

JANUSZ SURMIŃSKI

ZARYS CHEMICZNEJ BUDOWY DREWNA

Drewno jako produkt żywego organizmu roślinnego wykazuje, w zależności od gatunku, pochodzenia, wieku drzewa, strefy klimatycznej, siedliska, stanu zdrowotnego oraz części — a więc bielu czy twardzieli, wysokości pnia, gałęzi i korzeni, niekiedy nawet bardzo znaczne wahania pod względem składu chemicznego.

Składniki chemiczne drewna mające charakter związków organicznych podzielić można na dwie grupy — składniki, z których zbudowane są ścianki komórkowe, określane mianem substancji strukturalnych oraz składniki wypełniające bądź przesycające ścianki komórkowe, które określa się jako składniki niestrukturalne lub uboczne. Składniki strukturalne tworzą najczęściej około 95% substancji drzewnej, natomiast niestrukturalne reprezentowane są zwykle w niewielkich ilościach. Zdarza się jednak, że ilość składników niestrukturalnych u niektórych gatunków drzew lub też w ich częściach pnia, gałęzi czy korzeni jest niekiedy znacznie większa i w skrajnych wypadkach dochodzić może nawet do około 40%.

Substancja drzewna skupiona jest w postaci ścianek komórkowych, to też skład chemiczny w dużym stopniu zależy od ich grubości jak i przede wszystkim od warstwowości jaka daje się zauważyć w budowie submikroskopowej ścianek komórkowych. Równie ważną jest budowa pasmowa ścianek komórkowych będąca następstwem nadcząsteczkowej struktury celulozy. Rozpatrując budowę warstwową ścianek komórkowych drewna, wyodrębnić w nich można błonę pierwotną, położoną po zewnętrznej stronie ścianki, a stanowiącą około 10% ogólnej masy ścianki. Błona ta pod względem składu chemicznego zbudowana jest u starszych komórek z substancji strukturalnych (przede wszystkim ligniny), nie mających jednak charakteru włóknistego.

Większość ścianki komórkowej stanowi błona wtórna. Jej udział w ogólnej masie ścianki waha się od około 79 do 88%, przy czym dzieli się ona na trzy warstwy: zewnętrzną — stanowiącą jedynie około 4% masy, środkową — będącą warstwą najszerszą i zarazem stanowiącą około 65% ogółu masy i warstwę wewnętrzną, której udział wynosi również około 4% masy.

Zaznaczyć trzeba, że błona wtórna, szczególnie jej warstwa środkowa składa się przede wszystkim z celulozy, a więc substancji o charakterze wybitnie włóknistym

i zarazem silnie higroskopijnej, to też rozbudowa tej warstwy decyduje przede wszystkim o właściwościach fizycznych i wytrzymałościowych drewna.

Włóknisty charakter celulozy jest ściśle związany z jej budową cząsteczkową jak i nadcząsteczkową, przyczyniającą się do powstawania obszarów o znacznym stopniu uporządkowania i następnie układów fibrylarnych będących podstawą struktury pasmowej ścianek komórkowych drewna. Układy fibrylarne tworzące pasma ułożone są ponadto pod różnym kątem w stosunku do osi komórki w zależności od ich położenia w ściance komórkowej. Przebieg poszczególnych fibryli związany jest z tworzeniem się ścianki komórkowej i zgodnie z hipotezą wzrostu wielosiatkowego fibryle położone najbliżej wnętrza komórki mają układ prawie prostopadły do osi komórki, natomiast najbardziej oddalone od wnętrza mają przebieg prawie równoległy do osi komórki.

Wspomnieć również należy, że poszczególne komórki są z sobą zlepione substancją o charakterze niewłóknistym, tworząc tak zwaną blaszkę środkową, która podobnie jak błona pierwotna składa się przede wszystkim z ligniny i dlatego też określa się ją łącznie z tą ostatnią jako blaszka sprężona.

