

JAN JERZY STANISŁAWSKI

WPLYW GIBERELINY A_3 NA KIELKOWANIE, WZROST, ROZWÓJ I PLONOWANIE ROŚLIN

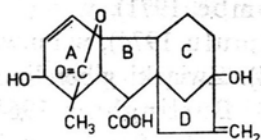
Japoński badacz Kurosawa w roku 1926 opublikował pierwsze wyniki doświadczeń wskazując, że na ryżu rozwija się pasożytniczy grzyb *Gibberella fujikuroi* (stadium konidialne: *Fusarium moniliforme*), który przedostaje się do roślin z gleby poprzez system korzeniowy i poraża tkankę naczyniową, powodując wędnięcie roślin. Charakterystycznym objawem porażenia była nadmierna wybijałość naziemnych części ryżu. Wykazał on również, że bezkomórkowy wyciąg z kultur grzyba *Gibberella fujikuroi* wywołuje analogiczne objawy nadmiernego wydłużania części wegetatywnych, jak sam grzyb rozwijający się w tkankach roślinnych. Dalsze prace badaczy japońskich Yabuta, Hayashi i Sumiki doprowadziły do wyodrębnienia z produktów przemiany materii grzyba związków chemicznych, które nazwano giberelinami od łacińskiej nazwy grzyba — producenta *Gibberella* (Muromcew i Pieńkow 1964). Curtis i Cross (1954) wykryli w kulturach *Gibberella fujikuroi* dwie różne gibereliny o odmiennych stałych fizyko-chemicznych, oznaczonych przy zastosowaniu analizy widmowej i rentgenowskiej. Jedną z badanych substancji był kwas giberelinowy o temperaturze top. 233—235°C, drugą giberelina A o temp. top. 242—244°C. Obydwie gibereliny prowadziły do otrzymania różnych pochodnych o odmiennych właściwościach fizyko-chemicznych. Takahashi, Seta, Kitamura, Kawarada i Sumiki (1957) stwierdzili trzy izomery gibereliny A_1 a mianowicie pseudogiberelinę A_1 , isogiberelinę A_1 oraz giberelinę C, które to izomery różniły się temperaturami topnienia oraz innymi stałymi fizyko-chemicznymi. Takahashi, Seta, Kitamura i Sumiki (1957) określili strukturę kwasu giberelinowego oraz gibereliny A_1 . Strukturę chemiczną gibereliny A_1 , jej własności, przemiany metaboliczne oraz produkty degradacji badali Seta, Kitamura, Takahashi i Sumiki (1957), Grove, Jeffs i Mulholland (1958), Seta, Takahashi, Kitamura, Takai, Tamura i Sumiki (1958), Seta, Takahashi, Kitamura i Sumiki (1958), Seta, Takahashi, Kitamura, Takai, Tamura i Sumiki (1959), Seta, Takahashi, Kawarada, Kitamura i Sumiki (1959). Wzory strukturalne najwcześniej poznanych giberelin oraz ich własności fizyko-chemiczne opracowali Kitamura, Seta, Takahashi, Kawarada i Sumiki (1957), Takahashi,

Seta, Kitamura i Sumiki (1957 a), Takahashi, Seta, Kitamura i Sumiki (1958), Brian, Grove, Hemming, Mulholland i Radley (1958), Kitamura, Seta, Takahashi, Kawarada i Sumiki (1959), Kitamura, Takahashi, Seta, Kawarada i Sumiki (1959). Kitamura, Takahashi, Seta i Sumiki (1958) podali charakterystykę przemian metabolicznych jakim ulega giberelina A_2 oraz A_4 . Sheppard (1960) na podstawie magnetycznego widma rezonansu jądrowego oznaczał położenie pierścienia laktonowego w strukturze giberelin. Edwards, Nicolson, Apsimon i Whalley (1960) ustalili budowę pierścienia laktonowego związanego z pierścieniem A giberelin. Masamune (1961) określił stereochemię pierścienia A giberelin. Cross, Grove i Morrison (1961) opisali położenie podstawników hydroksylowych rozmieszczonych wokół gibanu u już poznanych giberelin, podczas gdy samą strukturę pierścienia badali: Money, Raphael, Scott i Young (1961). Knapp (1961) podał wzory strukturalne oraz fizykochemiczną charakterystykę giberelin A_1 — A_6 . Dla wymienionych giberelin wartości pK oznaczył Tidd (1964).

Aktywność fizjologiczną wykazują również niektóre pochodne oraz produkty degradacji giberelin, które szczegółowo badali Mulholland i Ward (1954), Cross, Grove, MacMillan i Mulholland (1956), Gerzon, Bird i Woolf (1957), Morrison i Mulholland (1958), Mulholland (1958), Cross, Grove, MacMillan i Mulholland (1958), Sell, Rafos, Bukovac i Wittwer (1959), Takahashi, Seta, Kitamura i Sumiki (1959, 1959 a), Stork i Newman (1959), Cross, Grove, McCloskey, Mulholland i Klyne (1959), Cross, Grove, MacMillan, Moffatt, Mulholland, Seaton i Sheppard (1959), Loewenthal (1960), Moffatt (1960), Birch, Rickards, Smith, Winter i Turner (1960), Loewenthal i Malhotra (1962), Moffatt (1963) Kos i Loewenthal (1963), Jones i McCloskey (1963), Jones, Grove i MacMillan (1964).

Współcześnie znane są liczne gibereliny A_1 — A_{34} , które posiadają odmienną budowę chemiczną i różnią się właściwościami fizykochemicznymi, wykazując odmienny wpływ na wzrost i rozwój roślin (Takahashi Seta, Kitamura i Sumiki 1959, Sembdner, Gross i Schreiber 1962, Ikekawa, Kagawa i Sumiki 1963, MacMillan i Suter 1963, Michniewicz 1963, Brian, Hemming i Lowe 1964, Guttridge i Thompson 1964, Muromcev 1964, Paleg, Aspinall, Coombe i Nicholls 1964, Cross i Norton 1965, Dennis i Edgerton 1965, Galt 1965, Dennis i Nitsch 1966, Geissman, Verbiscar, Phinney i Cragg 1966, Tamura, Takahashi, Murofushi i Kato 1966, Schreiber, Weiland i Sembdner 1967, Bewley, Negbi i Black 1968, Harrison, Mac Millan i Galt 1968, Jones 1968, Jones i Lang 1968, Koshimizu, Fukui, Inui, Ogawa i Mitsui 1968, Binks, MacMillan i Pryce 1969, Takahashi, Yokota, Murofushi i Tamura 1969, Yokota, Takahashi, Murofushi i Tamura 1969, Crozier, Kuo, Durley i Pharis 1970, Sińska i Lewak 1970, Yokota, Murofushi i Takahashi 1970, Crozier i Reid 1971, Jones, Stoddart, MacMillan i Cloke 1971, Napp-Zinn 1971, Ross i Bradbeer 1971, Durley i Pharis 1972, Graebe 1972, Krishnamoorthy 1972, Ram

i Jaiswal 1972, Rudich, Halevy i Kedar 1972, El Hinnawy 1973, Gaskin i MacMillan 1973, Sińska, Lewak Gaskin i MacMillan 1973, Zeevaart 1973). Giberelina A_3 posiada następujący wzór strukturalny:



Szlaki metaboliczne biosyntezy giberelin badali: Birch, Rickarsd i Smith (1958), Birch, Rickards, Smith, Harris i Whalley (1959), Graebe, Dennis, Upper i West (1965), Dennis i West (1967), Hanson i White (1969). Stymulujący wpływ światła czerwonego na biosyntezę giberelin w liściach jęczmienia badali Reid, Clements i Carr (1968) oraz Reid i Clements (1968). Spector i Phinney (1968) wyodrębnili z grzyba *Gibberella fujikuroi* dwa geny, które kontrolują biosyntezę giberelin. Pierwszy z nich określony jako gen (g_1) kontrolujący produkcję wszystkich giberelin, natomiast drugi gen (g_2), kontroluje wyłącznie biosyntezę gibereliny A_1 i A_3 . Loveys i Wareing (1971) stwierdzili, że światło czerwone stymuluje biosyntezę giberelin w etiolowanych liściach pszenicy. Phillips (1971) wykazał, że cukrowce stymulują u roślin biosyntezę giberelin. W etiolowanych siewkach soi, biosyntezę endogennych giberelin inhibitował AMO — 1618 (Soteros i Pillay 1972).

