

Mieczysław Czekalski

## ZDOLNOŚĆ TUMORÓW ROŚLIN DRZEWIASTYCH DO WYTWARZANIA KORZENI PRZYBYSZOWYCH

### ABILITY OF WOODY-PLANTS TUMORS TO PRODUCE ADVENTITIOUS ROOT

Na pędach niektórych gatunków roślin drzewiastych, przeważnie w sąsiedztwie węzłów, powstają różnej wielkości narośla, zwykle o chropowatej i popękanej powierzchni. Nazywane są one także tumorami. U pewnych gatunków wewnątrz tumorów wytwarzają się korzenie przybyszowe. Powstawanie tumorów roślinnych mogą inicjować rozmaite czynniki: bakterie (tumory sferyczne, Grown-Gall-Tumors), wirusy (tumory wirusowe, Wound Tumor Virus — WTV), genetyczne, chemiczne [2], grzyby, ekologiczne i inne, dotychczas mało zbadane. Beiderbeck [2] wymienia także specyficzne tumory świerka białego (*Picea glauca*) i sitkajskiego (*P. sitchensis*), występujące w północno-wschodnich Stanach Zjednoczonych i w północnych Niemczech, dyskusyjne tumory morfaktynowe i inne. Cytowany autor [2] podaje ponadto, iż anomalie o charakterze proliferacji komórek i tkanek mogą powstawać również pod wpływem promieni: beta, gamma, neutronowych, ultrafioletowych i Roentgena. Jednoznaczne określenie czynnika wywołującego tumory napotyka często na trudności. Według niektórych poglądów bakterie bądź wirusy zapoczątkowują tylko proces przekształcania komórek normalnych w tumorowe, zaś dalszy wzrost tkanek tumoru jest od nich niezależny [15, 16]. Zdegenerowane komórki zaczynają się szybko dzielić i powodują powstanie narośli. Jednakże do zainicjowania przemiany komórek normalnych w tumorowe, czyli niezgodnej z ewolucją, nie są potrzebne całe i żywe mikroorganizmy, wystarczą ekstrakty ich DNA, byle nie były zbyt dokładnie oczyszczone, bowiem muszą zawierać domieszkę własnych polimeraz, tj. replikaz i transkryptaz [17].

Celem niniejszego opracowania jest podanie wykazu gatunków roślin drzewiastych wytwarzających tumory z korzeniami przybyszowymi, krótkie scharakteryzowanie tumorów i korzeni kilku gatunków, zawartości w nich niektórych związków chemicznych oraz uwag o ewentualnej możliwości praktycznego wykorzystania zdolności roślin do wytwarzania korzeni przybyszowych w tumorach.

Liczba gatunków roślin drzewiastych, u których w tumorach stwierdzono korzenie

przybyszowe, nie jest nam dokładnie znana. W artykule tym podano tylko gatunki mające pełną dokumentację zawartą w dostępnej autorowi literaturze oraz dane pochodzące z obserwacji własnych. Trzeba zaznaczyć, iż literatura opisująca powstawanie korzeni przybyszowych w tumorach roślinnych jest skromna, wielu autorów zdaje się nie zauważać lub pomija to zjawisko. Dotychczas powstawanie korzeni przybyszowych w tumorach stwierdzono u następujących gatunków drzew i krzewów (wykaz wg układu systematycznego: Seneta W. 1973. Dendrologia. PWN):

