).

Przyczyny małej rentowności uprawy przypisane słabemu nasłonecznieniu, występowaniu przymrozków wiosennych, nieodpowiedniemu rozkładowi opadów, oraz wczesnym i silnym przymrozkom jesiennym, które niszczą owoce z wyższych pięter rącznika (Adamonis i inni 1956, Adamczewski i Małek 1956; Brzeski 1959; Jabłonow-

ski 1951), w związku z tym przeprowadzono próby skrócenia okresu wegetacji (Brzeski i Reifer 1959; Jabłonowski 1953; Kostecka-Mądalska 1954).

Celem obecnych badań było wykonanie krzyżówek wegetatywnych rącznika z roślinami pokrewnymi, przystosowanymi do naszych warunków klimatycznych. Na zrazy wybrano kilka gatunków wilczomleczy.

Niniejsza praca omawia wyniki 7-letnich badań. Po mikroskopowo stwierdzonym, dosyć wysokim procencie udanych szczepień, badano stosunki anatomiczne. Analizowano jakie tkanki zostają pobudzone do wzrostu i różnicowania się. Zwrócono uwagę na wykształcenie i stopień różnicowania tkanki pośredniej określanej w literaturze radzieckiej mianem „promieźutocznaja”. Jest to warstwa kalusa zakładająca się między zrazem i podkładką. Śledzono, czy dochodzi do rozwoju warstwy izolacyjnej, stykowej „contact layer”, która z reguły jest zbudowana z drobnych, ciemno zabarwionych komórek korka przyrannego. Obydwa typy tkanek uczestniczą w procesie zablizniania rany podczas zrastania się zrazu z podkładką.

MATERIAŁ I METODY PRACY

Doświadczenia polowe i wazonowe przeprowadzono we Wrocławiu w latach 1954, 1955 a w Łodzi w latach 1959 - 1963. W Ogrodzie Roślin Lecznicznych we Wrocławiu szczepiono w 2 powtórzeniach w lipcu i w sierpniu, w okresie długotrwałych deszczów. Glebę w ogrodzie stanowią mady lekkie na warstwowanych osadach aluwialnych. Sposób uprawy i nawożenia gleby podała Kostecka-Mądalska (1954), w Łodzi szczepienia wykonano w Ogrodzie Botanicznym usytuowanym w dzielnicy Zdrowie. Teren był odsłonięty i silnie nasłoneczniony. Poletka wytyczono na glebie piaszczystej, miernej i przepuszczalnej, albo na glebie żyznej, piaszczystej i przepuszczalnej. Szczepiono w lipcu, w sierpniu i we wrześniu. Stosowane zabiegi podał Jabłonowski (1952, 1953).

Część badań wykonano na roślinach hodowanych w doniczkach w Zakładzie Botaniki Farmaceutycznej.

Użyte do badań gatunki należą do dwóch dobrze wyodrębnionych rodzajów *Ricinus* L. i *Euphorbia* L. z rodziny *Euphorbiaceae*, grupy *Plathylobeae* i podrodziny *Crotonoideae* (Hegi 1926). Dane kariologiczne roślin wg Darlingtona i Janaki (1945) przedstawiają się następująco:

Ricinus x = 10,

Euphorbia x = 6, 7, 8, 9 i 10

Ricinus communis 2x = 20 (1932) i 40 (1941)

Euphorbia helioscopia L. 2x = 42 (1931 i 1943)

E. platyphyllos L. $2x = 28$ (1943) i 36 (1930)

E. polychroma Kern. $2x = 16$ (1943)

E. segatalis L. $2x = 16$ (1943)

Euphorbia lathyris L. $2x = 20$

E. marginata Pursh $2x = 56$ (1943).

Nasiona otrzymano z Ogrodów Botanicznych w Bremie, Bonn, Chelsea, Halle, Lipsku, Monachium, Nymphenburg, Nancy oraz z Poznania, Wrocławia i Łodzi.

Rośliny rącznika wprowadzono z nasion, które wysadzono do gruntu w pierwszych dniach maja, w rozstawie 50×70 cm, lub 50×50 cm (a więc gęsto), po uprzednim pęcznieniu w wodzie wodociągowej przez 24 godz. i skiełkowaniu na silnie zwilżonej bibule. W latach 1959 - 1963 stosowano rozsadę gniazdową po 2 lub 3 nasiona o rozstawie $0,8 \times 0,8$ m, albo rozstawę szeregową siewek rącznika o szerokości 0,8 m i odległości w rzędach równej około 35 cm. Do doniczek wysadzano 2 lub 3 nasiona. Nasiona wilczomleczy wysiewano w rzędach odległych od siebie około 35 cm lub w doniczkach po kilka nasion.

Na podkładki użyto rośliny rącznika. Rącznik w naszych warunkach jest rośliną roczną. Z reguły szczepiono w stadium kwitnienia i zawiązywania owoców I i rzadko II piętra.

Ogółem zaszczepiono ponad 100 roślin. W każdej serii wykonywano 6 - 10 szczepień. Podkładki nacinano lekko ukośnie w pachwinie 3 lub 4 liścia na długości około 1,5 cm, często dochodząc do centralnego kanału powietrznego międzywęźla (ryc. 1). Zrazy ścinano w klin. Szczepiono również w szparę po dekapitacji szczytowej części łodygi rącznika. Badano przydatność rącznika do szczepień w różnym okresie wegetacji. Stąd wykonano serię szczepień na roślinach w stadium rozwiniętych liści i wyrastającego 1 międzywęźla oraz po zbiorze owoców II piętra.

W celu kontroli dla badań anatomicznych nacinano siewki rącznika w pachwinie liścia, po czym nakładano opatrunek z waty.

