

STANISŁAW KOHLMÜNZER

RASY CHEMICZNE WŚRÓD ROŚLIN LECZNICZYCH

Zagadnienie występowania «ras chemicznych»¹ w świecie roślinnym stało się w ostatnim czasie przedmiotem ożywionej dyskusji. Tematowi temu poświęcono poważną część obrad zjazdu naukowego w Wageningen (Holandia) w r. 1957, obradującego nad uprawą roślin leczniczych i użytkowych.

Samo zjawisko znane jest już od dawna. W r. 1958 Robinet podał rezultaty prac Vilmorina, mianowicie — wyhodowanie rasy buraka cukrowego o zawartości 20% sacharozy, zaś Moens w r. 1882 stwierdził w obrębie gatunku *Cinchona Ledgeriana* Moens występowanie ras bogatych w chinidynę albo cynchonidynę, nazywając je var. *chinidinifera* i var. *cinchonidinifera*. Z dawno znanym faktem odrębności chemicznej spotykamy się także w przypadku nasion *Amygdalus communis* var. *dulcis* D. C. i var. *amara* Focke, znanych jako migdały «słodkie» lub «gorzkie» w zależności od tego, czy posiadają lub nie — gorzki amygdalozyd. O innych przykładach wspomnimy później.

Doniesienia o występowaniu odrębności chemicznych przy niezmienionej w sposób dostrzegalny makroskopowo morfologii roślin mnożą się ostatnio w szybkim tempie, szczególnie odnośnie roślin o znaczeniu leczniczym i przemysłowym. Dla należytej oceny znaczenia tych doniesień należy wyjaśnić, że, jak dotychczas, zastosowanie wielu surowców roślinnych w lecznictwie i przemyśle opiera się na zasadzie stałości ich składu chemicznego. Inaczej mówiąc, zakłada się, że określonej jednostce systematycznej, np. gatunkowi dostarczającemu surowca, odpowiada stały lub co najwyżej w niewielkim stopniu zmienny, skład chemiczny rośliny. W myśl powyższego ewentualne wahania dotyczyłyby raczej ilościowego udziału poszczególnych składników chemicznych, decydujących o znaczeniu użytkowym lub leczniczym, natomiast zdolność wytwarzania określonych substancji chemicznych przypisujemy jako właściwą danej jednostce systematycznej. Jak dalece stanowisko to jest uzasadnione wobec licznych doniesień o «rasach chemicznych» i jakie

¹ Używamy, choć również nie sprecyzowanymi dostatecznie określeniami są: «odmiana fizjologiczna» — *varietas physiologica*, «forma biochemiczna» — *forma biochemica*.

kryteria muszą być wzięte pod uwagę przy ocenianiu tychże, spróbujemy przedstawić w dalszej części referatu. Aspekt taksonomiczny tego zagadnienia staje się w każdym razie coraz wyraźniejszy.

Ustalenie pojęcia «rasy chemicznej»

W ogólnym postępie botaniki i w miarę rozwoju biochemii zagadnienia fizjologiczne zaczęły wysuwać się na czołowe miejsce. Rozwój fitochemicznych metod badania roślin pozwolił na poznanie oprócz dawniej stwierdzonych odrębności chemicznych, licznych nowych faktów, a mianowicie, że poszczególne osobniki roślinne w obrębie jednego i tego samego gatunku mogą przy braku uwidaczniających się różnic morfologicznych w fenotypie, różnić się znacznie pod względem swego chemizmu. Zaobserwowanie tego zjawiska stało się punktem wyjścia do uznania przez wielu autorów roślinnych «ras chemicznych». W tym rozumieniu zagadnienie «ras chemicznych» byłoby częścią problemu «ras fizjologicznych» wysuniętego przez Hedina (1932). Determinuje je obecność w roślinach substancji chemicznych zazwyczaj w danym gatunku niespotykanych, względnie odbiegających znacznie pod względem ilościowym od normalnie spotykanych ilości. Szczególnie znamieną jest ta cecha w odniesieniu do grupy tzw. drugorzędnych albo wtórnych substancji roślinnych (wg Paecha 1950): *sekundäre Pflanzenstoffe*, do których zaliczamy przeważnie ciała leczniczo czynne występujące w roślinach.