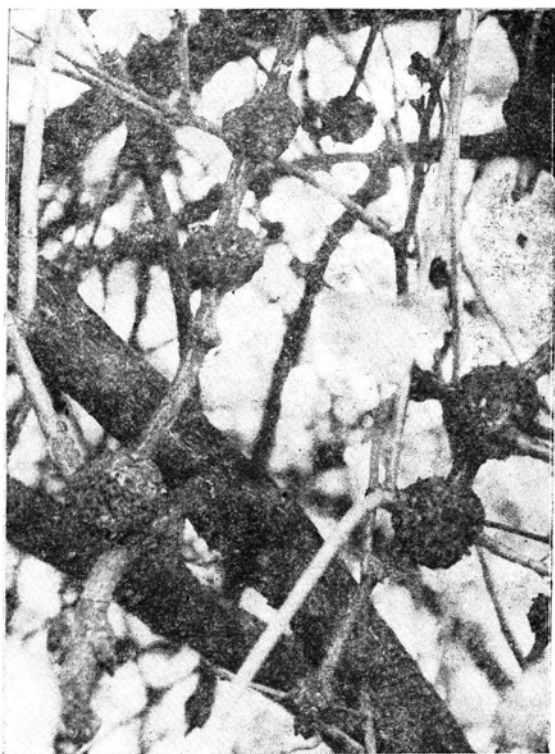
1. Świerk pospolity (*Picea abies*) — w Niemczech [19].
2. Mamutowiec olbrzymi (*Sequoiadendron giganteum*) (= *Sequoia gigantea*) — w Niemczech [18].
3. Cyprysik Lawsona odm. sina (*Chamaecyparis lawsoniana* = 'Glauca') — w Niemczech [13].
4. Porzeczka alpejska (*Ribes alpinum*) — w Czechosłowacji [12], w Polsce [7].
5. Porzeczka złota (*R. aureum*) — w Czechosłowacji [12].
6. Porzeczka czarna (*R. nigrum*) — w Czechosłowacji [12].
7. Agrest pospolity, odmiany uprawne (*R. grossularia*) — w Czechosłowacji [12], w Polsce [11].
8. Niektóre podkładki wegetatywne dla jabłoni (*Malus*) — w Wielkiej Brytanii [22], we Francji [4], w Stanach Zjednoczonych [6]; na roślinach podkładki MM 116 rozmnażanej wegetatywnie — w Polsce (Czekalski 1978, niepubl.).
9. Jarząb pospolity (*Sorbus aucuparia*) — w Czechosłowacji [12].
10. Forsycja zwisająca (*Forsythia suspensa*) — w Wielkiej Brytanii [20, 21, 23], w Polsce (Czekalski 1979, niepubl.).
11. Forsythia pośrednia (*F. intermedia*) — w Wielkiej Brytanii [20, 21, 23], we Francji [3, 4], w Czechosłowacji [1], w Polsce [7].
12. Forsycja koreańska (*F. ovata*) — w Polsce (Czekalski 1979, niepubl.).
13. Lilak Moyesa (*Syringa moyesi*) — w Polsce (Czekalski 1979, niepubl.).
14. Jaśmin nagokwiatowy (*Jasminum nudiflorum*) — w Wielkiej Brytanii [5].
15. Kalina klonolistna (*Viburnum acerifolium*) w Czechosłowacji [1].
16. Kalina koralowa (*V. opulus*) — w Czechosłowacji [12], w Polsce [8, 11], w Związku Radzieckim [8].
17. Kalina koralowa odm. płonna (*V. opulus* var. *sterile* = *V. opulus* 'Roseum') — w Polsce [8].
18. Suchodrzew tatarski (*Lonicera tatarica*) — w Polsce [9].

Tumory z wykształconymi w nich korzeniami przybyszowymi, spotykane były dotychczas stosunkowo najczęściej u gatunków należących do trzech rodzin: oliwkowate, przewiertniowate i skalnicowate.

Opisy tumorów kilku gatunków krzewów pochodzą głównie z obserwacji autora artykułu [7, 8].

Tumory kaliny koralowej (*V. opulus*) zaczynały powstawać na jednorocznych pędach w bezpośrednim sąsiedztwie węzłów. Początkowo miały postać niewielkich wzgórków pękniętych na szczytach. W wyniku neoplastycznego rozrostu tkanek przybierały one kształt nieregularnych lub kulistych narośli, obrastających węzeł. Przeciętna średnica narośli wynosiła 1—2 cm, maksymalna — około 5 cm (ryc. 1).

Powierzchnia ich była popękana i chropowata. Wewnątrz narodziły się korzenie przybyszowe. Po zdjęciu z narośli perydermy i łyka okazało się, że miały one 2—6 mm długości. Korzenie wewnątrz narodziły, zwłaszcza w ich partii zewnętrznej, rosły ukośnie. Miały one normalnie wykształconą czapeczkę, a budową anatomiczną nie różniły się od korzeni właściwych. W większości przypadków inicjacja prazawiązków korzeni następowała w strefie promieni rdzeniowych.