Udział poszczególnych warstw w budowie ścianki komórkowej, jak też wiążące się z tym pewne wahania zawartości składników strukturalnych oraz mniej lub bardziej złożona pasmowość zależą w dużym stopniu od typu komórki drzewnej. Tak więc budowa anatomiczna odgrywa również znaczną rolę w przypadku składu chemicznego drewna, nawet w obrębie jednego przyrostu rocznego. Przykładem tego są bowiem różnice w składzie chemicznym drewna wczesnego i późnego, szczególnie zaznaczające się w drewnie gatunków drzew iglastych.

Poszczególne składniki chemiczne drewna określane jako substancje strukturalne są między sobą połączone przy pomocy różnego rodzaju wiązań chemicznych jak na przykład mostków tlenowych, wiązań estrowych lub krótkich łańcuchów trójwęglowych, jak również wiązań fizycznych. Substancje niestrukturalne, przesycające lub wypełniające w mniejszym lub większym stopniu ścianki komórkowe i ich wnętrza z reguły są słabiej związane z substancjami strukturalnymi jak i między sobą. Bardzo często nie istnieją między wspomnianymi substancjami żadne wiązania chemiczne jak i fizyczne, tak więc są one bardzo łatwe do wyodrębnienia.

Rozpatrując drewno z chemicznego punktu widzenia stwierdzić należy, że jest ono złożonym konglomeratem chemicznym, a więc układem w którym między poszczególnymi składnikami istnieją różnego rodzaju wiązania chemiczne, fizyczne lub nie występują żadne z tych wiązań. (tabela I, ryc. 1, 2).

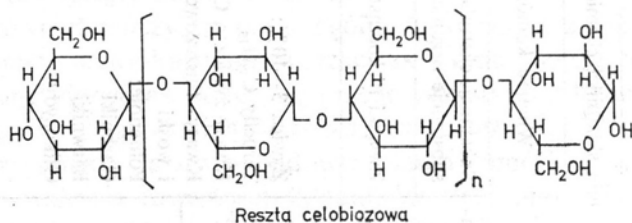
Tkanka drzewna niemal w całości składa się z martwych komórek różnego typu, przy czym tworzące je jak już wspomniano substancje strukturalne stanowią kompleks węglowodanowo-ligninowy. Większość składników tego kompleksu ma charakter związków wysokocząsteczkowych, przy czym związki węglowodanowe określane ogólnie jako holoceluloza występują w drewnie w granicach od 68 do 75% masy. Lignina, którą to nazwą określa się szereg bardzo podobnych do siebie związków o charakterze aromatycznym wchodzących w skład ścianek komórkowych jak i przede wszystkim blaszek środkowych stanowi od 21 do 28% masy drewna.