Na zrazy wykorzystano szczytowe części łodyg wilczomleczy, w stadium obfitego, białego lateksu. Stwierdzono bowiem, że w przypadku braku wydzieliny lub o ile lateks był wodnisty uzyskiwano negatywne wyniki szczepienia. Jako uszczelkę użyto rafię, którą okręcono wilgotnym rulonikiem waty. W późniejszych doświadczeniach uszczelniano tylko watą.

Z przeciętej łodygi wilczomlecza wykapuje biały, gęsty lateks. Z kilku pierwszych zrazów sok mleczny usunięto splukując łodygi wodą. Następnie używano zrazy nie opłukiwane. Od roku 1955 wypływający lateks zbierano na rulonik waty przeznaczony do obwiązywania łodygi. Na kilku zrazach oberwano dolne liście, aby zmniejszyć powierzchnię parowania, a wypływającym lateksem zalano ranę na podkładce. Zabieg ten okazał się bardzo celowy.

Ryc. 1. Schemat przekroju podłużnego. Łodygą rącznika z pustym międzywęzłem,
 p — podkładka, z — zraz (zakropkowany)

Fig. 1. Scheme of longitudinal section. *Ricinus* shoot with empty internode,
 p — stock, z — graft (dotted)

Opaski z rafii zdejmowano po siedmiu, a rulonik z waty po dziesięciu, piętnastu dniach. Użycie opaski z waty było znacznie korzystniejsze. Nie wrzynała się ona w korę podkładki i nie wywoływała przerostów i deformacji, które powstawały w przypadku uszczelniania rafią.

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Potwierdzono znany fakt, że do szczepienia najlepiej używać roślin zielnych w stadium dojrzałości. Uzyskuje się wtedy od 82 - 85% pozytywnych wyników. Zauważono, że negatywny efekt otrzymywano zawsze w przypadku opłukiwania zrazów wodą przed szczepieniem. Stąd należałoby przypuszczać, że woda wymywała substancje określone przez Haberlandta jako tzw. hormony przyranne. Są one zawsze wytwarzane przez zranione komórki tkanki sitowej i twórczej. 100% udanych szczepień uzyskano po zaszczepieniu zrazów na których usunięto dolne liście, a lateksem zalano rany na podkładkach. Przy próbach wytłumaczenia roli lateksu, albo należy przyjąć, że występują w nim związki che-

miczne o nieznannej dotychczas roli fizjologicznej, albo też uważać, że lateks działa jako lepiszcze i izolacja przed czynnikami zewnętrznymi.

Jeżeli na zrazy używano dużych i ulistnionych pędów wilczomleczy, wtedy na liściach podkładek usytuowanych blisko zranienia, występowały odchylenia natury morfologiczno-fizjologicznej (zmiany barwy liścia i zanikanie mezofilu w okolicy przygonkowej). Zmiany te były wyraźniejsze na roślinach hodowanych w doniczkach. W przypadku pozytywnego wyniku szczepienia już w pierwszym tygodniu po zabiegu podkładki zrzucały kilka liści. Najpierw odpadł liść przybliżony potem najbliższe, usytuowane tak powyżej jak i poniżej wszczepianego zraza. Zrzucenie 4 liścia zachodziło wtedy, kiedy szczepiono na młode podkładki zrazy pobrane z drugorocznych roślin wilczomlecza tyrlicza. Zniszczenie liścia było poprzedzone wystąpieniem chlorozy plamistej. Na podkładkach kilkakrotnie zauważono też zmiany w barwie i kształcie liści, które rozwinęły się pod wpływem zrazów. Na zdjęciu 1 (tabl. I) ukazano obok liści kontrolnych, liście rozwinięte z pączków bocznych przylegających do blizny. Jak widać wyraźnie zmniejszyły się rozmiary i jednocześnie nastąpiło zwężenie blaszki liściowej. Z nerwacji dłoniastej zachował się nerw środkowy, inne uległy skróceniu. Barwa liści z żółtozielonej, typowej dla rącznika przeszła w sinozieloną charakterystyczną dla wilczomleczy.

Na zdjęciu 2 (Tabl. I) przedstawiono roślinę po uwolnieniu jej z opaski uszczelniającej. Rośliny hodowano w wazonach w roku 1962 i 1963.

BADANIA MIKROSKOPOWE

Wycinki do badań mikroskopowych pobierano z roślin po 3, 5 i 8 tygodniach od momentu zaszczepienia i utrwalono w mieszaninie alkoholu etylowego, gliceryny i wody (1:1:1), albo w słabym utrwalaczu Nawa-szina. Skrawki do badań anatomicznych przygotowano przy pomocy mikrotomu (grubość 8 - 15 i 20 μ). Część skrawków wykonano ręcznie. Skrawano w trzech kierunkach: równolegle i poprzecznie do osi łodygi oraz poprzecznie do linii zrostu. Preparaty barwiono odczynnikami powszechnie stosowanymi w pracowniach anatomicznych, a mianowicie: czerwienią rutenową, błękitem metylenowym, jodem w jodku potasu, jodem w chlorku cynku, Sudanem III i IV i ich mieszaniną w roztworze glicerynowo-alkoholowym, floroglucyną i kwasem siarkowym 48% oraz tioniną.

Badano stopień suberynizacji ścian komórkowych, ich lignifikację oraz wysycenie substancjami pektynowymi. Obserwowano również lokalizację kryształów szczawianu wapnia.

Użyte jako zrazy szczytowe części łodygi wilczomleczy są o wiele węższe od łodyg rącznika. Ich przekrój poprzeczny jest z reguły szeroko

owalny. Po ścięciu łodygi w klin ma kształt nieforemnego prostokąta. Dwa boki są zaokrąglone i pokryte skórą, natomiast na dwóch dłuższych bokach zostają odsłonięte różne typy tkanek. Końcowa część zrazu, bardzo wąska, może się rozrywać i dzielić.