Zanim stwierdzone zostanie występowanie «rasy chemicznej» w obrębie jakiegoś gatunku, konieczne jest przeprowadzenie pewnej ilości podstawowych badań. Analizy fitochemiczne obejmują zazwyczaj, jak się okazuje, populacje chemicznie nieidentycznych genotypów, stąd też wykazane różnice chemiczne pomiędzy poszczególnymi próbkami mogą być właśnie wynikiem różnic genetycznych. Jednak sprawa komplikuje się znacznie przez to, że wchodzi tu w grę czynniki klimatyczno-glebowe, a również i takie okoliczności, jak niejednakowe stadium rozwoju rośliny w okresie zbioru materiału do badań, różne sposoby suszenia surowca, a nawet usterki samej analizy fitochemicznej. Z tego względu nieodzowne dla stwierdzenia «rasy chemicznej» jest wykazanie, że różnice w chemizmie u badanego gatunku są pochodzenia genetycznego i że są dziedziczne. Niewiele jednak interesujących nas gatunków roślin jest pod tym względem dostatecznie przeanalizowanych. Poza tym dla niektórych związków chemicznych występujących w roślinach nie znamy prawie zupełnie przebiegu ich biosyntezy i prawideł nią rządzących.

Nie bez znaczenia dla powstawania «ras chemicznych» u roślin jest również zjawisko poliploidyzacji. Wulfowi (1950, 1954) udało się wykazać występowanie w przyrodzie trzech ras tataraku *Acorus calamus* L. (di- tri- i tetraploidalnej), różniących się wyraźnie zawartością olejku lotnego. Również prace doświadczałne Koellego (1953) i Deufla (1954) wyjaśniły w pewnym

stopniu wpływ poliploidalności na zawartość związków terpenowych w mazeranku *Origanum majorana* L. i krwawniku pospolitym *Achillea millefolium* L.

Dużo nowego w tym zakresie wnieść może badanie pojedynczych egzemplarzy roślinnych, a nie «prób średnich». W tym kierunku podjęli wysiłki badawcze Corkill (1940) — rośliny cjanogenetyczne, von Sengbusch (1942), Steinegger (1957) — rośliny alkaloidowe, Stahl (1952, 1953), Reitsem a i współpr. (1957) — rośliny zawierające związki terpenowe i in. w oparciu o nowsze metody analizy fitochemicznej, jak mikrodestylacja, chromatografia bibułowa, płytkowa itp.

Przy ustalaniu stosunku pojęcia «rasa chemiczna» do innych jednostek klasycznego podziału taksonomicznego napotyka się na różne trudności. Hegnauer (1957) sugeruje następujące rozwiązanie: o ile dany gatunek jest za pomocą klasycznych metod systematyki botanicznej podzielony na podgatunki lub odmiany, lepiej unikać terminu «rasa chemiczna» w wypadku występowania różnic chemicznych, gdyż wówczas te różnice potwierdzają słuszność dokonanego podziału taksonomicznego. O ile natomiast napotyka się tylko chemiczne różnice, a nie stwierdza morfologicznych, możemy mówić o «rasach chemicznych». Zaznaczyć należy, że omawiane tu różnice muszą być znaczne i stale powtarzające się.

Biosynteza ciał chemicznych w roślinie jest zazwyczaj długim i skomplikowanym łańcuchem przemian, przy czym przyjmuje się, że określone enzymy warunkują każdy poszczególny jego etap. Z powyższego wynika że zmiana w kompleksie enzymatycznym rządzącym procesami przemiany materii w danej roślinie prowadzić może z kolei do zmian jakościowych lub ilościowych w jej składzie chemicznym. Mogą one dochodzić do urzeczywistnienia na podstawie mutacji bądź spontanicznych, bądź pod wpływem zewnętrznych czynników mutagennych. O wpływie zjawiska poliploidalności była już uprzednio mowa. Dołączają się tu jeszcze czynniki geograficznej izolacji («rasy chemiczne» pochodzenia geograficznego).

Jako inny czynnik mogący mieć wpływ na wykształcenie się «ras chemicznych», utrwalenie się lub potęgowanie ilościowe charakteryzującego je składnika chemicznego lub odwrotnie — jego redukcję — należy wskazać skutki wynikające z samozapylenia lub zapylenia krzyżowego roślin.