Większość substancji węglowodanowych drewna ma charakter homopolimeru

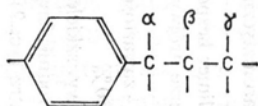
Drewno jako konglomerat chemiczny

Składniki chemiczne ścianek komórkowych — substancje strukturalne		Składniki uboczne drewna — substancje niestrukturalne	
Submikroskopowa budowa drewna — miejsce występowania składnika chemicznego			
Błona wtórna		Błona pierwotna i blaszka środkowa	
Holoceuloza — wszystkie substancje węglowodanowe występujące w drewnie		Lignina — substancja o charakterze aromatycznym	
Homopolimer zorientowany o strukturze liniowej		Heteropolimer bezpostaciowy o strukturze trójwymiarowej	
Celuloza — zawartość w drewnie 41—50% ($C_6H_{10}O_5$) _n (patrz ryc. 1)		Lignina — zawartość w drewnie 21—30% Podstawowy szkielet ligniny stanowi rodnik fenylpropa- nowy (patrz ryc. 2)	
Podstawowy rodnik w łańcuchu celulozowym: reszta ce- lobiozowa zbudowana z dwu reszt -β-d-glikozowych		Rodniki aromatyczne: gwajacylowy syringowy p-hydroksyfenylowy Rodniki alifatyczne: glicerynowy hydroksyaldehydowy hydroksyketonowy	
Współczynnik polimeryzacji n = 2000—14 000		n = 70	
Homopolimer lub hetero- polimer bezpostaciowy		Hemicelulozy zaw. 26—34% heksozany ($C_6H_{10}O_5$) _n pentozany ($C_5H_8O_4$) _n pektyny, gumy i śluzu ro- ślinne ($C_6H_{10}O_7$) _n	
Związki niskocząsteczkowe		Związki niskocząsteczkowe lub wysokocząsteczkowe	
Substancje ekstrakcyjne i inne substancje organiczne		Żywica 3—10% Terpeny $C_{10}H_{16}$ Kwasy żywiczne $C_{30}H_{50}O_8$ Kwasy tłuszczowe, tłuszcze i woski Polifenole: Garbniki Barwniki Glikozydy	
Substancje mineralne		Krzemionka, szczawiany i węglany wapnia oraz pierwiastki wchodzące w skład różnych substancji organicznych np. białko- wych.	
Białka, alkałoidy, saponiny, flawoniny, witaminy			

polimolekularnego o strukturze liniowej. Stopień polimeryzacji celulozy rodzimej drewna waha się w granicach od 2000 do 14 000. Poza znaczną długością łańcuchów celulozowych nie mniej ważne znaczenie ma jej budowa nadcząsteczkowa, która powoduje, że łańcuchy celulozowe przebiegające względem siebie równolegle tworzą mikrofibryle, a te z kolei większe układy w postaci fibryli. Uporządkowanie samych łańcuchów celulozowych jak i fibryli decyduje wreszcie o stopniu uporządkowania a więc krystaliczności samej celulozy rodzimej. W przypadku drewna krystaliczność celulozy waha się około 70%. Poza celulozą część hemiceluloz ma również charakter homopolimeru. Różnią się one jednak od celulozy przede wszystkim znacznie niższym stopniem polimeryzacji, wahającym się w granicach zaledwie od 30 do 300, jak i podstawowymi monomerami w cząsteczce. Podczas gdy monomerem w cząste-



Ryc. 1. Wzór strukturalny celulozy



Ryc. 2. Rodnik fenylopropanowy

czce celulozowej jest reszta celobiozowa, a właściwie β -d-glikozowa, to w przypadku hemiceluloz cząsteczki te jedynie u glikanów zbudowane są z wspomnianych monomerów. U takich heksozanów jak mannan czy galaktan monomerami są odpowiednie reszty cukrów prostych, a więc mannozy względnie galaktozy. Dodać należy, że heksozany jak i towarzyszące im pentozany, do których zalicza się ksylan i araban są cukrami złożonymi powstałymi z odpowiednich reszt cukrów pięciowęglowych — takich jak ksylozy i arabinozy. Często również cząsteczki hemiceluloz zbudowane są z różnych reszt cukrów, zarówno sześćio jak i pięciowęglowych, wskutek czego są typowymi heteropolimerami.

Heksozany jak i pentozany są w bardziej lub mniej ścisły sposób połączone z celulozą i dlatego określa się je również mianem celulozanów. Do grupy hemiceluloz należą także łatwiej hydrolizujące od poprzednich substancje pektynowe, gumi i słuzy roślinne. Cząsteczki ich o niewielkiej w porównaniu z innymi substancjami węglowodanowymi drewna różnią się jeszcze tym, że ich monomerami są najczęściej reszty kwasu galakturonowego i glikuronowego, jak też i zawartością dość licznych grup metoksylowych. Substancje pektynowe wchodzi przede wszystkim w skład blaszek środkowych oraz błon pierwotnych w ściankach komórkowych. W drewnie ilość substancji pektynowych jest jednak nieznaczna. Obecność

grup metoksyłowych jak i zmniejszanie się zawartości substancji pektynowych w miarę starzenia się komórek drzewnych nasuwa przypuszczenie, że substancje te są prekursorami ligniny, której ilość w drewnie waha się od 20 do 30%.