Pod stożkiem wzrostu pędu łodyga wilczomleczy jest zbudowana wg typu *Aristolochia* (budowa wiązkowa). W niższych częściach łodygi wiązki prawie się ze sobą zlewają, a pierwotne promienie rdzeniowe są zbudowane z 1, 2 i 3 szeregów komórek. Różnice w budowie anatomicznej u różnych gatunków wilczomleczy występują w korze pierwotnej i rdzeniu. W korze pierwotnej może się wykształcać 2 lub kilka warstw kolenchimy, natomiast w rdzeniu miękisz może być luźno ułożony lub mogą się tworzyć duże, wielokątne przestwory powietrzne. Ksylem jest drobnokomórkowy. Promienie rdzeniowe są zbudowane z komórek wydłużonych po promieniu i obficie wypełnionych treścią (ziarna skrobi, substancje tłuszczowe). Miazga jest kilkuszeregową. Floem około 2 razy węższy od ksylemu. Można w nim wyróżnić rury mleczne, rurki sitowe, komórki przyrurkowe i miękisz przewodzący. Pochwa skrobiowa jest niewyraźna. W korze pierwotnej obok miększu występuje kilka warstw kolenchimy płatowej. Czasem mogą się wykształcić płaskie gniazda włókien pochodzenia perycyklicznego. Komórki skórki są drobne. Ich ściany zewnętrzne są kopulasto wzniesione i grube. Pokrywa je bardzo gruby nabłonek. Rury mleczne barwią się intensywnie Sudanem III, stąd łatwo je zlokalizować. Mają cienkie ściany zbudowane z błonnika, w których występują nieliczne jamki proste. Ziarna skrobi układają się w nich przy ścianie komórkowej. Wg Molischa (1921) u *Euphorbia lathyris* jądra rurek mlecznych mogą być tak bogate w sok jądrowy, że o ile niewidoczne są jąderka można je mylić z wodniczками. Niektórzy autorzy traktują dużą wakuolę w jądrze jako wyraz degeneracji. W starych rurach mlecznych jądra giną a lateks koaguluje.

Budowę łodygi wilczomlecza tyrlicza przedstawiono na tablicy II, ryc. 1.

W okresie zawiązywania owoców pierwszego piętra w międzywęźlach łodygi rącznika (podkładka) występuje szeroki kanał centralny, otoczony dużymi komórkami miększu rdzenia. Korona rdzeniowa jest drobnokomórkowa. Wiązki naczyniowe pierwotne są luźno rozłożone. Ksylem jest od 2 do 4 razy szerszy od floemu. Naczynia proto- i metaksylemu barwią się czerwono pod wpływem Sudanu III i IV, przy czym reakcja obejmuje głównie najbardziej wewnętrzną część ściany pierwotnej. Komórki miększu przewodzącego i występujące między nimi przestwory międzykomórkowe również zawierają znaczne ilości substancji tłuszczowych. Proto- i metaksylem jest zbudowany z naczyń spiralnych i jamkowatych, drzewnik jest zlokalizowany przede wszystkim przy blaszce środkowej. Miazga jest 4-6-warstwowa. Floem, zbudowany z rurek

OBJAŚNIENIA DO TABLIC I—IV
EXPLANATIONS OF THE PLATES I—IV

Tablica I — Plate I

Fot. 1. Liście rącznika kontrolne i zmodyfikowane pod wpływem zraza.
(Doświadczenie z roku 1961)

Fot. 2. Rącznik po zdjęciu opasek uszczelniających. (Doświadczenie z roku 1962,
rośliny wazonowe)

Photo 1. Control and modified leaves of *Ricinus* after introduction of the graft
(exp. in 1961)

Photo 2. *Ricinus* after removal of the tightening bands (pot exp. in 1962)

Tablica II — Plate II

Ryc. 1. Przekrój poprzeczny przez łodygę wilczomlecza tyrlicza

Ryc. 2. Część łodygi rącznika w przekroju poprzecznym

Ryc. 3. Korona rdzeniowa łodygi rącznika w przekroju poprzecznym. Komórki
zawierające lepka, ciągnącą się treść zaciemnioną

a — skórka, *b* — kolenchyma, *c* — miękisz kory pierwotnej,
fl — floem, *m* — miazga, *ks* — ksylem, *r* — rdzeń, *w* — włókna.

Fig. 1. Part of *Euphorbia* shoot in cross-section

Fig. 2. Part of the *Ricinus* shoot in cross-section

Fig. 3. *Ricinus communis* crown core in transverse section. Cells with viscous
substance (shaded)

a — epidermis, *b* — collenchyma, *c* — parenchyma, *d* — phloem, *m* — cambium, *ks* — wood,
r — pith, *w* — sclerenchyma.

Tablica III — Plate III

Ryc. 1. Schematyzowany rysunek przekroju poprzecznego przez zranioną łodygę rącznika (kontrola). Stadium wczesne. Linia miazgi załamana
a — drewno, *b* — tkanka pośrednia, *m* — miazga.

Ryc. 2. Schematyzowany rysunek przekroju poprzecznego przez zranioną łodygę rącznika (kontrola). Stadium późniejsze. W drewnie i w łyku rana całkowicie zasklepiona
a — drewno, *b* — tkanka pośrednia, *m* — miazga, *f* — tkanka niezróżnicowana.

Ryc. 3. Schematyzowany rysunek przekroju poprzecznego przez łodygę rącznika. Zraz przyrośnięty
a — drewno, *b* — tkanka pośrednia, *c* — smuga warstwy merystematycznej i tkanki przewodzącej, *d* — zraz, *e* — szczelina, *m* — miazga.