Występowanie endogennych giberelin stwierdzono w nasionach i siewkach fasoli (Stuart i Cathey 1960, Skene i Carr 1961, Cavell, Mac Millan, Pryce i Sheppard 1967, Crozier i Audus 1968, Crozier, Aoki i Pharis 1969, Schreiber, Weiland i Sembdner 1967, Skene 1970, Reynolds 1970), lulka czarnego (Lang 1960), truskawki (Porlingis i Boynton 1961), w pędach pomidorów (Reid i Crozier 1971), w pędach kukurydzy (Jones 1964, Railton i Phillips 1973) w nasionach i siewkach grochu (Carr Reid i Skene 1964, Köhler 1965, 1965 a, Köhler 1970 a, Kopcewicz 1970 b, Köhler 1971), w korzeniach i pędach słonecznika (Phillips i Jones 1964, Phillips 1972), w czasie zawiązywania ziarna jęczmienia, oraz w dojrzałych ziarnach i w okresie kiełkowania jęczmienia (Jones, MacMillan i Radley 1964, Cohen i Paleg 1967, Rejowski 1969), w pąkach kwiatowych tytoniu (Sembdner i Schreiber 1965), w nasionach moreli (Jackson i Coombe 1966), w nasionach sałaty (Köhler 1966, 1966 a) w pędach prawoślaza (Harada i Nitsch 1967), w kwiatostanach i owocostanach topoli czarnej (Kamieńska 1967), w czasie ukorzeniania zrazów topoli czarnej (Michniewicz i Kriesel 1970) w korzeniach winorośli właściwej (Skene 1967, Iwahori, Weaver i Pool 1968), w liściach koniczyny (Treharne i Stoddart 1968) w pędach ryżu (Suge i Murakami 1968) w nasionach leszczyny (Ross i Bradbeer 1968), w nasionach topinamburu (Kamisaka i Masuda 1968), w pędach i kwiatostanach sosny Kopcewicz 1968, 1968 a, Kopcewicz 1969), w nasionach sosny (Kopcewicz 1971), w pędach i korzeniach wierzby (Hoad i Bowen 1968, Haissig 1972, Michniewicz i Kriesel 1972), w liściach mniszka pospolitego (Fletcher, Oegema i Horton 1969), w pędach żywo-

ródki (Zeevaart 1969), w liściach kapusty (Stoddart 1969), w pędach różanecz-
nika (Godkin i Ballantyne 1970) w ziarnie oraz koleoptylach pszenicy (Chin
i Beevers 1970, Radley 1970), w nasionach jabłek (Smoleńska i Lewak
1971), w nasionach śliwy (Coombe 1971), w nasionach orzecha ziemnego (Sre-
eramulu i Rao 1972, Sreeramulu 1974), w bulwach ziemniaczanych (Railton
i Wareing 1973, Białek 1974). Związki giberelinopodobne syntetyzuje również
azotobakter (Jackson, Brown i Burlingham 1964), oraz bakterie (*Thiobacillus
novellus*) co wykryli Gairola, Bhalla, Sabharwal i Aleem (1972).

W licznych badaniach fizjologicznych dużo uwagi poświęcono giberelinie A_3 ,
której aktywność w procesach kiełkowania nasion, wzrostu, rozwoju i owocowania
roślin będzie przedmiotem dalszych rozważań.

Nikołaeva (1962) analizując wpływ gibereliny A_3 na kiełkowanie nasion,
wyróżnia dwa typy spoczynku, a mianowicie spoczynek niegłęboki oraz spoczynek
głęboki. Ze spoczynku niegłębokiego wychodzą nasiona w czasie przechowywania
lub pod wpływem światła. W tym typie spoczynku okrywy nasienne zapobiegają
kiełkowaniu. Usunięcie względnie uszkodzenie okryw nasiennych umożliwia kiełko-
wanie oraz normalny wzrost roślin. Spoczynek głęboki warunkowany jest wieloma
czynniki metabolicznymi. Nasiona w stanie spoczynku głębokiego wymagają
kilkumiesięcznej stratyfikacji względnie innych warunków. Ten typ spoczynku nie
jest wyłącznie uzależniony od okrywy nasiennej. Na działanie gibereliny A_3 słabo
reagują nasiona, które nie przechodzą spoczynku oraz nasiona po zakończonym
okresie spoczynku, natomiast bardzo wyraźnie reagują nasiona w stanie spoczynku
niegłębokiego jak również nasiona wymagające udziału światła do kiełkowania.

Wielokrotnie stwierdzono stymulujący wpływ gibereliny A_3 na kiełkowanie
nasion: sałaty (Kahn 1960, Harada i Koizumi 1971, Vyas i Garg 1971,
Burdett 1972, Berrie, Paterson i West 1974), pekanu (Wiggans i Martin
1961), czy fistaszka (Ayfer i Serr 1961). Paleg, Coombe i Buttrose (1962)
wykazali, że GA_3 stymuluje kiełkowanie ziarna szesnastu odmian jęczmienia, nie
wywierając wpływu na kiełkowanie siedmiu odmian. Stymulujący wpływ gibereliny
 A_3 na kiełkowanie jęczmienia obserwował Chrispeels i Varner (1966). Pollard
i Singh (1968) dowiedli, że giberelina A_3 stymulując kiełkowanie ziarna jęczmienia,
wywołuje w warstwie aleuronowej inkorporację leucyny do białek. Rejowski
i Kulka (1970) wykazali, że giberelina A_3 przerywa głęboki spoczynek jęczmienia
jarego. Stymulujący wpływ gibereliny A_3 na kiełkowanie jęczmienia stwierdzili
następnie Jones i Price (1970), Buttrose (1971) Briggs (1972). Regulator ten
inicjuje kiełkowanie nasion: belladonny (Kuskowa 1965), orzecha laskowego
(Pinfield 1968, Jarvis, Frankland i Cherry 1968), przerywa spoczynek
ziarna żyta ozimego (Schachl 1968), nasion brzozy karłowej (Junttila 1970),
nasion jabłoni (Kawecki 1970, 1970 a), embriónów pszenicy (Chen i Osborne
1970), jak również ziarna pszenicy (Lado, Rasi-Caldogno i Colombo 1974).
Chen (1970) zbadał, że nasiona fasoli błękitnej, które kiełkują wyłącznie w ciemności,
poddane działaniu gibereliny A_3 uzyskały zdolność kiełkowania w warunkach
świetlnych. Kopcewicz (1970) ustalił, że giberelina A_3 nie jest zdolna do stymulowa-
nia kiełkowania nasion sosny w ciemności, którą to własność wykazuje giberelina

A₄, A₇ oraz A₁₃. Giberelina A₃ stymuluje kiełkowanie ziarna owsa (Chen i Park 1973), nasion zarazy (Garas, Karssen i Bruinsma 1974), oraz nasion brzoskwini (Walker i Donoho 1974). Rolę giberelin w procesie kiełkowania nasion różnych roślin szczegółowo charakteryzują Grzesiuk i Rejowski (1964), Grzesiuk (1967) oraz Amen (1968).