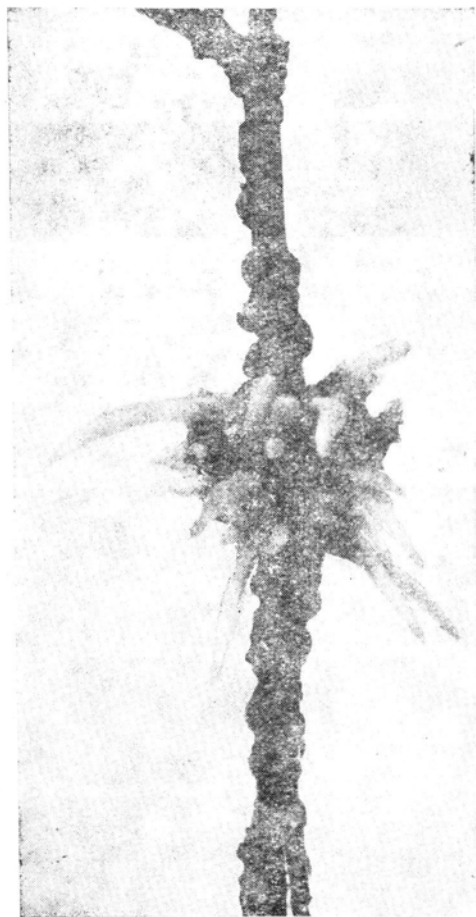
Ryc. 1. *Viburnum opulus* — tumory na pędach (pomniejszone ok. 2×)

Po umieszczeniu odcinków pędów z naroślami w wilgotnym podłożu piasku i torfu, w szklarni o temperaturze 18—20°C, po 73 dniach ukorzeniły się one w 80%. Przeciętna liczba korzeni na jednym pędzie (sadzonce) wynosiła 8,24, były one długie. Sadzonki kontrolne bez narośli ukorzeniły się tylko w 12%, korzenie miały bardzo krótkie.

U forsycji pośredniej (*F. intermedia*) i porzeczki alpejskiej (*R. alpinum*) narośle zaczęły powstawać na pędach dwuletnich, w węzłach. W dalszych latach powiększały się i osiągały średnicę 4—5 cm, przeciętnie 1—2 cm. Na pędach o krótkich międzywęzłach silnie rozrośnięte narośla stykały się ze sobą. Miały one kształt kulistawy lub nieregularny. U forsycji narośla powstawały także na międzywęzłach pędów w miejscu przetchlinek, natomiast u porzeczki zdarzało się to rzadko. Krze-

wy z dużą liczbą narośli odznaczały się obniżoną żywotnością, miały krótkie przyrosty pędów na długość, były słabiej ulistnione i kwitły mniej obficie.

Wewnątrz narośli powstawały liczne korzenie przybyszowe wyrastające na zewnątrz. Z powodu zbyt niskiej wilgotności powietrza wzrost elongacyjny korzeni odbywał się powoli. U porzeczek osiągnęły one przeciętną długość 2—6 mm, u forsycji



Ryc. 2. *Forsythia x intermedia* — korzenie przybyszowe powstałe z narośli po 14 dniach zanurzenia w wodzie (powiększone ok. 1,5 $\times$ ). Fot. Mirosław Dziurla

cji — do około 20 mm. Wykształciły czapeczkę i pokryte były gęsto włosnikami. Budową anatomiczną nie różniły się na ogół od korzeni właściwych. Zdolność narośli do wytwarzania korzeni, zwłaszcza u forsycji, była bardzo duża. Shattock [20] natomiast obserwował w korzeniach powstałych w naroślach forsycji pośredniej 7—14 wiązek przewodzących, podczas gdy w korzeniach właściwych było ich 5. Po umieszczeniu odcinków pędów z naroślami w wilgotnym środowisku (piasek, torf, woda) krótkie dotychczas korzonki rozwijały się w długie i zdrowe korzenie

przybyszowe. Rycina 2 przedstawia fragment pędu forsycji z naroślem, z którego po 14 dniach zanurzenia w wodzie destylowanej wyrosły korzenie długości około 3 cm (ryc. 2).

U suchodrzewu tatarskiego (*L. tatarica*) narośla występowały w dolnej części łukowato wygiętych pędów [9]. Średnica największych narośli przekraczała 7 cm, przeważały jednak mniejsze o średnicy 2—4 cm. Narośla powstały w węzłach. Po 5 tygodniach zanurzenia w wodzie na odcinkach pędów z naroślami rozwinęły się korzenie długości około 8 cm. Na niektórych z nich zaczęły wyrastać korzonki drugiego rzędu. Korzeniotwórczy wpływ narośli promieniował czasami na międzywęzła pędów.