Lignina w swej przeważającej części jest substancją wielkocząsteczkową o charakterze niewłóknistym. W odróżnieniu od celulozy jest ona heteropolimerem o strukturze trójwymiarowej, przy czym jej podstawowymi monomerami są ogniwa fenylopropanowe składające się z takich rodników aromatycznych jak rodnik p-hydroksyfenylowy, gwajacyłowy i syringowy oraz alifatycznych rodników trójwęglowych w postaci reszty gliceryłowej, hydroksyaldehydowej i hydroksyketonowej. Stopień polimeryzacji ligniny oceniany jest na około 70, przypuszcza się jednak, że do 20% z występującej w drewnie ligniny ma charakter niskocząsteczkowy. Ją to właśnie nazywa się hemiligniną.

Mimo rozległych badań dotychczas jeszcze nie jest całkowicie wyjaśniona budowa samcej ligniny, jak i jej połączeń z substancjami węglowodanowymi drewna. Istnieją jednak przypuszczenia, że bezpośrednie wiązania między ligniną a celulozą nie istnieją, natomiast lignina połączona jest wiązaniami chemicznymi z hemicelulozami drewna. Nadmienić również trzeba, że budowa ligniny drewna gatunków drzew iglastych i drewna gatunków drzew liściastych różni się między sobą. Podczas gdy pierwsza zbudowana jest przede wszystkim z takich rodników aromatycznych jak gwajacyłowych i p-hydroksyfenylowych, tak w przypadku drewna gatunków drzew liściastych lignina zawiera w większości aromatyczne rodniki syringowe. Dotychczas też nie udało się ustalić wzoru ligniny, a proponowane wzory zawierające odpowiednio zróżnicowane grupy funkcyjne dają jedynie ogólne pojęcie o jej budowie.

Składniki uboczne drewna określane ze względu na swe występowanie jako substancje niestrukturalne w większości są związkami niskocząsteczkowymi, przy czym są one stosunkowo łatwo rozpuszczalne w rozpuszczalnikach organicznych, jak również niektóre z nich są dobrze rozpuszczalnymi w wodzie. Z tego też względu określane są one często jako substancje ekstrakcyjne. Występowanie omawianych substancji w drewnie poszczególnych gatunków drzew jest bardzo zróżnicowane zarówno pod względem ilościowym jak i samego ich charakteru z chemicznego punktu widzenia. Poza gatunkiem o ich występowaniu i rozmieszczeniu w organizmie roślin drzewiastych decyduje jeszcze szereg czynników, takich jak choćby część drzewa, wiek, warunki siedliskowe, występujące uszkodzenia itp. Na ogół więcej substancji niestrukturalnych występuje w drewnie gatunków drzew iglastych niż liściastych. Liczne z pośród gatunków drzew iglastych wydzielają bowiem żywicę, będącą mieszaniną różnorodnych terpenów aromatycznych oraz kwasów żywicznych i tłuszczowych. Tak więc zawartość substancji żywicznych wynosi najczęściej od 3 do 10%. Niekiedy jednak, szczególnie w pobliżu zranień czy spał, gdzie powstają dodatkowe przewody patologiczne ilość substancji żywicznych może dochodzić do 30 a nawet 40%. Ze związków terpenowych wchodzących w skład żywicy szczególnie ważnymi są takie z pośród terpenów dwucyklicznych jak α -pinen, δ -3 i δ -4 karen oraz borneol, natomiast z jednocyklicznych limonen i sylwestren. Towarzyszą im nietolne kwasy żywiczne, takie jak kwas 1- oraz d-pimarowy, będące kwasami

pierwotnymi oraz najczęściej kwas abietynowy zaliczany do kwasów wtórnych. Ponadto jak wspomniano w żywicy występuje zawsze pewna ilość kwasów tłuszczowych. W wielu przypadkach jednak substancje o charakterze związków terpenowych występują same i określane są wówczas jako olejki eteryczne.