Wielokrotnie stwierdzono, że giberelina A₃ działa stymulująco na wegetatywny wzrost: dyni (Kępkowa 1958, Splittstoesser 1970), grochu (Kępkowa 1968, Razumov i Limar 1959, Gwan, Feng i Hsu 1964, Tietz 1973), fasoli (Kępkowa 1958, Alvim 1960, Downs i Cathey 1960, Proano i Greene 1968, Sankhla i Shukla 1970), pomidorów (Kępkowa 1958, Razumov i Limar 1959, Kiermayer 1960, Courter i Drinkwater 1961, Berry i Smith 1969), kukurydzy (Razumov i Limar 1959, Maślowski, Gniot-Szulżycka i Rzeźniowiecki 1971), truskawki (Porlingis i Boynton 1961, Guttridge 1966), orzecha ziemnego (Halevy, Ashri i Ben-Tal 1969), konopi (Chrjanin 1971), szpinaku warzywnego (Zeevaart 1971), ryżu (Takahashi i Sato 1972), asparagusa (Gumińska, Lisiak, Ludwikow i Michalska 1972), klonu tatarskiego (Nikołajeva, Petrova, Daleckaja 1973). Giberelina A₃ wpływa również na wzrost izolowanych części roślin, inicjując wzrost epikotyli soczewicy (Nitsan i Lang 1966), hypokotyli sałaty (Rai i Laloraya 1968), koleoptyli pszenicy (Drury 1969), liścieni ogórka (Knypl i Rennert 1970), wycinków liści jęczmienia (Poulsen i Beevers 1970), segmentów kukurydzy (Strogonova 1971), epikotyli grochu (Komoto, Ikegami i Tamura 1973), odcinków owsa (Adams, Kaufman i Ikuma 1973), Kaufman i Jones 1974) czy też hypokotyli ryżu (Takahashi 1973). Regulator ten stymuluje wzrost powierzchni blaszek liściowych (Razumov i Limar 1959, Wheeler i Humphries 1964, Czarnolewski i Lewandowska 1965, Yopp 1973), działając równocześnie inhibitująco na wzrost korzeni (Alvim 1960, Krelle i Libbert 1969, Swaraj i Garg 1970, Nanda, Anand i Chibbar 1972, Biran, Leshem, Gur i Halevy 1974).

Na uwagę zasługuje zależność między aktywnością giberelin i auksyn w procesach wzrostowych roślin. Pilet (1957) podaje, że giberelina A₃ inhibituje systemy utleniające auksyny, dzięki czemu zwalnia tempo ich enzymatycznej inaktywacji, co wpływa na stymulację auksyn w tkankach. Kuse (1958) donosi, że giberelina A₃ stymuluje wzrost roślin przy udziale endogennych auksyn. Pilet i Collet (1959) wskazują, że giberelina A₃ inhibituje aktywność oksydazy kwasu 3-indoliloctowego i z tego względu zwiększa aktywność endogennych auksyn. Libbert i Gerdes (1964) wnioskuje, że sama giberelina A₃ nie inicjuje wzrostu roślin, natomiast bardzo niskie nawet stężenia kwasu 3-indoliloctowego umożliwiają wystąpienie efektów wzrostowych wywoływanych przez giberelinę A₃. Knypl i Rennert (1967) stwierdzili spadek aktywności oksydazy kwasu 3-indoliloctowego w odcinkach hypokotyli ogórka pod wpływem gibereliny A₃. Šebanek i Hink (1967) wykazali, że gibereliny transportowane są w roślinach do merystemu wierzchołkowego powodują aktywację endogennych auksyn, dzięki czemu występuje wzmożony wzrost wierzchołkowej części roślin.

Efekty wzrostowe inicjowane przez giberelinę A₃ warunkowane są równoczesnym

działaniem endogennych inhibitorów. Köhler i Lang (1963) wykryli występowanie w niedojrzałych nasionach fasoli (*Phaseolus lunatus* L.) inhibitora niwelującego fizjologiczną aktywność giberelin. Wyodrębniony inhibitor nie wywierał wpływu na wzrost roślin, lecz całkowicie likwidował wpływ gibereliny A_3 na wzrost karłowatych odmian grochu. Pochodne uracylu, a szczególnie 5-fluorouracyl, 5-bromouracyl oraz 2-tiouracyl inhibują procesy kiełkowania, wzrostu i kwitnienia. Jak stwierdził Khan (1966) giberelina A_3 znosi inhibujące działanie pochodnych uracylu. Specyficzne inhibitory wzrostu o właściwościach antygiberelin (Michniewicz 1966) wyodrębniono z niedojrzałych nasion, z owoców, z siewek i liści niektórych roślin. Związki te niwelują efekty wzrostowe inicjowane przez giberelinę A_3 lecz nie wykazują aktywności w testach biologicznych specyficznych dla auksyn, jak również nie wpływają na wzrost indukowany przez kwas 3-indolilooctowy. Inhibitory o właściwościach antygiberelin można łatwo oznaczać metodami mikrobiologicznymi (Michniewicz 1968). Bielińska-Czarnecka i Domańska (1969) badając przechowywane bulwy ziemniaka stwierdziły, że pod wpływem gibereliny A_3 obniża się poziom inhibitorów. Dalsze badania autorek wykazały, że pod wpływem gibereliny A_3 zmieniają się ilościowe stosunki endogennych regulatorów w okresie przechowywania ziemniaków (Bielińska-Czarnecka i Domańska 1970). Michniewicz i Galoch (1971) stwierdzili, że egzogenna giberelina A_3 nie wywierała wpływu na poziom inhibitora o właściwościach kwasu abscyzynowego w siewkach fasoli, natomiast silnie obniża zawartość tego inhibitora w korzeniach. Inhibitory roślinne opisują: Cleland (1963), Mer (1968), Valio, Burden i Schwabe (1969), Gibbons i Wilkins (1970), Cutler (1970), Taylor i Burden (1970), Kalinnikov i Tolokonnikov (1971), Firn, Burden i Taylor (1972), Anderson, Mandava i Gunn (1972), Shaw i Wilkins (1973), Pilet (1973), Tillberg (1974).

Giberelina A_3 wywiera również wpływ na wzrost tkanek kalusowych. Helgeson i Upper (1970) stwierdzili, że GA_3 w stężeniu $10^{-3}M$ zwiększa świeżą i suchą masę tkanek kalusa tytoniu. Niskie stężenia gibereliny A_3 stymulują wzrost tkanek kalusowych tytoniu (*Nicotiana tabacum* L. cv. Wisconsin nr 38), podczas gdy stężenia wysokie hamują go (Li, Rice, Rohrbaugh i Wender 1970). Giberelina A_3 umożliwia formowanie się pędu w tkankach kalusowych tytoniu (*Nicotiana tabacum* L. cv. W. 38) co wykazali Thorpe i Meier (1973). Wiele innych jeszcze wyników odnośnie wpływu giberelin na wzrost roślin podają wcześniejsze artykuły przeglądowe (Kępkowa 1958, Michniewicz 1959, Góra 1960, Michniewicz 1963, Soczek 1968, Kopcewicz 1970).