W hodowli całokształt zabiegów określanych jako selekcja może być decydujący dla otrzymania «ras chemicznych». Praktycznie najlepsze wyniki w hodowli roślin można osiągnąć przez sztuczne zapylenie, dające rasy o wysokiej zawartości cennych dla człowieka substancji chemicznych (cukry, tłuszcze, alkaloidy, glikozydy, terpeny i in.). Na plantacjach też spotykamy najczęściej «ras chemicznych».

Niemniej jednak przy wytwarzaniu się ciał chemicznych w roślinach uwzględnić się musi też wiele innych czynników poza genetycznymi, jak np. *pH* środowiska, obecność ciał towarzyszących, czynniki zewnętrzne, o których

już wspomniano. Dlatego zjawisko «ras chemicznych» nie jest łatwe do interpretacji i ostateczne stwierdzenia wymagają w każdym poszczególnym przypadku bardzo skrupulatnych badań na dokładnie cytologicznie zdeterminowanym materiale.

Znaczenie «ras chemicznych» w systematyce roślin

Dotychczas w systematyce roślin uwzględniano głównie cechy morfologiczne, wyjątkowo anatomiczne, mało natomiast opierano się na różnicach chemicznych. Uwzględnienie tego momentu prowadzi do dalszego zróżnicowania w obrębie poszczególnych gatunków, zwłaszcza u roślin wyższych i to posiadających znaczenie użytkowe.

Dziedzina chemotaksonomii rozwinęła się stosunkowo niedawno w oparciu o obecność substancji roślinnych, takich jak alkaloidy (Hegnauer, Steinegger), terpeny (Penfold, Willis, Stahl, Rovesti, Reitsema), flawonozyny (Hörhammer, Hänsel), glikozydy cjanowodorowe (Dilleman). Hegnauer (1958) wysuwa sugestie skorelowania układu systematycznego roślin skrytopłciowych z chemizmem występujących w nich alkaloidów. Autor ten wykazuje wiele podobieństw i powiązań systematycznych; a jednocześnie wiele luk, które czekają na wyjaśnienie i uzupełnienie. Wydaje się w ogóle, że dla fizjologii i systematyki roślin występowanie alkaloidów ma o wiele większe znaczenie, niż to uprzednio przypuszczano. To chemotaksonomiczne «podkreślenie» alkaloidów jest naturalnie tylko fragmentem ogólnego problemu powiązań pomiędzy cechami chemicznymi a pokrewieństwem roślin i tylko pośrednio dotyka problemu «ras chemicznych».

Odnośnie nomenklatury istnieje szereg propozycji ze strony systematyków. Lanjouw (Utrecht, 1958) proponuje jednakowo traktować «rasy chemiczne» pod względem taksonomicznym i nomenklaturowym i w zależności od okoliczności opisywać je jako «subspecies», «varietas» lub «forma». Rośliny uprawne określane byłyby zgodnie z międzynarodowym kodeksem (*Horticultural Code*) jako «cultivar». Mansfeld (Gatersleben, 1958) proponuje podział gatunków, podgatunków i odmian lub form, wyróżnionych na podstawie chemizmu w zespoły chemiczne lub fizjologiczne z dodatkiem przedrostka «izo». Zatem każdy «species» mógłby mieć kilka «izospecies», «subspecies» kilka «izosubspecies» itd. Tetenyi (Budapeszt, 1958) opowiada się za pozostawieniem dotychczasowej nomenklatury z przedrostkiem «chemo» («chemospecies», «chemocultivar»), gdy wchodzi w grę elementy różnic chemicznych.

Propozycje te zostały przedłożone w Międzynarodowym Biurze Taksonomii i Nomenklatury Roślin w Utrechcie do rozpatrzenia i przedyskutowania przy współpracy systematyków roślin.