W drewnie niektórych gatunków drzew liściastych jak brzozy i lipy występują same substancje tłuszczowe, a w korze okrywającej zwłaszcza młode pędy (np. u wierzby) substancje o charakterze wosków roślinnych.

Znacznie większe znaczenie od tych ostatnich mają jednak występujące w drewnie jak i w korze licznych gatunków drzew substancje o charakterze polifenoli. Do nich zalicza się przede wszystkim garbniki zarówno hydrolizujące jak i skondensowane oraz towarzyszące im bardzo często różnego rodzaju barwniki i glikozydy. Garbniki w wielu przypadkach, zwłaszcza w drewnie twardej i korze występują w stosunkowo dużych ilościach. Przykładem może być drewno dębu, zawierające w strefie twardej do 15% garbników. Dużą zawartość garbników spotyka się również w korze takich gatunków drzew jak dębu, świerka, olszy czy wierzby.

Wspomnieć wreszcie trzeba o substancjach białkowych, których w drewnie jest stosunkowo bardzo mało, gdyż zwykle jedynie do około 2%. Substancje te jako składniki plazmy żywych komórek ulegają bardzo szybko przemianom chemicznym i w martwych komórkach drewna już nie występują. W drewnie niektórych gatunków drzew występują natomiast inne substancje zawierające w swej cząsteczce azot. Są nimi takie substancje jak alkaloidy. Towarzyszą im inne substancje swoiste dla określonych gatunków drzew czy krzewów w postaci flawonoidów i witamin. Poza omówionymi substancjami organicznymi, drewno zawiera jeszcze zawsze niewielką ilość gdyż od 0,2 do 1,0% substancji mineralnych. Większość z nich w postaci takich pierwiastków jak siarka, magnez i żelazo związana jest przede wszystkim z substancjami białkowymi, natomiast krzemionka i szczawiany wykrywane często w komórkach lub przesycają ich ścianki, jak to ma miejsce niekiedy zwłaszcza w łyku i korze.

LITERATURA

- Browning B. L., 1963. *The Chemistry of Wood*, 103—142.
- Fengel D., Grosser D., 1975. *Chemische Zusammensetzung von Nadel- und Laubhölzern, Holz als Roh- u. Werkstoff*, 33, 32—34.
- Findlay G. W. D., Levy J. F., 1970. *Wood anatomy in tree dimensions, New Research in Plant Anatomy*, 63, 71—74.
- Hägglund E., 1951. *Chemistry of Wood*, New York, 258—267.
- Hejnowicz Z., 1973. *Anatomia rozwojowa drzew*, Warszawa, 22—23.
- Kin Z., 1971. *Lignina — chemia i wykorzystanie*, Warszawa, 11—47.
- Meylan B. A., Butterfield A. G., 1971. *Three dimensional structure of wood*, Syracuse.
- Prosiński St., 1969. *Chemia drewna*, Warszawa, 54—63, 360—401.
- Surmiński J., 1977. *Budowa i morfologia surowców i mas włóknistych*, Poznań, 11—42.
- Kletocznaja stienka drevesiny, Ryga 1972, 7—67, 73—226.