Tumory u agrestu (*R. grossularia*) rozrastały się silniej niż u porzeczki alpejskiej, do tego stopnia, iż czasami stykały się ze sobą.

Tkanki tumorowe roślin drzewiastych (także innych roślin naczyniowych) charakteryzują się na ogół wyższą zawartością substancji wzrostowych niż tkanki zdrowe. Komórki nowotworowe mają zdolność syntezy substancji wzrostowych. Substancje wzrostowe odgrywają ważną rolę w stymulacji wzrostu tumora [15]. Wielu autorów uważa, że na skutek zachwiania równowagi hormonalnej w tkankach tumora wytwarza się wielka ilość auksyn [15]. Na przykład tkanki tumorowe forsycji pośredniej zawierały ponad 1000 razy więcej tych substancji w przeliczeniu na kwas indolyllooctowy (IAA) aniżeli korzenie właściwe. A korzenie przybyszowe powstałe w tumorach zawierały około 9 razy więcej IAA niż korzenie właściwe [20]. W tkankach tumorowych mogą znajdować się także substancje wzrostowe charakteru nieauksynowego, zdolne stymulować proliferację komórek [15]. Jednak bardzo wysokie stężenia substancji wzrostowych hamowały wzrost tumorów.

Zawartość związków azotu i fosforu oraz aktywność enzymów biorących udział w przemianach kwasów nukleinowych, mianowicie RNazy, DNazy, GPazy są znacznie wyższe w tumorach niż w tkankach normalnych.

Tkanki tumorowe mogą zawierać także specyficzne frakcje białkowe oraz aminokwasy nieswoiste dla danej rośliny. Na przykład wyizolowano z nich nowy aminokwas, który nazwano D-lipopiną. Niektóre aminokwasy, np. histamina, kinurenina, tryptofan, lizyna, oksyprolina i alanina odgrywają ważną rolę w powstawaniu tumorów genetycznych u roślin.

W tumorach agrestu zawartość ogólna cukrów była około 50% wyższa niż w tkankach normalnych, a cukrów redukcyjnych było przeszło 4 razy więcej. Natomiast zawartość cukrów nieredukcyjnych była wyższa o połowę w tkankach zdrowych.

Ogólna zawartość fenoli i o-dwufenoli była wyższa przeszło 2 razy w tumorach, natomiast zawartość monofenoli w tumorach była wyższa tylko o 27% w porównaniu z tkankami nietumorowymi. Stosunek monofenoli do o-dwufenoli w tkankach tumorowych wynosił 1,23, a w tkankach zdrowych 2,16. Zawartość białka ogólnego w tumorach była o 44% wyższa niż w tkankach zdrowych. Aktywność enzymów: peroksydazy (PO), polifenyllooksydazy (PPO) i oksydazy IAA (IAA-O) w tkankach tumorowych była większa niż w tkankach nietumorowych. Szczególnie duża różnica

zaistniała w przypadku peroksydazy 100 mg pudru acetonowego, była ona przeszło 4 razy większa w tkankach tumorowych [14].

Siedmioletnie krzewy forsycji pośredniej i porzeczkii alpejskiej otrzymane z sadzonek tumorowych jak dotąd nie wykazują objawów patologicznych, rosną i rozwijają się tak samo dobrze jak rośliny rozmnożone z sadzonek zdrowych. Obserwacje tych roślin są kontynuowane. Jeśli w dalszym ciągu będą one rozwijały się normalnie, wówczas nie wykluczone, iż zdolność niektórych gatunków roślin drzewiastych do wytwarzania korzeni przybyszowych w tumorach może znaleźć praktyczne zastosowanie w ich rozmnażaniu wegetatywnym. Wydaje się to nie tak bardzo nierealnym. Niedawno [10] bowiem wykazano, że surowe wyciągi (ekstrakty) pożywek po bakteriach *Xanthomonas beticola* i *Agrobacterium radiobacter* var. *tumefaciens* (= *Agrobacterium tumefaciens*) powodujące guzowatość korzeni spichrzowych buraków stymulują ukorzenianie sadzonek winorośli i pigwy (*Cydonia*). U winorośli często z lepszym skutkiem aniżeli powszechnie stosowane syntetyczne związki — IBA i NAA.