Przegląd dotychczasowych badań «ras chemicznych» wśród roślin leczniczych

a) Rośliny alkaloidowe

Wspomniano już uprzednio o badaniach Moensa nad alkaloidowym gatunkiem *Cinchona Ledgeriana* Moens. Inne badania dotyczące «ras chemicznych» wśród roślin alkaloidowych prowadzili m.in. Steinegger i współpr. — dla gatunków z rodzin *Solanaceae* i *Lobeliaceae*, von Sengbusch (1942), Lamberts (1957), Nowacki (1959), Wiewiórowski i współpr. (1958) — dla gatunków *Lupinus*, Poisson (1958) dla *Rauwolfia serpentina* Benth. różnego pochodzenia geograficznego, Marion (1945), Schöpf i Unger (1956) — analizowali «rasy chemiczne» gatunku *Sedum acre* L., Achmatowicz i współpr. (1938, 1955), Manske — *Lycopodium clavatum* L., Hills i współpr. (1953) znaleźli w gatunku *Duboisia myopyroides* R. Br., pochodzącym z Nowej Kaledonii zasady nikotynowe obok tropinowych, właściwych rodzajowi *Duboisia*. Wymieniony gatunek znany jest poza tym w Australii jako wytwarzający w zależności od rejonu geograficznego skopolaminę lub hyosoyaminę. Bauer (1939) i Küssner (1940) wyróżnili rasy chemiczne hodowanego maku *Papaver somniferum* L. Wielu autorów opisuje rasy przetrwalnika buławinki czerwonej *Claviceps purpurea* Tul. o różnym chemizmie. Na tle prostej morfologii tego przetrwalnika uwydatnia się wyraźnie problem «ras chemicznych» ze wszystkimi jego praktycznymi konsekwencjami.

b) Rośliny olejkowe

Wyróżniono stosunkowo dużo «ras chemicznych», szczególnie wśród gatunków pochodzenia australijskiego. Penfold i Morrison (1927) stwierdzili w gatunku *Eucalyptus dives* Schauer i in. kilka różnych «ras chemicznych», Guillaumin (1930), Glichitsch i Naves (1953), Rovesti (1952, 1957) — wykazali w gatunkach rodzaju *Ocimum* liczne «rasy» o różnym składzie chemicznym olejków (olejki szawikolowe, eugenolowe, kamforowe, cyneolowe i in.). Rovesti (1957) — szereg prac poświęcił wpływowi warunków zewnętrznych, położenia geograficznego na skład chemiczny olejków, wyróżniając przy tym wiele «ras chemicznych», zwłaszcza wśród gatunków z rodz. *Labiatae* pochodzenia abisyńskiego (*Micromeria*, *Ocimum*), Karma (1957) — badał wpływ szerokości geograficznej na zawartość olejku *Matricaria chamomilla* L. Willis (1957) — wyróżnił wiele «chemotypów» wśród australijskich gatunków z rodzajów *Eucalyptus*, *Cinnamomum*, *Melaleuca*. Wulff (1950, 1954) — wspomniany wyżej — badał rasy poliploidalne *Acorus calamus* L., Stahl (1952, 1953) oraz Deufel (1954) — stwierdzili występowanie azulenowych i bezazulenowych ras krwawnika pospolitego *Achillea*

millefolium L. oraz zbadali genetyczne uwarunkowanie tego zjawiska. W Polsce zajmowali się tym zagadnieniem Michaluk i Oświecimska (1956). Hirota (1951) oraz Youngman (1952) — wyróżnili pod względem systematycznym kilka «chemicznych ras» drzewa *Cinnamomum camphora* (L.) Ness et Eb. Gurwicz (1938) — wskazał na możliwość występowania «ras chemicznych» w rodzaju *Thymus*. Hegnauer (1954) — w swoich studiach nad rodzajem *Mentha* i zbiorowym gatunkiem *Thymus serpyllum* L. dał piękną syntezę badań fitochemicznych z szerokim uwzględnieniem stanowiska botaniczno-systematycznego.

c) Rośliny glikozydowe

Antocjanozydy: Lawrence i Price (1940) — opisali rasy w gatunkach *Lathyrus odoratus* L. i *Primula sinensis* Hance, różniące się tylko zabarwieniem kwiatów. W Polsce zajmowały się antocjanowymi formami roślin leczniczych — Turowska i Skwara (1959, 1960).

Flawonozydy: szeroko zakrojone badania roślin flawonozydowych prowadzone są przez Hörhammera i współpr. (1955, 1958). Dotychczas jednak nie sprecyzowano wyraźnie «ras chemicznych» u poszczególnych gatunków.