ALFRED J. WĘGŁOWSKI

O WŁAŚCIWĄ NAZWĘ DLA AZALII PONTYJSKIEJ

Literatura botaniczna i ogrodnicza w zakresie rodzaju Różanecznik, ukazująca się w obcych językach, stosuje dla znanej nam dobrze azalii pontyjskiej (*Azalea pontica* L.) nazwę *Rhododendron luteum* Sweet mimo istnienia szeregu synonimów jak np. *Azalea flava* Hoffmanns. *Rhododendron flavum* G. Don, a nawet *Anthodendron ponticum* Reichenb. Spośród zagranicznych autorów dendrologicznych, używających nazwy *Rhododendron luteum* Sweet można wymienić dla przykładu najbardziej autorytatywnych jak G. Krüssmann (1937, 1968), A. Rehder (1940), E. Wilson, A. Rehder (1921), S. A. Sokołow (1962), H. Sleumer (1961). Nazwisk tych można przytoczyć dużo więcej, sądzę jednak, że te powinny wystarczyć. Budzi jednak wśród systematyków pewną niejasność i wątpliwość używanie w polskiej literaturze dendrologicznej nazwy *Rhododendron flavum* G. Don. Można wymienić tak znane prace jak Wł. Senety (1973, 1976), S. Kościelnego, B. Sękowskiego (1971), zbiorowa praca pod redakcją Białoboka (1955). Popularność i wpływ tych prac jest tego rodzaju u nas, że nie tylko przy innych wrywkowych opracowaniach tego gatunku autorzy stosują nazwę *Rhododendron flavum* (dla przykładu: J. Hryniewicz-Sudnik 1965, K. Kukułczanka, J. Sarosiek 1975) ale nawet w pewnych naszych Ogrodach Botanicznych rośliny te są oznakowane jako *Rhododendron flavum* G. Don.

Dla odmiany Szafer w swej Ogólnej Geografii Roślin (1964) wyraża się: „różanecznik pontyjski *Rhododendron luteum* Sweet = *Rhododendron flavum* G. Don = *Azalea pontica* L.”. Na dalszych stronach używa nazwy *Rhododendron luteum* z ewent. synonimem *Azalea pontica*. Natomiast w podręczniku „Rośliny Polskie” Szafera, Kulczyńskiego, Pawłowskiego (1967) znajduje się *Rhododendron flavum* G. Don (*Azalea pontica* L.). Z kolei M. Sychowa (1962) używa nazwy *Rhododendron luteum* Sweet.

Jak z powyższego widać, w zakresie uznania i stosowania aktualnej nazwy tej rośliny w literaturze polskiej panuje, nawet w ostatnich latach, duże zamieszanie. I chociaż sprawa tej nazwy może wydawać się mało ważna, gdyż w każdym z powyższych przypadków wiadomo o jakim gatunku jest mowa, istnieje możliwość

spotkania się z zarzutem, że ktoś tu nie zna chronologii diagnoz tego gatunku albo lekceważy międzynarodowe przepisy nomenklatury botanicznej. Nie należy również zapominać o ujemnej stronie pedagogicznej używania niewłaściwej nazwy jakiegokolwiek formy roślinnej. Dla wyjaśnienia więc sprawy tej nazwy przedstawiam chronologię najważniejszych diagnoz tego gatunku:

1753 r. — *Azalea pontica*, opisana przez Linneusza, zresztą bez osobistej znajomości tej rośliny — nie znajduje się nawet w zielniku Linneusza (Sleumer 1961), a w oparciu o opis Tournforta z 1703 r. i niewyraźne rysunki Buxbauma z 1740 r. Nazwa ta była powtarzana później między innymi w pracach Andrews'a (1797), Schmidta (1800) i Marshala, Bibersteina (1808, 1819), (Wilsona, Rehdera 1921).

1762 r. — Linneusz opisuje nowy gatunek *Rhododendron ponticum*, noszący i obecnie tę nazwę (Batta 1972).

1795 r. **Richard Salisbury** zaproponował włączenie rodzaju *Azalea* do *Rhododendron* i w swojej pracy „*Prodromus Stirpium in Horto ad Chapel Allerton vigentium*” ujął wszystkie dotychczasowe azalie i rododendrony pod jedną nazwą rodzajową *Rhododendron* (Batta 1972).

1826 r. — *Azalea flava* opisana przez Hoffmannsegga (Wilson, Rehder 1921).