Wpływ gibereliny A_3 na wzrost roślin, wiąże się bezpośrednio z aktywnością mitotyczną tego regulatora. Sachs i Lang (1961) w badaniach przeprowadzonych na jarniku (*Samolus parviflorus*) wykazali, że giberelina A_3 stymuluje aktywność mitotyczną w rejonach merystematycznej strefy apikalnej. Tworzące się komórki wchodziły w skład odpowiednich tkanek sąsiadujących. Według nich gibereliny stanowią czynnik regulujący mitotyczną aktywność strefy subapikalnej roślin. Wzrost aktywności mitotycznej pod wpływem gibereliny A_3 wykazał Bernier, Broachart i Jacquard (1964) w doświadczeniach przeprowadzonych na pędach

rudbeki (*Rudbeckia* L.), w których GA_3 zwiększała aktywność mitotyczną strefy merystematycznej, wywołując wzrost liczby podziałów komórkowych. Digby, Thomas i Wareing (1964) dowodzą, że giberelina A_3 inicjuje podziały komórkowe w aktywnej strefie wzrostu jaworu (*Acer pseudoplatanus*), przy zastosowaniu stężeń w przedziale od 15 do 50 mg/l. Przy stężeniu GA_3 wynoszącym 50 mg/l obserwowano wzrost podziałów komórkowych o 100% w stosunku do kontroli. Wpływ gibereliny A_3 na wydłużanie się komórek był znacznie mniejszy w porównaniu z działaniem wywieranym na podziały komórkowe.

Wielokrotnie stwierdzono, że giberelina A_3 inicjuje wzrost roślin wywołując liczne zmiany enzymatyczne. Briggs (1963) wykazał, że regulator ten stymuluje biosyntezę enzymów hydrolitycznych w endospermie jęczmienia. Galston i Davies (1969) opisują wielorakie działanie gibereliny A_3 na procesy enzymatyczne roślin. W okresie kiełkowania jęczmienia GA_3 wzmagają hydrolizę substancji zapasowych gromadzonych w endospermie. Regulator ten stymulował biosyntezę *de novo* α -amylazy, jak również podnosił aktywność rybonukleaz i proteaz. Giberelina A_3 wpływa na tworzenie się specyficznego m RNA w komórkach warstwy aleuronowej i na tej drodze potęguje biosyntezę enzymów. Doświadczenia wymienionych autorów przeprowadzone na owsie dowiodły, że wpływ gibereliny A_3 na biosyntezę inwertazy nie jest skorelowany z działaniem wywieranym na wzrost roślin. Palmer (1969) ustalił stymulujące działanie gibereliny A_3 na aktywność α -amylazy. Regulator ten zwiększa również aktywność metylazy (Chandra 1970). Rejowski (1971) badał wpływ gibereliny A_3 na aktywność rybonukleazy w zarodkach i bielmie ziarna jęczmienia jarego w okresie spoczynku późniwego. Wykazał, że giberelina A_3 zwiększa aktywność rybonukleazy silniej w zarodkach niż w bielmie. Zarówno przerywanie spoczynku ziarna jęczmienia pod wpływem gibereliny A_3 oraz inicjacja procesów wzrostowych, związana była ze wzrostem suchej masy zarodków oraz zawartością białka. Masłowski i Masłowska (1972) zbadali, że giberelina A_3 najsilniej stymuluje aktywność AT-pazy, w mniejszym stopniu RN-azy, a nie zmienia aktywności peptydazy. Chen i Jones (1974) nie obserwowali wpływu gibereliny A_3 na zawartość białek w warstwie aleuronowej jęczmienia (*Hordeum vulgare* L.).

Giberelina A_3 wywołuje u roślin głębokie zmiany metaboliczne. Paleg (1960) ustalił, że giberelina A_3 zwiększa zawartość maltozy i glikozy. Stymuluje ona wzrost ogólnej zawartości cukrów redukujących (Paleg 1961, Nicholls i Paleg 1963, Leshem 1971, Delmer 1972, Wood i Paleg 1972). Giberelina A_3 wzmagają aktywność enzymów wywołujących degradację pentozanów co wykazali MacLeod, Biol i Millar (1962). Chrispeels, Tenner i Johnson (1973) badając warstwę aleuronową jęczmienia ustalili, że giberelina A_3 zwiększa biosyntezę cukrowców w komórkach. Johnson i Chrispeels (1973) poddając izolowane warstwy aleuronowe jęczmienia działaniu gibereliny A_3 wykryli, że regulator ten inhibituje biosyntezę pentozanów.

Giberelina A_3 indukuje znaczne zmiany w kwasach nukleinowych. Giles i Myers (1966) wykazali, że giberelina A_3 powoduje różnicowanie RNA lecz nie wpływa na DNA zarówno przy uprawie roślin na świetle jak i w ciemności.

Broughton (1968) obserwował stymulujący wpływ gibereliny A_3 na biosyntezę kwasów nukleinowych. Galston i Davies (1969) podają, że giberelina A_3 podnosi od 20% do 25% aktywność specyficznego RNA oraz DNA. Powstający pod wpływem GA_3 specyficzny RNA posiadał wyższy ciężar cząsteczkowy w stosunku do RNA kontrolnego. Giberelina A_3 modyfikuje syntezę RNA i na tej drodze działa na procesy wzrostu i rozwoju roślin. Wzrost aktywności genów wywołany przez giberelinę A_3 stwierdził Nagl (1971). Badając warstwę aleuronową jęczmienia Evins (1971) wykazał, że GA_3 wpływa na tworzenie się polisomów i zwiększa ilość białek rybosomowych przy równoczesnym podnoszeniu ogólnego poziomu rybosomów. Formułowanie się polisomów ma miejsce w okresie od 3 do 4 godzin od chwili wprowadzenia hormonu, a maximum tworzenia się polisomów występuje w okresie od 12 do 15 godzin od czasu zadziałania regulatora. W wyniku działania GA_3 zachodzi dwukrotny wzrost zawartości polisomów w porównaniu z kontrolą. Liczba aktywnych rybosomów syntetyzujących polipeptydy, ulegała podwojeniu po 12 godzinach od indukcji gibereliną A_3 . Zwiększona biosynteza białek określona inkorporacją znakowanych aminokwasów, ulega podwojeniu po 8 godzinach od zadziałania hormonem. Masłowski, Gniot-Szulżycka i Rześniowiecka (1971) obserwowali pod wpływem gibereliny A_3 w kielkach kukurydzy silny wzrost kwasorozpuszczalnej frakcji fosforanowej, lipidowej oraz RNA przy jednoczesnym spadku zawartości DNA. Stymulujący wpływ gibereliny A_3 na zawartość RNA i DNA ustalił następnie Durand (1972). Giberelina A_3 stabilizuje również równowagę między DNA a białkiem histonowym bogatym w argininę względnie lizynę (Grieshaber-Scheubel i Fellenberg 1972).