Glikozydy kardenolidowe: Mather i Dyer (1944) oraz Van Os i współpr. (1954) wyróżnili «rasy chemiczne» u *Digitalis purpurea* L., charakteryzujące się różnym stosunkiem digitoksyny i gitoksyny, zależnie od pochodzenia geograficznego.

Glikozydy cjanowodorowe — to grupa roślin stosunkowo obszernie zbadana. Armstrong, Armstrong i Horton (1912, 1913) — pierwsi zaobserwowali «rasy chemiczne» w gatunku *Trifolium repens* L. Corkill (1940, 1942, 1952), Daday (1954), Dilleman (1950, 1953, 1957) — wykazali istnienie czterech «ras chemicznych» gatunku *Trifolium repens* L., które można otrzymać przez selekcję. Badanie «ras chemicznych» *Trifolium repens* L. jest szczególnie wdzięczne i przejrzyste do udokumentowania, gdyż obecność wolnego cjanowodoru w roślinach da się łatwo wykryć (poszczególne rasy są cjanogenetyczne lub nie). Z innych roślin cjanogenetycznych, jakie zbadano pod względem występowania «ras chemicznych», należy wymienić *Lotus corniculatus* L. oraz rodzaj *Linaria*.

Glikozydy saponinowe i antrachinonowe: w tych grupach przeprowadzono również szereg obserwacji wskazujących na możliwość występowania «ras chemicznych».

Odnośnie roślin zawierających ciała chemiczne innego typu należy wspomnieć o dwóch interesujących przykładach, a mianowicie: konopi *Cannabis sativa* L. i krzewu herbacianego *Thea sinensis* L. Wielu badaczy (Sabalitschka 1924, 1925, Straub 1928, Paris 1949, Pulewka 1950, Merz i Bergner 1940) doszło do przekonania, że indyjskie konopie, dostarczające znanego narkotyku «haszyszu» — to tylko forma fizjologiczna (czyli «rasa che-

miczna») europejskich konopi, nie odróżniająca się od nich cechami morfologicznymi. Drugi przykład: wśród wymienionych w Indiach trzech morfologicznych odmian herbaty: var. *assamica*, var. *sinensis* i var. *cambodiana* — spotyka się typy o charakterystycznym obrazie mikroskopowym ogonka liściowego, wyróżniających się stałą ilością druzów szczawianu wapniowego na przekroju poprzecznym. Cecha ta wiąże się z innymi cechami chemicznymi jak zawartość potasu, wapnia, związków flawonowych. Typy te nie pokrywają się z wymienionymi odmianami taksonomicznymi — są niezależne od morfologii, a więc możemy je zaliczyć do «ras chemicznych».

Hegnauer (1959) wspomina o doniosłości badań cytogenetycznych wielu gatunków roślin leczniczych. Wiąże się z tym sprawa wyróżnienia dalszych «ras chemicznych» w gatunkach takich rodzajów jak *Dryopteris*, *Nasturtium*, *Viola*, *Crataegus*, *Mentha*, *Thymus*, *Valeriana*, *Achillea*, *Veratrum* i in. Problem ten posiada wielkie znaczenie praktyczne dla farmakognozji, gdyż rośliny z wymienionych rodzajów dostarczają wielu surowców farmaceutycznych, które stanowią winny jednolity materiał. Wynika stąd konieczność dokładnego opracowania genetycznego i fitochemicznego poszczególnych gatunków i to w skali międzynarodowej, aby uwzględnić dostatecznie czynniki geograficzne.

Wnioski

1. Problem występowania «ras chemicznych» wśród roślin nie został jeszcze dokładnie sprecyzowany i znajduje się obecnie w stadium dyskusji.
2. Dla skonkretyzowania poglądu na występowanie «ras chemicznych» konieczne jest uwzględnienie aspektów klasycznej systematyki roślin oraz aspektu nowoczesnej genetyki i fitochemii.
3. Możemy spodziewać się w najbliższym czasie ujednoczenia nomenklatury taksonomicznej odnośnie «ras chemicznych» wśród roślin.
4. Znaczenie występowania «ras chemicznych» jest szczególnie duże dla roślin użytkowych, a przede wszystkim leczniczych. Należy się z tym zjawiskiem liczyć w hodowli roślin leczniczych i farmakognozji, uwzględniając możliwość «ras chemicznych» u roślin dostarczających surowców, a w związku z tym rozszerzyć zakres badań fitochemicznych.
5. Dużo wyjaśnień w zakresie omawianego tematu przynieść może dalszy rozwój badań nad biogenezą «wtórnych» substancji roślinnych.