Ryc. 4. Schematyzowany rysunek przekroju poprzecznego przez łodygę rącznika. Zraz przyrośnięty — Stadium późne
a — drewno, *b* — tkanka pośrednia, *c* — smuga warstwy merystematycznej i tkanki przewodzącej, *d* — zraz, *m* — miazga.

Fig. 1. Schematic drawing of cross-section through injured *Ricinus* shoot (control). Early stage. Line of cambium kinked:
a — xylem, *b* — intermediate tissue, *m* — cambium.

Fig. 2. Schematic drawing of cross-section through injured *Ricinus* shoot (control). Later stage. In xylem and phloem wound completely healed
a — xylem, *b* — intermediate tissue, *m* — cambium, *f* — undifferentiated tissue.

Fig. 3. Schematic drawing of cross-section through *Ricinus* shoot. Graft coalesced
a — xylem, *b* — intermediate tissue, *c* — strand of meristematic layer and conducting tissue, *d* — graft, *e* — cleft, *m* — cambium.

Fig. 4. Schematic drawing of cross-section through *Ricinus* shoot. Graft coalesced. Late stage
a — xylem, *b* — intermediate tissue, *c* — strand of meristematic layer and conducting tissue, *d* — graft, *m* — cambium.

Tablica IV — Plate IV

Ryc. 1. Linia zrostu między tkankami zraza i podkładki. Preparat barwiony Sud. III

Ryc. 2. Kalus wytworzony w stronę centralnego kanału powietrznego. Schemat. Przekrój podłużny

Ryc. 2/1. Kalus na komórkach rdzenia rącznika; Ryc. 2/2. Kalus na komórkach zraza.

Ryc. 3. Komórki kryształonośne w tkance pośredniej rącznika

Fig. 1. Line of coalescence between tissues of graft and stock.
 Preparation stained with Sudan III

Fig. 2. Callus formed in the direction of the central air canal.
 Scheme. Longitudinal section

Fig. 2/1. Callus on pith cells of *Ricinus*; Fig. 2/2. Callus on graft cells.

Fig. 3. Crystal cells in intermediate tissue of *Ricinus*

Tablica II — Plate II

1/20 mm

1

1/20 mm

2

1/20 mm

3

ks

1

1/20 mm

RICINUS

EUPHORBIA

2₂

1/20 mm

2₁

1/20 mm

2

1 mm

3

sitowych z wyraźnymi komórkami przyrurkowymi, podobnie jak ksylem zawiera miękisz przewodzący. Nad floemem występują gniazda składające się z 5 - 12 stosunkowo cienkościennych włókien pochodzenia perycyklicznego. Pochwa skrobiowa nie zaznaczona. Miękisz kory pierwotnej i zwarcica kąтова uклада się w kilkunastu warstwach, w komórkach występują chloroplasty. Drobnokomórkowa skórka jest pokryta cienkim nabłonkiem. Wśród komórek korony rdzeniowej (Tabl. II ryc. 3 oraz w korze pierwotnej i w zwarcicy są rozrzucone pojedyncze komórki wypełnione lepka, ciągnącą się treścią (Tabl. II ryc. 2). W miarę starzenia się rośliny treść tych komórek gęstnieje, tak że po przecięciu łodygi wyciąga się w cienkie nici. Podobne komórki występują u *Mercurialis*. W węzłach łodygi wiązki naczyniowe tworzą sploty i gniazda zbudowane z cewek i naczyń o gęstych, spiralnych zgrubieniach.

Celem przedstawienia stosunków anatomicznych w strefie blizny wykonano 4 schematy. Na tablicy III ukazano stadia wczesne (ryc. 1 i 3) oraz stadia późniejsze (ryc. 2 i 4). Brano pod uwagę rośliny szczepione i kontrolne (zranione).

Po przecięciu łodygi rącznika i u roślin szczepionych i kontrolnych mimo starannego składania i ostrożnego zakładania opatrunku dochodziło do przesunięcia się jednej strony łodygi względem drugiej. Na preparatach szczególnie łatwo to zaobserwować na załamanej linii miazgi (Tabl. III ryc. 1 i 2). Linia łączy się i wyrównuje w późniejszych stadiach regeneracji dzięki intensywnym podziałom komórek tkanki twórczej, przy wydatnym współudziale komórek korony rdzeniowej i odróżnianych elementów drewna.

Pod wpływem czynnika patogenego, jakim jest uszkodzenie tkanek, ujawnia się omnipotencja komórek zróżnicowanych, które się odróżniają, rosną i dzielą. Najsłabsze zdolności regeneracyjne przejawia skórka. Tylko sporadycznie i to w strefie zranienia wystąpiły podziały w kierunku stycznym do obwodu. Wszystkie inne typy komórek, bez względu na to czy ściany były zbudowane z celulozy (np. zwarcica) czy też zawierały domieszkę drzewnika (naczyńia) były zdolne do podjęcia zadań regeneracyjnych.

Analiza histochemiczna wykazała, że strefę przyraną najlepiej badać w odczynnikach na tłuszcze i drzewnik, ponieważ większość komórek wytworzonych w wyniku reakcji regeneracyjnej barwi się w nich bardzo silnie.

Na obwodzie łodygi w miejscach ucisku przez rafię (opatrunek) wytwarzały się zgrubienia i narośla. Tkanka tych narośli daje malinowe zabarwienie błon w roztworze Sudanu III lub IV i jest zbudowana z komórek ułożonych drabinkowato. Odcina się ona wyraźnie od tkanek kory pierwotnej. Światła wytworzonych komórek są optycznie puste. Cienkie ściany komórkowe, zawierają znaczne domieszki drzewnika i substancji

pektynowych. Ze struktury wynika, że jest to tkanka niezróżnicowana, o charakterze przejściowym między korkiem przyrannym a tkanką pośrednią.