Giberelina A_3 powoduje również wiele innych zmian metabolicznych. Dmitruk i Konopska (1965) wykazali, że GA_3 obniża zawartość azotu frakcji kwasu rozpuszczalnej i białkowej. Rappaport, Hsu, Thompson i Yang (1967) ustalili, że wprowadzana do roślin giberelina A_3 jest szybko metabolizowana zarówno na świetle jak i w ciemności. Lüttge, Bauer i Köhler (1968) dowiedli, że GA_3 wzmacnia pobieranie jonów przez system korzeniowy roślin. Goldthwaite i Laetsch (1968) nie stwierdzili wpływu gibereliny A_3 na zawartość chlorofilu i białek. Obniżanie poziomu azotu w pędach i korzeniach roślin pod wpływem GA_3 zbadał Prakash (1966). Regulator ten wpływa również na przejście adeniny w adenyzymonofosforan (Pollard 1970). Stobart, Pinfield i Kinsman (1970) wykryli, że giberelina A_3 inhibituje biosyntezę barwników. Lovell (1971) ustalił, że GA_3 wywołuje zróżnicowany wpływ na pobieranie $^{14}CO_2$ u różnych odmian grochu, bowiem u cv. Meteor obserwowano stymulujący wpływ GA_3 na pobieranie $^{14}CO_2$, natomiast u cv. Improved Pilot wystąpiła odwrotna prawidłowość. Giberelina A_3 wzmacnia rozkład związków amoniowych (Reid, Havir i Marsh 1972), inhibituje biosyntezę antocjanu zarówno u całych roślin (Schmitz i Seitz 1972) jak również w tkankach kalusowych (Lächele, Lehner i Seitz 1974) oraz zwiększa zawartość lipidów i steroli (Wood i Paleg 1972). Zmiany we wzroście roślin wywoływane przez giberelinę A_3 są następstwem bardzo licznych zmian metabolicznych, zachodzących pod wpływem tego regulatora.

Giberelina A_3 wywołuje również zmiany rozwojowe u roślin jednorocznych

czy też dwuletних, długodniowych, krótkodniowych względnie fotoperiodycznie neutralnych, które reagują na działanie GA_3 w zależności od warunków termicznych i fotoperiodycznych. Dwuletnie rośliny rozetowe, wymagające do zakwitania niskich temperatur oraz długiego dnia, kwitną pod wpływem gibereliny A_3 przy krótkim dniu, jeżeli przebyły uprzednio działanie chłodu, mimo że same niskie temperatury nie wywołują inicjacji kwitnienia. Rośliny rozetowe, które do zakwitania nie wymagają jaryzacji lecz wyłącznie długiego dnia, kwitną pod działaniem GA_3 w warunkach krótkiego dnia. Rośliny nierozetowe, wymagające do zakwitania długiego dnia, nie kwitną pod wpływem gibereliny A_3 w warunkach krótkiego dnia. Rośliny krótkiego dnia, nie kwitną indukowane GA_3 przy ich uprawie na długim dniu (Kępkowa 1958). Początkowe prace zobrazowały wpływ gibereliny A_3 na rozwój: fasoli, pomidorów, petunii, astrów chińskich, ogórków, melonów, papryki, bodziszka, sałaty, marchwi, buraka, kapusty, jarmużu, brukwi, tytoniu, szpinaku, kopru, gorczycy oraz chryzantem, co szczegółowo opisuje Kępkowa (1958).

Wiele doświadczeń wskazuje, że wpływ gibereliny A_3 na rozwój roślin jest zagadnieniem bardzo złożonym. Martin, Wiggans i Payne (1960) przeprowadzili doświadczenia na kibitniku azaliaczkę (*Gracilaria azalcella*. Brants), który wymaga niskich temperatur dla przejścia do fazy generatywnej. Giberelina A_3 zastosowana w okresie letnim nie zmieniała kwitnienia, podczas gdy zastosowana w miesiącach zimowych przyspieszała kwitnienie od 12 do 34 dni. Penner (1960) badał wpływ gibereliny A_3 na rozwój żyworódki (*Bryophyllum daigremontianum*). Przy uprawie roślin we właściwym dla nich fotoperiodzie, nie obserwowano zmian rozwojowych. Stosując jednak warunki krótkiego dnia rośliny poddane działaniu GA_3 kwitły, podczas gdy rośliny kontrolne nie przechodziły do fazy generatywnej. Badania Browna, Griggsa i Iwakiri (1960) wykazały, że nawet wysokie stężenia gibereliny A_3 rzędu 1000 i 2500 mg/l nie są w stanie przerwać okresu spoczynku gruszy. Giberelina A_3 stymulowała rozwój pączków wyłącznie po okresie spoczynku. Kiermayer (1960) przeprowadzając doświadczenia na pomidorach wykazał, że giberelina A_3 opóźnia ich kwitnienie. Bünsow (1961) stwierdził, że różne gatunki i odmiany roślin wymagają zupełnie odrębnych ilości giberelin do inicjacji kwitnienia. W doświadczeniach przeprowadzonych na żyworódce ustalił, że *Bryophyllum crenatum* rozpoczyna kwitnienie przy ilości gibereliny A_3 rzędu 0,1 μ g, podczas gdy *Bryophyllum degraumontianum* wymaga zawartości rzędu 1 μ g. Witsch (1961) badając rzepień pospolity (*Xanthium strumarium*) uprawiany zarówno w warunkach krótkiego jak i długiego fotoperiodu ustalił, że GA_3 opóźnia kwitnienie bez względu na fotoperiodyczne warunki uprawy. Zarówno w warunkach krótkiego jak i długiego fotoperiodu, regulator ten przesuwał równowagę między ilością tworzonych kwiatów męskich i żeńskich na korzyść kwiatów żeńskich. Courter i Drinkwater (1961) przy uprawie pomidorów w warunkach polowych obserwowali pod wpływem GA_3 opóźnienie kwitnienia gron, a wczesny plon roślin badanych był zmniejszony. Porlingis i Boynton (1961) prowadząc doświadczenia na truskawce ustalił, że jednorazowe zraszanie roślin gibereliną A_3 w stężeniu 50 i 200 mg/l przyspieszało kwitnienie, natomiast trzykrotne zabiegi przy użyciu stężenia 200 mg/l hamowały kwitnienie wywołując powstawanie rozłogów. Michniewicz i Lang (1962)