Z Zakładu Botaniki Farmaceutycznej A. M. w Krakowie

LITERATURA

- Achmatowicz A., Uziembło W., 1938. Roczniki Chemii 18, 88.
 — Rodewald W., 1955. Roczniki Chemii 29, 205.
 Armstrong H. E., Armstrong E. F., Horton E., 1912. Proc. Roy. Soc. London B 84, 471.
 — — — 1913. Proc. Roy. Soc. London B 86, 262.

- Atwood S. S., Sullivan J. T., 1943. *Heredity* 34, 311.
- Bauer K. H., 1939. *Pharm. Zentralhalle* 80, 533.
- Björkman O., Holmgren P., 1958. *Physiolog. Plantar.* 11, 154.
- Corkill L., 1940. *New Zealand J. Sci. and Techn.* 22, 64 B.
- 1942. *New Zealand J. Sci. and Techn.* 23, 178 B.
- 1952. *New Zealand J. Sci. and Techn.* 34 A, 1.
- Daday H., 1954. *Nature* 174, 521.
- Deufel J., 1954. *Pharmazie* 9, 756.
- Dilleman G., 1950. *Annal. pharmaceut. franc.* 8, 202.
- 1953. *Rev. gen. botan.* 60, 338 i 401.
- 1957. *Pharm. Weekbl.* 92, 853.
- 1959. *Annal. pharmaceut. franc.* 17, 214.
- Duquenois P., 1959. *Annal. pharmaceut. franc.* 17, 634.
- Evans W. C., 1957. *Pharmaceutical Journal*, 505.
- Gildemeister E., Hoffman F., 1931. *Die ätherischen Oele*, Leipzig.
- — 1956. *Die ätherischen Oele*, t. I i IV Berlin.
- Glichitsch L. S., Naves Y. R., 1933. *Chem. Industry* 1029 wg *Schimmelberichte* 1934, 51.
- Guenther E., 1952. *The essential Oils*, New York Toronto.
- Guillamain A., 1930. *Bull. Sc. Pharmacol.* 37, 431.
- Gurwicz I., 1938. *Schimmel Berichte* 107.
- Haensel R., 1956. *Arch. Pharm.* 289, 659.
- Hedin L., 1932. *Rev. scient.* 70, 637.
- Henry T. A., 1949. *The Plant Alkaloids*, London.
- Hegnauer R., 1948. *Ber. Schweiz. Bot. Ges.* 58, 391; *Biol. Abstr.* 1950/V 10276.
- 1954. *Phyton* 5, 194.
- 1954. *Pharm. Acta Helv.* 29, 203.
- 1956. *Pharmazie* 11, 638.
- 1957. *Pharm. Weekbl.* 92, 860.
- 1958. *Planta medica* 6, 1.
- 1958. *Taxon* 7 (2), 39.
- 1959. *Pharm. Zeitung* 104, 382.
- Hills K. L., Bottomilly W., Mortimer P. I., 1953. *Nature* 171, 435.
- Hirota N., 1951. *Mem. Ehime. Univ. (Japan)* 1, 1 wg *Schimmel Berichte* 1955, 21.
- Hörhammer L., Haensel R., 1955. *Arch. Pharm.* 285, 154.
- Wagner H., Götz H., 1958. *Arch. Pharm.* 291, 44.
- Howard H. W., Manton J., 1946. *Ann. Bot. N. S.* 10, 1.
- Hummel K., 1958. *Planta medica* 6, 454.
- Karma W., 1957. *Miltitzer Berichte*, 232.
- Koelle G., 1953. *Pharmazie* 8, 525.
- Kolesnikow D. G., Szwarcman A. G., 1939. *Žurn. Obszcz. Chim.* 9, 2156; *Chem. Abstr.* 1940, 34, 4072.
- Küssner W., 1940. *Mercks Jahresbericht* 54, 29.
- Lamberts H., 1957. *Pharm. Weekbl.* 92, 825.
- Lanjouw J., 1958. *Taxon* 7 (2), 43.
- Lawrence W. J. C., 1940. *Biol. Rev.* 15, 35.
- Maizite J., 1942. *Arch. Pharm.* 280, 173.
- Mansfeld R., 1958. *Taxon* 7, (2), 41.
- Manske R. H. F., Marion L., 1943. *Canad. J. Res.* 21 B, 92.
- Marion L., 1945. *Canad. J. Res.* 23 B, 165, *Chem. Abstr.* 1946, 40, 1943.
- Mather M., Dyer F., 1944. *Quart. J. Pharm. Pharmacol.* 17, 102.
- Merz K. W., Bergner K. G., 1940. *Arch. Pharm.* 278, 50 i 97.