Na łądygach uszczelnianych rulonikiem waty mogła się również rozwinąć tkanka o podobnej budowie i sposobie reagowania na odczynniki zlokalizowana na małych odcinkach przekroju (Tabl. III ryc. 2 litera f).

W korze pierwotnej do rozwoju zostały pobudzone komórki usytuowane tuż przy uszkodzonej powierzchni.

Jak wiadomo w pierwotnej ścianie komórkowej przeważają pektyny i hemicelulozy i takie substancje można również wykryć w komórkach różnicujących się na terenie zwarciwy w wyniku reakcji przyrannej.

Ośrodkiem intensywnych podziałów komórkowych jest perycykl.

Charakter merystematyczny przejawiają komórki przylegające do gniazd włókien. Dzieli się często, a szeregi genetycznie powiązanych ze sobą komórek „spływają” w stronę łyka (Tabl. III ryc. 1). W łyku, w miazdze i drewnie rana zostaje całkowicie zasklepiona a produkty rozpadłych protoplastów zresorbowane. Ślad blizny prędko zanika, ponieważ odłożone elementy od razu się różnicują.

Proces postępuje szybko i często dopiero po zabarwieniu preparatów można zlokalizować nowo wytworzone tkanki.

Biorąc pod uwagę szerokość łyka, nie stwierdzono większych różnic w przyroście między strefą przyranną i strefą nie objętą zranieniem. Natomiast nie tylko blisko rany, ale również stosunkowo daleko od niej (Tab. III ryc. 3, 4) dochodziło do co najmniej dwukrotnego przyrostu masy drewna. Elementy drewna powstawały w wyniku licznych podziałów miazgi, ale również i młodych już zróżnicowanych komórek drewna. Podlegały one odróżnicowaniu i powtórny podziałom. W strefie przybliznowej wielokrotnie obserwowano wytwarzanie cewek poprzecznych.

O ile komórki wytworzone na obwodzie łądygi, bądź w korze pierwotnej są bogate w substancje tłuszczowe i drzewnik, to odróżnicowane elementy drewna i odłożone w wyniku podziałów młode komórki drewna dają zaledwie nikłe różowe zabarwienie w roztworze Sudanu III i IV oraz brak reakcji z floroglucyną i 48% H_2SO_4 . Lipidy i drzewnik występują w ścianie pierwotnej naczyń metaksylemu w strefie pozabliznowej. W tej części łądygi lokalizacja substancji tłuszczowych jest zgodna z danymi, jakie uzyskali Scott, Murray i Bowler (1960) przy pomocy mikroskopu elektronowego. Stwierdzili oni mianowicie, że u ręcznika wewnętrzna powierzchnia ukształtowanego naczynia pierwotnego jest wyścielona warstwą lipidów, prawdopodobnie suberyny, która gromadzi się również w przestworach międzykomórkowych.

W badanym obecnie materiale drzewnik jest również zlokalizowany w ścianie pierwotnej, ale raczej przy częściowo zdrewniałej blaszce środ-

kowej. Natomiast wtórna część ściany słabo związana z pierwotną jest w tych odczynnikach bezbarwna.

Zalewanie rany w drewnie pierwotnym odbywa się na skutek działalności merystematycznej komórek korony rdzeniowej usytuowanych w bezpośrednim sąsiedztwie naczyń. W wyniku licznych podziałów powstaje szeroki pokład komórek. Część z nich wydłuża się i przegina wypełniając przerwy istniejące między zranionymi tkankami. Komórki albo zostają wypychane na zewnątrz i różnicują się w elementy drewna, albo ku środkowi organu i wtedy współdziałają z komórkami rdzenia w wytwarzaniu tkanki pośredniej. Tkanke pośrednią produkują bowiem prawie wyłącznie komórki rdzenia. Jej warstwa merystematyczna jest położona w znacznej odległości od szczeliny i łatwa do zlokalizowania na preparatach. Tkanka ta rozwija się więc na drodze reprodukcji. W wyniku licznych podziałów powstają szeregi komórek cienkościennych, ubogich w ziarnistości cytoplazmy o charakterystycznym drabinowatym układzie.

W szerokiej warstwie tkanki pośredniej, obejmującej tkanki zrazu stosunkowo wcześniej poprzez liczne podziały niektórych komórek tworzą się gniazda, potem krótkie smugi tkanki merystematycznej (Tabl. III ryc. 3 i 4 litera c). Komórki mają małe wymiary, układają się drabinowato, podlegają częstym podziałom w kierunku tangencjalnym, a następnie się różnicują. W ten sposób dochodzi do wytworzenia wtórnego pierścienia tkanki naczyniowej. Na załączonych schematach z tablicy III tkanka pośrednia została przedstawiona w postaci białych pasm. Równocześnie stwierdzono, że na łądych wilczomleczy histologiczna reakcja przyrana jest słabsza niż u rącznika.

Komórki skórki, powleczone bardzo grubym nabłonkiem, nie dzielą się. Jednak podobnie jak i u rącznika blisko zranienia może dochodzić do zakładania przegród w płaszczyźnie stycznej do obwodu łądygi, oraz do znacznego powiększenia rozmiarów komórek. Ma to miejsce szczególnie wtedy, kiedy komórki zostają uszkodzone lub przynajmniej obdarte z kutykuli.