wykazali, że giberelina A_3 pozostaje bez wpływu na kwitnienie niezapominajki alpejskiej (*Myosotis alpestris*) uprawianej w warunkach długiego dnia. Zeevaart i Lang (1962) prowadząc badania na żyworódce (*Bryophyllum daigremontianum*) uzyskali wyniki wskazujące, że giberelina A_3 wywołuje kwitnienie roślin długodniowych przy ich uprawie w warunkach krótkiego dnia, czyli w niesprzyjających dla nich warunkach fotoperiodycznych. Giberelina A_3 może zastępować długi fotoperiod dla roślin długodniowych, uprawianych w warunkach krótkiego fotoperiodu. Matterjee i Leopold (1964) donoszą, że giberelina A_3 stymulując rozwój roślin przyspiesza również opadanie liści u fasoli (*Phaseolus vulgaris* L.). Kamińska (1966) oznaczając zawartość związków giberelinopodobnych u męskich i żeńskich okazów topoli (*Populus nigra* L.), wykazała wyższy poziom związków giberelinopodobnych u okazów męskich. Kwiatkowska-Leska (1966) ustaliła, że homozygotycznie żeńskie linie ogórków tworzą pod wpływem gibereliny A_3 kwiaty męskie. W doświadczeniach z sosną wejmutką (*Pinus strobus* L.) De Maggio (1966) dowiódł, że giberelina A_3 stymuluje różnicowanie się floemu. Kopcewicz (1968, 1968a) badał sezonowe zmiany w zawartości substancji giberelinopodobnych w wierzchołkach merystemach sosny (*Pinus silvestris* L.) stwierdzając, że pąki i pędy szczytowe sosny zawierają więcej giberelin w porównaniu do pączków i pędów bocznych, przy czym pączki spoczynkowe charakteryzują się zupełnie brakiem giberelin oraz wysokim poziomem inhibitorów wzrostu. Przerwanie okresu spoczynku wiąże się z rozpoczęciem produkcji giberelin i obniżaniem poziomu inhibitorów. Otwieranie się pąków, jak również początkowe fazy intensywnego wzrostu pędów, związane są z wysokim poziomem substancji giberelinopodobnych oraz niskim poziomem inhibitorów wzrostu. Cleland i Briggs (1969) stosowali nierozetową rzęsę garbatą (*Lemna gibba* G 3^b) będącą typową rośliną długodniową, którą poddano działaniu gibereliny A_3 . Stężenia GA_3 w przedziale od 0,1 do 100 mg/l hamowały kwitnienie w warunkach długiego dnia, lecz stymulowały liczbę pędów wegetatywnych. Autorzy interpretują uzyskane wyniki w ten sposób, że egzogenna giberelina A_3 hamuje kwitnienie ze względu na ponad optymalne stężenia giberelin, niezbędnych do indukcji kwitnienia. Niecierpek (*Impatiens balsamina* L.) będący typową rośliną krótkodniową przechodził do fazy generatywnej pod wpływem GA_3 przy uprawie w niesprzyjających warunkach fotoperiodycznych, co dowiedli Nanda, Toky i Sawhney (1970). Groves i Lang (1970) udowodnili, że giberelina A_3 przedłuża okres kwitnienia trędownika (*Scrophularia marilandica*) będącego typową rośliną długodniową, przy uprawie w warunkach długiego dnia. Zabolockij (1972) ustalił, że wegetatywne i reproduktywne organy jęczmienia poddane działaniu gibereliny A_3 okazały się znacznie bardziej odporne na promieniowanie γ w stosunku do roślin kontrolnych. Staudt i Hummel (1972) w doświadczeniach przeprowadzonych na poziomce pospolitej (*Fragaria vesca* Mutation arborea) wykryli, że stymulujące rozwój działania GA_3 było inhibitowane przez retardant wzrostu (B-995). Badaniom nad wpływem gibereliny A_3 na rozwój roślin poświęcona jest duża liczba prac. W niniejszym artykule nie podano przeglądu literatury, lecz zasygnalizowano wyłącznie

niektóre wyniki obrazujące wieloraki wpływ GA_3 na rozwój roślin. Czytelnik zainteresowany tym zagadnieniem, znajdzie wiele informacji we wcześniejszych artykułach, które podają Michniewicz (1959), Soczek (1968) oraz Bailiss i Hill (1971).

Giberelina A_3 wywiera również wpływ na owocowanie roślin. Crane i Grossi (1960) działając GA_3 na dziesięcioletnie drzewo figowe, obserwowali przyspieszenie dojrzewania owoców od 15 do 25 dni. Pratt i Shaulis (1961) zraszając winogrona roztworem gibereliny A_3 w stężeniu 100 mg/l stwierdzili znacznie wcześniejsze dojrzewanie gron. Griggs i Iwakiri (1961) oznaczali działanie GA_3 w stężeniu od 10 do 500 mg/l na owocowanie grusz, które uzależnione było od pory roku. Zraszanie drzew jesienią okazywało się zupełnie bezskuteczne, natomiast zabiegi wykonywane wiosną zwiększały owocowanie drzew oraz przedłużały okres owocowania. Crane, Primer i Campbell (1960) zraszały gibereliną A_3 w stężeniu 500 mg/l drzewo migdałowe, brzoskwinie, wiśnie, śliwę oraz morelę zwyczajną, w celu otrzymania owoców partenokarpicznych. Nie otrzymano pod wpływem gibereliny A_3 owoców partenokarpicznych u wiśni i śliwy, wyłącznie partenokarpiczne owoce zawiązały się u brzoskwini, natomiast u drzewa migdałowego uzyskano 11%, a u moreli 15% owoców partenokarpicznych. We wszystkich badanych przypadkach owoce partenokarpiczne dojrzewały około 10 dni wcześniej od owoców kontrolnych. Rebeiz i Crane (1961) zraszając czereśnie roztworem gibereliny A_3 łącznie z 2,4-dwuchlorofenokrylometioniną na dwa dni przed pełnią kwitnienia, otrzymali owoce partenokarpiczne znacznie wcześniej dojrzewające niż owoce kontrolne. Crane, Rebeiz i Campbella (1961) w wyniku działania GA_3 uzyskali owoce partenokarpiczne u brzoskwini. Courter i Drinkwater (1961) nie stwierdzili wpływu gibereliny A_3 na powstawanie owoców partenokarpicznych u pomidorów. Żatyka (1962) uzyskał partenokarpiczne owoce u czarnej porzeczki (*Ribes genus*) indukowanej gibereliną A_3 . Wierszyłowski, Rebandel i Babilas (1966) zbadali, że giberelina A_3 opóźnia dojrzewanie owoców wiśni Hiszpańskiej odmiany Czarna Późna. Proebsting i Mills (1966) wykryli, że owoce moreli (*Prunus domestica* L.) otrzymane z roślin poddanych działaniu gibereliny A_3 posiadały znacznie mniej intensywne zabarwienie w stosunku do owoców kontrolnych. Dostal i Leopold (1967) badając owoce pomidorów (*Lycepersicum esculantum* L. var. Alisa Craig) indukowane GA_3 zauważyli, że regulator ten obniża u owoców zawartość czerwonych barwników w stosunku do owoców kontrolnych. Soczek (1968) podaje liczne przykłady wpływu gibereliny A_3 na owocowanie roślin. Bangerth, Götz i Buchloh (1972) stwierdzili, że ekstrakty z nasion fasoli mogą inicjować powstawanie owoców partenokarpicznych u męsko sterylnej linii mutantów pomidorów, które to efekty znosi giberelina A_3 . Wpływ gibereliny A_3 na owocowanie roślin, uzależniony jest zarówno od czynników wewnętrznych związanych z indywidualną reakcją roślin ukształtowaną w rozwoju filogenetycznym, jak również od bardzo wielu czynników zewnętrznych.

Na uwagę zasługuje fakt, że poszczególne gibereliny A_1 — A_{34} , o których zasygnalizowano na początku niniejszego artykułu, działają odmiennie na rozwój

roślin i z tego względu efektów fizjologicznych wywoływanych przez giberelinę A_3 nie można utożsamiać z wpływem wywieranym przez inne gibereliny na wzrost i rozwój roślin.