- Michaluk A., Oświecimska M., 1956. Dissert. Pharm. 8, 115.
- Moens J. C. B., 1882. De Kinacultur in Azië Batavia.
- Mothes K., 1957. Pharm. Weekbl. 92, 817.
- Nowacki E., 1958. Bul. Acad. Pol. Scienc. 6, 11.
— 1959. Wiadomości Botaniczne 3, 51.
- Paris R., du Merac M. L., 1949. Annal. pharm. franc. 7, 47.
- Penfold A. R., Morrison F. R., 1927. J. Proc. Roy. Soc. N. S. Wales 61, 54.
- Poisson J., 1958. These Doct. Sc. Paris.
- Pulewka R., 1950. Arch. exper. Pathol. u. Pharmacol. 211, 278.
- Read J., 1944. Endeavour III, 47.
- Reitsema R. H., Cramer F. J., Fass W. E., 1957. J. Agricult. a. Food Chemistry 5, 779.
- Robinet A., 1858. Communication à la Societe de Pharmazie de Paris J. Pharm. Chimie 33, 451.
- Rochelmayer H., 1950. Pharmazie 4, 326.
- Rosenthaler L., 1948. Pharm. Acta Helv. 23, 265.
- Rovesti P., 1952. 1953. Ind. Parfum. 7, 166 i 8, 156 wg Schimmel Berichte 1954, 80.
- Rovesti P., 1957. Pharm. Weekbl. 92, 843.
- Rowson J. M., 1950. J. Pharm. Pharmacol. 2, 201.
- Sabalitschka T., 1924/t25. Heil. u. Gewürzpflanzen, VII Bd., 73.
- Sengbusch v. R. — 1942 Landwirtschaftl. Jahresbuch 91, 724.
- Schöpf C., Unger C., 1956. Experientia 12, 19.
- Skalińska M., 1950. Extrait du Bulletin de l'Acad. Pol. Scienc. Ser. Biol. I, 149.
- Stahl E., 1952. Pharmazie 7, 863.
— 1953. Deutsche Apoth. Ztg. 93, 197.
— 1957. Pharm. Weekbl. 92, 829.
— 1957. Essenze deriv. agrum. 27, 188; Chem. Abstr. 1958, 52, 10507.
- Steinegger E., 1957. Pharm. Weekbl. 92, 820.
- Stoll A., 1947. Produits pharmaceut. 7, 293.
- Straub W., 1928. Münch. Med. Wochenschr. 75, 49.
- Tattje D. H. E., Van Os F. H. L., 1953. Pharm. Weekbl. 88, 237.
- Tetenyi P., 1958. Taxon 7 (2), 40.
- Toxopeus H. J., 1952. Euphytica 4, 34.
- Turowska I., Skwara B., 1958. Acta biol. cracov. 1, 79.
— — 1960. Wiadomości Botaniczne 4, 11.
- Van Os F. H. L., 1954. Annal. pharmaceut. franc. 12, 257.
— Galenkamp C. H., Kliphuis A. R., 1954. Pharm. Weekbl. 89, 429.
— 1957. Pharm. Weekbl. 92, 846.
- Wiewiórowski M., Bratek M. D., 1956. Bul. Acad. Pol. Scienc. 4, Nr 1.
- Wight W., 1958. Nature 181, 893 i 1355.
- Williams R. D., 1939. J. Genetics 38, 357.
- Willis G., 1957. Miltitzer Berichte 233.
- Wulff H. D., 1950. Arch. Pharm. 283, 155.
— 1954. Arch. Pharm. 287, 529.
- Youngman B. J., 1952. Kew Bull. 61 wg Schimmel Berichte 1955, 164.