Komórki zwarcicy płatowej, miększu kory pierwotnej i rzadko perycyklu mogą wytworzyć dwa do kilkunastu szeregów komórek tkanki pośredniej. Ich charakterystyczną cechą jest znaczna grubość ściany komórkowej, stosunkowo niewielkie rozmiary i bardzo silne reagowanie z odczynnikami na tłuszcze. Natomiast łyko, drewno wraz z miazgą z reguły nie produkują tkanki pośredniej. Wprost z komórek uszkodzonych w trakcie skrawania łądygi, po ich odróżnicowaniu i podzieleniu się w płaszczyźnie stycznej, mogą się odkładać jedna, sporadycznie dwie warstwy dużych komórek, które przyrastają do tkanek podkładki. Na granicy może się też znajdować wąski pokładzik bezpostaciowej substancji, która zresztą prędko zostaje zresorbowana. Często ściana odróżnico-

wanego naczynia może bezpośrednio przyrastać do niezróżnicowanej komórki tkanki pośredniej wyprodukowanej przez podkładkę.

Cała strefa uczestnicząca w procesie zrastania się komponentów szczepienia bardzo silnie reaguje z odczynnikami na tłuszcze. Na tablicy IV ryc. 1 ukazano w dużym powiększeniu strefę zrastania się tkanek rącznika i wilczomlecza tyrlicza. Linia zrostu została zaznaczona dwoma strzałkami. Komórki zraza są mniejsze i pełne treści (skrobia). Komórki tkanki pośredniej rącznika są optycznie prawie puste. Ściany są stosunkowo cienkie i słabiej reagują z Sudanem III i IV. Podobnie zachowuje się bezpostaciowa substancja zlokalizowana w przestworach międzykomórkowych. Warstwy stykowej „contact layer” brak.

Widoczną w kilku miejscach warstewkę graniczną stanowi plazmatyczna treść oraz ściany komórek zniszczonych podczas nacinania tkanek.

Typowe komórki kalusa można zobaczyć na załączonych rycinach przekrojów podłużnych (Tabl. IV ryc. 2, 2₁, 2₂). Przedstawiono na nich kalus wytwarzany przez podkładkę i zraz w stronę centralnego kanału powietrznego łodygi rącznika. Rozwijała się tutaj swobodnie puszysta bezbarwna warstwa zbudowana z komórek cienkościennych, ubogich w plazmę, o buławkowatym kształcie.

Schemat 2 z tablicy IV informuje o stosunkach przestrzennych. Wycinek tkanki zaznaczony kwadratem 1 a w dużym powiększeniu jako ryc. 2₁ ukazuje kalus produkowany przez rącznik. Kwadracik 2 oraz ryc. 2₂ dotyczy kalusa na tkankach zraza.

Analiza materiałów mikroskopowych z lat 1954 - 1963 wykazała, że równolegle z licznymi podziałami, które prowadziły do odłożenia się wielu nowych ścian komórkowych masowo pojawiały się kryształki szczawianu wapnia. Można było wyróżnić dwa ośrodki ich lokalizacji. Jeden znajdował się w bliskim sąsiedztwie naczyń. Drugi ograniczał tkankę pośrednią — a więc strefę wzrostu i różnicowania się od tkanek stałych.

Ze względu na masowe występowanie mogłyby być nazywane „barierą szczawianową”.

Druzy lub duże pojedyncze kryształki występowały w komórkach pojedynczo i wypełniały prawie całe ich światło. W roztworze czerwieni rutenowej lub tioniny można było zobaczyć, że są one zawieszone na sznurach substancji pektynowej. Komórki kryształkonośne były nieco mniejsze od otaczających, prawie czworokątne, układały się szeregowo i na preparatach mikroskopowych tworzyły szare smugi (Tabl. IV ryc. 3).

Na preparatach wykonanych z roślin kontrolnych (zranionych) zauważono tak nieznaczne różnice w porównaniu z roślinami szczepionymi, że szczegółowe omówienie nie jest celowe.

Podczas zabliźnienia rany, dochodziło do prawie natychmiastowej resorpcji uszkodzonych komórek, stąd brunatno zabarwiona warstewka

zawierająca produkty rozpadłych protoplastów w ogóle była bardzo wąska, a miejscami niewidoczna.

We floemie i w ksylemie po około 2 tygodniach rana była już zasklepiona, a blizna na preparatach nie barwionych trudna do zlokalizowania. Elementy drewna dzieliły się mniej intensywnie ale proces regeneracji miał identyczny przebieg jak i u roślin szczepionych.

Także w rdzeniu komórki otaczające szparę najpierw się powiększały, a potem tak jak i u roślin szczepionych występowały w nich podziały. W końcowym efekcie powstawały grupy komórek genetycznie powiązanych i ograniczonych ścianą komórki macierzystej. Strefa przyranna była uboższa w substancje tłuszczowe, a kryształ szczawianu wapnia występowały w znacznie mniejszych ilościach jak u roślin szczepionych. Tkanina pośrednia, produkowana w rdzeniu nie przejawiała zdolności do różnicowania się w elementy przewodzące (schemat 1, 2 na Tabl. III).

DYSKUSJA

W doświadczeniach polowych krzyżówki wegetatywne przeprowadza się w mnożarkach utrzymujących stałą temperaturę i wilgotność. Ze względu na rozmiary rącznika, znaczną część badań wykonano wprost na poletkach, wykorzystując mozaikowe ustawienie dużych liści, jako ochronę przed niekorzystnymi czynnikami środowiska zewnętrznego (silne nasłonecznienie i krople deszczu). W trakcie dalszych badań zauważono, że szczepienie na roślinach hodowanych w doniczkach jest mniej celowe. Rącznik wytwarza w glebie długi system korzeniowy i osiąga w polu wysokość 1-2,5 m. Rośliny hodowane w wazonach zawiązują owoce pierwszego piętra na wysokości równej około 25 cm; łodygi są cienkie. Konieczne w warunkach pokojowych częste zraszanie opaski założonej po zabiegu i intensywne podlewanie wysychającej ziemi doprowadza do gnicia części przyziemnej łodyg.