Zakład Fizjologii Roślin Instytutu Biologii WSP w Kielcach

LITERATURA

- Adams P. A., Kaufman P. B., Ikuma H., 1973. *Plant Physiol.* 51: 1102—1108.
- Alvim P. T., 1960. *Plant Physiol.* 35, 3: 285—288.
- Amen R., 1968. *Bot. Rev.*, 34: 1—31.
- Anderson J. D., Mandava N., Gunn Ch. R., 1972. *Plant Physiol.* 49: 1024—1026.
- Ayfer M., Serr E. F., 1961. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.*, 77: 308—315.
- Bailliss K. W., Hill T. A., 1971. *Bot. Rev.* 37—4: 437—479.
- Bangerth F., Götz G., Buchloh G., 1972. *Z. Pflanzenphysiol.* 66: 375—377.
- Bernier G., Brochart R., Jacquard A., 1964. *Planta* 61, 3: 236—244.
- Berrie A. M. M., Paterson J., West H. R., 1974. *Physiol. Plant.* 31: 90—96.
- Berry W. L., Smith O. E., 1969. *Plant Cell Physiol.* 10: 161—170.
- Bewley J. D., Negbi M., Black M., 1968. *Planta* 78: 351—357.
- Białek K., 1974. *Z. Pflanzenphysiol.* 71: 370—372.
- Bielińska-Czarnecka M., Domańska J., 1969. *Bull. Acad. Pol. Sci. V, XVII*, 10: 635—639.
- Bielińska-Czarnecka M., Domańska J., 1970. *Bull. Acad. Pol. Sci. II, XVIII*, 3: 173—175.
- Binks R., MacMillan J., Pryce R. J., 1969. *Phytochem.* 8: 271—284.
- Biran I., Leshem B., Gur I., Halevy A. H., 1974. *Physiol. Plant.* 31: 23—28.
- Birch A. J., Rickards R. W., Smith H., 1958. *Proc. Chem. Soc.* 48: 192—193.
- Birch A. J., Rickards R. W., Smith H., Harris A., Whalley W. B., 1959. *Tetrahedron* 7: 241—251.
- Birch A. J., Rickards R. W., Smith H., Winter J., Turner W. B., 1960. *Chem. Ind.*: 401—402.
- Brian P. W., Grove J. F., Hemming H. G., Mulholland T. P. C., Radley M., 1958. *Plant Physiol.*, 27: 329—333.
- Brian P. W., Hemming H. G., Lowe D., 1964. *Ann. Bot.* 28: 369—389.
- Briggs D. E., 1963. *J. Inst. Brew.* 69: 13—19.
- Briggs D. E., 1972. *Planta* 108: 351—358.
- Broughton W. J., 1968. *Biochim. Biophys. Acta* 155: 308—130.
- Brown D. S., Griggs W. H., Iwakiri B. T., 1960. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.* 76: 52—58.
- Burdett A. N., 1972. *Plant Physiol.* 49: 531—534.
- Buttrose M. S., 1971. *Planta* 96: 13—26.
- Bünsow R., 1961. *Naturwiss.* 48, 8: 308—309.
- Carr D. J., Reid D. M., Skene K. G. M., 1964. *Planta* 63: 382—392.
- Cavell B. D., MacMillan J., Pryce R. J., Sheppard A. C., 1967. *Phytochem.* 6: 867—874.
- Chandra G. R., 1970. *Plant Growth Sub.* 365—369.
- Chen D., Osborne D., 1970. *Nature* 226: 1157—1160.
- Chen R., Jones R. L., 1974. *Planta* 119: 207—220.
- Chen S. S. C., 1970. *Planta* 95: 336—340.
- Chen S. S. C., Park W. M., 1973. *Plant Physiol.* 52: 174—176.
- Chin T. Y., Beevers L., 1970. *Planta* 92: 178—188.
- Chrispeels M. J., Tenner A. J., Johnson K. D., 1973. *Planta* 113: 35—46.
- Chrispeels M. J., Varner J. E., 1966. *Nature* 212: 1066—1067.
- Chrjanin V. N., 1971. *Fiziol. Rast.* 18, 3: 638—641.
- Cleland Ch. F., Briggs W. S., 1969. *Plant Physiol.* 44: 503—507.
- Cleland R., 1963. *Nature* 200: 908—909.
- Cohen D., Paleg L. G., 1967. *Plant Physiol.*: 1288—1296.

- Coombe B. G., 1971. *Science*: 856—857.
- Courter J. W., Drinkwater W. O., 1961. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.* 77: 487—493.
- Crane J. C., Grossi N., 1960. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.*: 76: 139—145.
- Crane J. C., Primer P. R., Campbell^a R. C., 1960. *Proc. Am. Hort. Sci.* 75: 129—137.
- Crane J. C., Rebeiz C. A., Campbell R. C., 1961. *Proc. Am. Hort. Sci.* 78: 111—118.
- Cross B. E., Grove J. F., MacMillan J., Moffatt J. S., Mulholland T. P. C., Seaton J. C., Sheppard M., 1959. *Proc. Chem. Soc. (London)* 302—303.
- Cross B. E., Grove J. F., MacMillan J., Mulholland T. P. C., 1956. *Chem. Ind.* 15: 954—955.
- Cross B. E., Grove J. F., MacMillan J., Mulholland T. P. C., 1958. *J. Chem. Soc.*: 2520—2536.
- Cross B. E., Grove J. F., McCloskey P., Mulholland T. P. C., Klyne W., 1959. *Chem. Ind.* 1345—1346.
- Cross B. E., Grove J. F., Morrison A., 1961. *A. J. Chem. Soc.*: 2498—2515.
- Cross B. E., Norton K., 1965. *J. Chem. Soc. (London)*: 1570—1572.
- Crozier A., Aoki H., Pharis R. P., 1969. *J. Exp. Bot.* 20, 65: 786—795.
- Crozier A., Audus L. J., 1968. *Phytochem.*, 7: 1923—1931.
- Crozier A., Kuo C. C., Durley R. C., Pharis R. P., 1970. *Can. J. Bot.* 48: 867—877.
- Crozier A., Reid D. M., 1971. *Can. J. Bot.* 49: 967—975.
- Curtis P. J., Cross B. E., 1954. *Chem. Ind.* 1066—1066.
- Cutler H. G., 1970. *Science*, 170: 856—857.
- Czarnolewski H., Lewandowska T., 1965. *Rocz. Nauk Roln.* 90-A-3: 441—447.
- Delmer D. P., 1972. *Plant Physiol.* 50: 469—472.
- De Maggio A. N., 1966. *Science* 152: 370—372.
- Dennis F. G., Edgerton L. J., 1965. *Am. Soc. Hort. Sci.* 88: 14—24.
- Dennis F. G., Nitsch J. P., 1966. *Nature* 211, 5050: 781—782.
- Dennis D. T., West C. A., 1967. *J. Biol. Chem.* 242, 24: 3293—3300.
- Digby J., Thomas T. H., Wareing P. F., 1964. *Nature* 203, 4944: 547—548.
- Dmitruk A., Konopska L., 1965. *Acta Soc. Bot. Pol.* XXXIV—2: 243—248.
- Dostal H. C., Leopold A. C., 1967. *Science*, 158: 1579—1580.
- Downs R. J., Cathey H. M., 1960. *Bot. Gaz.*, 121: 233—237.
- Drury R. E., 1969. *Science*, 164: 564—565.
- Durand J., 1972. *Z. Pflanzenphysiol.* 66: 468—472.
- Durley R. C., Pharis R. P., 1972. *Phytochem.* 11: 317—326.
- Edwards O. E., Nicolson A., Apsimon J. W., Whalley W. B., 1960. *Chem. Ind.* 28: 624—625.
- El Hinnawy E., 1973. *Z. Pflanzenphysiol.* 69: 1—12.
- Evins W. H., 1971. *Biochem.* 10, 23: 4295—4303.
- Eirn R. D., Burden R. S., Taylor H. F., 1972. *Planta* 102: 115—126.
- Fletcher R. A., Oegema T., Horton R. F., 1969. *Planta* 86: 98—102.
- Gairola C., Bhalla P. R., Sabharwal P. S., Aleem M. I. H., 1972. *Planta* 106: 177—180.
- Galston A. W., Davies P. J., 1969. *Science*, 163: 1288—1297.
- Galt R. H. B., 1965. *J. Chem. Soc.*: 3143—3151.
- Garas N. A., Karssen C. M., Bruinsma J., 1974. *Z. Pflanzenphysiol.* 71: 108—114.
- Gaskin P., MacMillan J., 1973. *Planta* 11: 347—352.
- Geissman T. A., Verbiscar A. J., Phinney B. O., Cragg G., 1966. *Phytochem.* 5: 933—947.
- Gerzon K., Bird H. L., Woolf D. O., 1957. *Experientia* XIII/12: 487—489.
- Gibbons G. S. B., Wilkins M. B., 1970. *Nature* 226: 558—559.
- Giles K. W., Myers A., 1966. *Phytochem.* 5: 193—196.
- Godkin S. E., Ballantyne D. J. 1970. *Can. J. Bot.* 48: 813—821.
- Goldthwaite J. J., Laetsch W. M., 1968. *Plant Physiol.* 43: 1855—1858.
- Góra B., 1960. *Wiad. Bot.* IV, 2: 83—94.
- Graebe J. E., 1972. *Planta* 102: 261—272.
- Graebe J. E., Dennis D. T., Upper C. D., West C. A., 1965. *J. Biol. Chem.* 210, 4: 1847—1854.
- Grieshaber-Scheubel D., Fellenberg G., 1972. *Z. Pflanzenphysiol.* 66: 106—112.
- Griggs W. H., Iwakiri B. T., 1961. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.* 77: 73—89.