W wyniku przemiany przez Salisburyego „*Azalea*” na „*Rhododendron*” powstał homonim w gatunku „*ponticum*” (dawna *Azalea pontica* z 1753 r. i *Rhododendron ponticum* L. z 1762 r.). W tej sytuacji Sweet jako pierwszy przedstawił diagnozę dawnej *Azalea pontica* L. jako *Rhododendron luteum*, a więc:

1830 r. — *Rhododendron luteum* Sweet (Batta 1972)

1834 r. — *Rhododendron flavum* G. Don (Wilson, Rehder 1921)

Pierszeństwo diagnozy tej rośliny jako *Rhododendron* przypada więc Sweetowi.

W literaturze polskiej wyraźne stanowisko w tej sprawie zajmuje M. Sychowa, która w swej pracy w „Wiadomościach Botanicznych” (1962) wyraża się, że roślina ta „w naszych florach figuruje pod nazwą *Azalea pontica* albo *Rhododendron flavum* — obowiązującą nazwą jest obecnie *Rhododendron luteum* Sweet.”

Należy żałować, że opinia ta przeszła bez echa, jak to widać z wymienionych publikacji, wśród naszych dendrologów.

LITERATURA

- Batta J., 1972. *Rhododendron-Nomenklatur und -Taxonomie*. Rhod. und immerger. Laubgeh., Jahrbuch, Deutsch. Rhod. Gesellsch., Bremen, 60—87.
- Hryniewicz-Sudnik J., 1965. Z biologii różaneczników (*Rhododendron* L.) na przykładzie starych szkółek w lasach milickich nad Baryczą. Roczn. Dendr. Warszawa, vol. XIX, 135—140.
- „Drzewoznawstwo” (pr. zbior.) 1955. Warszawa, Państw. Wyd. Roln.-leśne, 491.
- Kościelny S., Sękowski B. 1971, Warszawa, PWRiL, 463.
- Krüssmann G. 1937. *Laubgehölze*, Berlin, Parey, 247.
- Krüssmann G. 1968. *Rhododendren, andere immergrüne Laubgehölze und Koniferen*. Hamburg-Berlin, Parey, 87.
- Kukułczanka K., Sarosiek J. 1975. Analiza populacji Różaneczніка żółtego (*Rhododendron flavum*

G. Don) na podstawie zmienności kwiatów. Prace Instytutu Sadownictwa, Skierniewice, Seria B tom 1, 52—62.

Rehder A., 1940. Manual of cultivated trees and shrubs. New York, The Macmillan Company, 719.

Seneta Wł. 1973, Dendrologia. Warszawa, Państw. Wyd. Nauk., 441.

Seneta Wł. 1976, Dendrologia. Warszawa, Państw. Wyd. Nauk., 454.

Sleumer H. 1961. Der Gattungsname Azalea L. Rhod. und immergr. Laubgeh., Jahrbuch, Deutsch. Rhod. Gesellsch., Bremen, 82—88.

Sokołow A. S. 1960. Dierewia i kustarniki. Moskwa-Leningrad, Izdat. Ak. Nauk., SSSR., 303.

Sychowa M. 1962. Rozmieszczenie geograficzne różanecznika żółtego w świetle najnowszych badań. Wiad. Bot. Kraków, tom IV, 73—76.

Szafer Wł. 1964. Ogólna geografia roślin, Warszawa. Państw. Wyd. Nauk. 251.

Szafer, Kulczyński, Pawłowski 1967. Rośliny Polskie. Warszawa, Państw. Wyd. Nauk., 482.

Węglowski A. 1975. Was wissen wir von der Pontischen Azalee. Rhod. und immergr. Laubgeh, Jahrbuch, Deutsch. Rhod. Gesellsch., Bremen, 33—47.

Wilson E., Rehder A. 1921. A Monograph of Azaleas, Cambridge. The Univers. Press. 103.