Stwierdzono, że efekty krzyżowania wegetatywnego można z dużym prawdopodobieństwem przewidzieć już od pierwszej godziny po szczepieniu. Silne owiednięcie szczytu zrazą jest zawsze symptomem negatywnego wyniku doświadczenia. Zależy on nie tylko od zdolności roślin do produkowania tkanki pośredniej i wytworzenia połączenia między elementami przewodzącymi komponentów, ale również od prawidłowego przycięcia zrazą, od wyboru właściwej metody szczepienia i od użycia rośliny w najodpowiedniejszym do tego celu stadium rozwojowym.

Natomiast pora dnia, w której wykonuje się szczepienia, nie odgrywała roli. Z pozytywnym wynikiem szczepiono w polu przy silnym nasłonecznieniu i wysokiej temperaturze, w południe, nie używając żadnej maści ogrodniczej.

Szczepiono „w klin”. Szczepienie roślin metodą „w szparę” nie prowadziło do uzyskania pozytywnych wyników. Należy jednak podkreślić, że w ten sposób szczepiono rośliny rącznika w stadium rozwiniętych liścieni lub rozwijających się dwóch pierwszych liści — a więc rośliny młode.

Po użyciu na podkładki roślin rącznika, które zawiązywały owoce III i IV piętra również nie uzyskano rezultatów. Pozytywne wyniki otrzymywano w przypadku szczepienia roślin kwitnących lub zawiązujących owoce I i II piętra. Stwierdzono, że na zrazy najlepiej używać takie rośliny, u których po przecięciu wycieka obfity, gęsty, mlecznobiały lateks. Lateks działa wyraźnie stymulująco na procesy zrastania się tkanek.

Na podstawie przeprowadzonych obecnie badań stwierdzono, że u rącznika przyrana tkanka kalusowa rozwija się na drodze reprodukcji. Rozwój przebiega stosunkowo prędko (2 - 4 tygodni), przy średnio obfitym przyroście masy tkankowej.

Natomiast u wilczomleczy z reguły obserwowano odtwarzanie komórek bezpośrednio z uszkodzonej powierzchni, a więc na drodze restytucji. U wszystkich wilczomleczy rozwój tkanki pośredniej był wyraźnie słabszy niż u rącznika.

Zauważono, że warstwa stykowa „contact layer” rozwijała się tylko na pewnych odcinkach przekroju, rzadko w drewnie, łyku i perycyklu. Komórki z reguły występowały w jednym, w dwu lub trzech szeregach. Grubość tej warstewki wynosiła około 10 μ . Warstwa stykowa wykształcała się na roślinach ginących.

Na podstawie obserwacji histologicznych okolicy przybliżonej u roślin szczepionych i kontrolnych można mówić o podobnym reagowaniu tkanek rącznika na czynniki patogenne. W obydwu przypadkach wyniki są mniej więcej zgodne z faktami opisanymi w literaturze.

U rącznika najplastyczniejsze są komórki miększu przewodzącego i korony rdzeniowej usytuowane tuż przy pierwotnych wiązkach przewodzących. Komórki te produkują tkankę, która zalewa ranę w drewnie u podkładki oraz w przylegającej doń części rdzenia. Szeregi genetycznie powiązanych ze sobą komórek łatwo zaobserwować na przekrojach wykonanych w kilkanaście dni po szczepieniu. Analogiczny układ komórek występuje w perycyklu, skąd komórki „spływają” w stronę łyka. Bardzo plastyczna jest również zwarzica. Komórki tej tkanki przechodzą w stadium podziałów już w czasie zanikania zgrubień na błonie komórkowej. Miazga nie odgrywa aż takiej roli, jaką się jej powszechnie przypisuje. Pod wpływem bodźca traumatycznego głównie rozrastają się komórki odłożone przez miazgę jako młode elementy drewna. Składają się z naczyń i z miększu przewodzącego. Komórki te podlegają odróżnianiu i powtórnym podziałom.

W wyniku różnicowania się komórek tkanki pośredniej, wytworzonej przez komórki rdzenia u roślin szczepionych powstają gniazda, a później pasma komórek merystematycznych. Dają one początek tkance przewodzącej. Rozwój tego wtórnego pasma tkanki przewodzącej można przypisać wyłącznie wpływowi zraza. U roślin nie szczepionych (kontrola) nigdy nie dochodziło do wytworzenia dodatkowych elementów przewodzących. Należy przyjąć, że zadaniem tej tkanki jest utworzenie pomostu między systemami przewodzącymi zraza i podkładki.

Ogólnie wiadomo, że procent odchyień morfologicznych widocznych już w roku szczepienia nie jest duży. Organem plastycznym są z reguły owoce i liście.

W badaniach własnych zauważono, że w przypadku szczepienia razem posiadającym kilka liści, może dojść do zmiany kształtu i barwy najbliższej usytuowanych liści podkładki. Podobnie reagują również liście rozwijające się z pączka pachwinowego usytuowanego przy bliźnie. Akt szczepienia wywołuje zmiany o charakterze modyfikującym. Pod wpływem soków ustrojowych zraza, dochodzi do zaburzeń w fizjologii podkładki, w wyniku czego powstają na liściach anomalie nazywane w literaturze potwornościami.

Autorka poczuwa się do miłego obowiązku złożenia podziękowań Panu Profesorowi Bolesławowi Brodzie za pomoc w wykonaniu zdjęć, a Panu Doc. Dr. Florianowi Celińskiemu za przejrzenie maszynopisu.