#### LITERATURA

- [1] Baudyš A. 1967. Zhoubné háłky na zlatici — *Forsythia*. *Živa*, 15,5: 186.
- [2] Beiderbeck R. 1977. Pflanzentumoren. Verl. E. Ulmer, Stuttgart.
- [3] Bronner R. 1969. Les tumeurs rhizogènes de *Forsythia*. *Soc. Bot. Fr., Mem.* 99—107.
- [4] Bronner R. 1969. Les tumeurs rhizogènes de *Forsythia intermedia* Zab. (Thèse de 3<sup>e</sup> cycle, Université de Strasbourg).
- [5] Brown N. 1936. Phytopathological notes: Privet and Jasmine Galls produced by a species of *Phomopsis*. *Phytopathology*, 26: 795—797.
- [6] Cummins J. M., Aldwinckle H. S. 1974. Breeding apple rootstocks. *Hort. Sci.* 9: 367—372.
- [7] Czekalski M. 1979. Narośle tumorowe na pędach forsycji pośredniej i porzeczkii alpejskiej oraz ich właściwości korzeniotwórcze. *Ochrona Roślin*, 10: 17—19.
- [8] Czekalski M. 1980. Patologiczne powstawanie korzeni przybyszowych na pędach kaliny koralowej (*Viburnum opulus* L.). *Rocz. Sekc. Dendr.* 33: 83—90.
- [9] Czekalski M., Turkowiak A. 1981. Zdolność narośli tumorowych suchodrzewu tatarskiego *Lonicera tatarica* L. do wytwarzania korzeni przybyszowych. *PTPN. Prace Kom. Nauk Roln. i Kom. Nauk Leśnych*. 51: 19—22.
- [10] Gałaczjan R. M. 1979. Wozbuditeli bakteryalnych opucholej kak stimulatory rosta rastenij. *Izd. Armjanskoj SSR. Erewan*.
- [11] Górecki R. 1976. Gooseberry and guelder — rose tumours promote rooting. *Marcellia*, 39: 7—9.
- [12] Horák J. 1968. Chorobná tvorba adventivních kořínků a nádorků na větévkách některých druhů meruzalek (*Ribes* sp. div.) v podkrkonoši. *Opera Corcontica*, 5: 97—102.
- [13] Kneiff. F. 1923. Kropfbildung von *Chamaecyparis lawsoniana glauca*. *Mitt. d. D. D. G.* 33: 240.
- [14] Krzywański Z., Górecki R. S., Czech M. 1976. Some physiological properties of easy-to-root gooseberry (*Ribes grossularia* L.) tumors. *Marcellia*, 39: 107—112.
- [15] Maciejewska-Potapczykowa W. 1963. Tumory roślinne. *Wiad. Bot.* 7: 25—38.
- [16] Maciejewska-Potapczykowa W. 1967. Substancje wzrostowe roślin. *PWRiL. Warszawa*.
- [17] Moskwa W. 1975. Wyrośla (*Cecidia*) — naturalny przykład „inżynierii genetycznej”. *Kosmos, S. A. Biologia*, 4: 335—348.
- [18] Münchhausen B. 1921. Wiederasschlagen erfrorener *Sequoia gigantea*. *Mitt. d. D. D. G.* 31: 295—296.

- [19] Rex V. 1921. Wurzelknollen an einer Fichte. Mitt. d. D. D. G. 31: 294.
- [20] Shattock R. C. 1973. The galls on *Forsythia intermedia* Zab. Ann. Bot. 37: 987—992.
- [21] Shattock R. C. 1977. The galls on *Forsythia*: Inoculation Studies. Ann. Bot. 41: 863—866.
- [22] Swingle C. F. 1925. Burr-knot of apple trees: its relation to crown gall and to vegetative propagation. J. Hered. 16: 313—320.
- [23] Thompson J. M. 1946. Some features of horticultural interest in *Forsythias*. J. R. Hort. Soc. 71: 166—172.

Doc. dr hab. Mieczysław Czekański  
Zakład Roślin Ozdobnych  
ul. Dąbrowskiego 159, 60-594 Poznań