STRESZCZENIE

Wykonano krzyżówki wegetatywne między rącznikiem — *Ricinus communis* L. i kilkoma gatunkami wilczomleczy — *Euphorbia* sp. Szczepiono „w klin” i uzyskano pozytywne rezultaty stosując jako podkładki rośliny rącznika w stadium kwitnienia i zawiązywania owoców I i II piętra, a jako zrazy łodygi różnych gatunków wilczomleczy z obfitym, gęstym i białym lateksem. Zauważono, że proces zrastania się tkanek komponentów trwa około dwóch tygodni, na co być może dodatni wpływ wywiera lateks. W procesie zablizniania rany i zapelnienia ubytku szczególną aktywność wykazuje miękisz korony rdzeniowej, związany genetycznie z pierwotnymi wiązkami naczyniowymi. Znaczną rolę odgrywa miękisz perycyklu, zwarcica i miazga. Rośliny rącznika użyte jako podkładki wytwarzają szybko i średnio obficie komórki, „tkanki pośredniej”. Przyrost tkanki pośredniej na zrazie jest kilkakrotnie mniejszy. Pod wpływem soków ustrojowych zraza dochodzi do wyróżnicowania wtórnego pierścienia tkanki przewodzącej w tkance pośredniej wyprodukowanej przez podkładkę. Już w roku szczepienia na podkładkach wystąpiły odchylenia w kształcie i w barwie liści.

(Wpłynęło dn. 15.6.1970 r.)

SUMMARY

Vegetative crosses were made between *Ricinus communis* L. and several *Euphorbia* species. Cleft grafts were made and positive results were obtained when *Ricinus* plants, in the stage of flowering and fruit setting at tiers I and II, were used as stock, and the stem of various *Euphorbia* species with profuse white latex as grafts. It was found that the processes of coalescence of the tissues of the two components lasts about two weeks and seems to be favourably influenced by latex. In the process of scar formation and filling of the defect, the crown core genetically linked with the primary vascular bundles shows a high activity. An important role is also played by pericycle parenchyma, collenchyma and cambium. The *Ricinus* plants used as stock rapidly and rather profusely form cells of the "intermediate" tissue. The increment in "intermediate" tissue is several times smaller on the graft. Under the influence of the graft sap, a secondary ring of vascular tissue differentiates in the intermediate tissues produced by the stock. In the year of grafting changes were noted in the stock in the shape and colour of leaves.

PIŚMIENNICTWO

- Adamonis F., Dębska W., Kaczmarek F., 1954, Rącznik polski jako źródło farmakopealnego oleju rycynowego, Farm. Pol. 10:9 - 12.
- Adamonis F., Nowiński M., 1956, Owsiany Ir., Zajączkowski J., Wyniki prac rejonizacyjnych nad rącznikiem prowadzonych w roku 1952, Diss. Pharm. 7:237.
- Adamczewski B., Małek B., 1956, Wpływ dosuszania na wartość nasion rącznika przy zbiorze gronami, Acta Pol. Pharm. 13:477 - 481.
- Augustowska D., 1956, Wpływ przegrzewania nasion rącznika na kwasowość otrzymanego oleju, Acta Pol. Pharm. 8(6):483 - 486.
- Brzeski W., Reifer J., 1959, Próba zastosowania żelazicyjanku jako stymulatora w uprawie rącznika, Acta Soc. Bot. Pol. 28(4):653 - 664.
- Brzeski W., 1959, Wpływ pory dojrzewania nasion rącznika na wydajność, stopień wykształcenia i zawartość tłuszczu, Acta Soc. Bot. Pol. 28(4):665 - 675.
- Czabajski T., 1956, Prace agrobiologiczne nad rącznikiem, Biul. Nauk. P.J.N.L.S.R. 2:61 - 75.
- Darlington C. D., Janaki Ammal EK, 1945, Chromosome atlas of cultivated plants, George Allen Unwin LTD, London:
- Demiński F., Jabłoński M., Hoffmanowa A., Kiełczewski B., 1956, Wpływ pory siewu i rozstawy na plon nasion i tłuszczu rącznika, Roczniki Nauk Roln. 72-A:465 - 501.
- Deryng J., 1939, O uprawie rącznika (*Ricinus communis* L.), Acta Pol. Pharm. 3:246 - 308.
- Hegi G., 1926, Illustrierte Flora von Mittel-Europa. Band V/1.
- Jabłonowski W., 1951, Próby uprawy rącznika (*Ricinus communis* L.) w Ogrodzie Roślin Leczniczych w Łodzi w 1950 r. Acta Pol. Pharm. 8:154 - 156.
- Jabłonowski W., 1952, Wpływ nawożenia na hodowlę rącznika (*Ricinus communis* L.), Acta Pol. Pharm. 9:173 - 180.
- Jabłonowski W., 1953, Próby doświadczalne nad auksynowaniem nasion i dekapitacją rącznika (*Ricinus communis* L.) w Ogrodzie Roślin Leczniczych w Łodzi w 1952 r. Acta Pol. Pharm. 3:175 - 178.

- Kostecka-Mądalska O., 1954, Próby skrócenia okresu wegetacji u *Ricinus communis* L. Acta Soc. Bot. Pol. 23:335 - 357.
- Kozłowski J., Nowiński M., 1957, Doświadczenia odmianowe z rącznikiem. Biul. Inst. Rośl. Lecz. 2:107 - 114.
- Kozłowski J., Nowiński M., 1958, Doświadczenia odmianowe z rącznikiem. Biul. Inst. Rośl. Lecz. 2:161 - 169.
- Molisch H., 1921, Microchemie der Pflanze, Gustav Fischer, Jena.
- Purzycka-Wolińska J., 1954, Badania nad wartością nasion rącznika (*Ricinus communis* L.) z upraw na terenie Polski w 1949 r. Diss Pharm. 6:41 - 76.
- Scott Flora Murray, Sjaholm V., Bowler E., 1960, Light and electron microscope studies of the primary xylem of *Ricinus communis*. Amer. J. Bot. 47(3):162 - 173.
- Wolski P., 1949, Rącznik i wartość jego nasion otrzymanych w kraju. Farm. Pol. 5(2):52 - 56.