- Grove J. F., Jeffs P. W., Mulholland T. P. C., 1958. *J. Chem. Soc.*: 1236—1240.
- Groves R. H., Lang A., 1970. *Planta* 91:212—219.
- Grzesiuk S., 1967. PWRiL, Warszawa.
- Grzesiuk S., Rejowski A., 1964. *Biul. Inst. Hod. i Akl. Rośl.* 3: 11—14.
- Gumińska Z., Lisiak M., Ludwikow G., Michalska I., 1972. *Acta Agrobot.* XXV, 2: 123—144.
- Guttridge C. G., 1966. *Physiol. Plant.* 19: 397—402.
- Guttridge C. G., Thompson P. A., 1964. *J. Exp. Bot.* 15, 45: 631—646.
- Gwan Y. C., Feng J. Z., Hsu L. T., 1964. *Acta Bot. Sinica* 12:53—63.
- Haissig B. E., 1972. *Plant Physiol.* 49: 886—892.
- Halevy A. H., Ashri A., Ben-Tal Y., 1969. *Science* 164: 1397—1398.
- Hanson J. R., White A. F., 1969. *Chem. Comm.*: 410—411.
- Harada H., Koizumi T., 1971. *Z. Pflanzenphysiol.* 64: 350—357.
- Harada H., Nitsch J. P., 1967. *Phytochem.* 6: 1695—1703.
- Harrison D. M., MacMillan J., Galt R. H. B., 1968. *Tetrahedron Let.* 27: 3137—3139.
- Helgeson J. P., Upper C. D., 1970. *Plant Physiol.* 46: 113—117.
- Hoad G. V., Bowen M. R., 1968. *Planta* 82: 22—32.
- Ikekawa N., Kagawa T., Sumiki Y., 1963. *Biol. Chem.* 39: 507—512.
- Iwahori S., Weaver R. J., Pool R. M., 1968. *Planta Physiol.* 43: 333—337.
- Jackson D. I., Coombe B. G., 1966. *Science* 154: 277—278.
- Jackson R. M., Brown M. E., Burlingham S. K., 1964. *Nature* 103, 4947: 851—852.
- Jarvis B. C., Frankland B., Cherry J. H., 1968. *Plant Physiol.*: 1734—1736.
- Johnson K. D., Chrispeels M. J., 1973. *Planta* 111: 353—364.
- Jones D. F., 1964. *Nature* 202, 202: 1309—1310.
- Jones D. F., McClosky P., 1963. *J. appl. Chem.* 13: 324—328.
- Jones D. F., Grove J. F., MacMillan J., 1964. *J. Chem. Soc.* 26: 1835—1841.
- Jones D. F., MacMillan J., Radley M., 1964. *Brauwiss.* 17, 5: 173—175.
- Jones K. C., 1968. *Planta* 78: 366—370.
- Jones R. L., Lang A., 1968. *Plant Physiol.* 43: 629—634.
- Jones R. L., Price J. M., 1970. *Planta* 94: 191—202.
- Jones R. L., Stoddart J. L., Mac Millan J., Cloke G., 1971. *Planta* 101: 231—241.
- Junttila O., 1970. *Physiol. Plant.* 23: 425—433.
- Kahn A., 1960. *Plant Physiol.* 35, 3: 333—339.
- Kalinnikov D. D., Tolokonnikov V. J., 1971. *Fiziol. Rast.* 18, 6: 1147—1151.
- Kamieńska A., 1966. *Rocz. Nauk Roln.* 91-A-3: 673—680.
- Kamieńska A., 1967. *Rocz. Nauk Roln.* 93-A-1: 177—188.
- Kamisaka S., Masuda Y., 1968. *Plant Cell Physiol.* 9: 61—67.
- Kaufman P. B., Jones R. A., 1974. *Physiol. Plant* 31: 39—43.
- Kawecki Z., 1970. *Rocz. Nauk Roln.* 96-A-2: 345—359.
- Kawecki Z., 1970 a. *Rocz. Nauk Roln.* 97-A-1: 21—31.
- Kępkowa A., 1958. *Post. Nauk Roln.* 6 (54): 31—39.
- Khan A. A., 1966. *Physiol. Plant.* 19: 869—874.
- Kiermayer O., 1960. *Planta* 55: 153—168.
- Kitamura H., Seta Y., Takahashi N., Kawarada A., Sumiki Y., 1957. *Bull. Agr. Chem. Soc. Japan*, 21, 1: 71—72.
- Kitamura H., Seta Y., Takahashi N., Kawarada A., Sumiki Y., 1959. *Bull. Agr. Chem. Soc. Japan* 23, 5: 408—411.
- Kitamura H., Takahashi N., Seta Y., Kawarada A., Sumiki Y., 1959. *Bull. Agr. Chem. Soc. Japan*, 23, 4: 344—346.
- Kitamura H., Takahashi N., Seta Y., Sumiki Y., 1958. *Bull. Agr. Chem. Soc. Japan* 22, 6: 434—435.
- Knapp R., 1961. *Angew. Bot.* 35: 221—258.
- Knypl J. S., Rennert A., 1967. *Flora* 158: 468—478.
- Knypl J. S., Rennert A., 1970. *Z. Pflanzenphysiol.* 62, 2: 97—107.
- Köhler D., 1965. *Planta* 65: 218—224.

- Köhler D., 1965 a. *Planta* 67, 1, 5: 44—54.
 Köhler D., 1966. *Planta* 69, 1: 27—33.
 Köhler D., 1966 a. *Planta* 70, 1: 42—45.
 Köhler D., 1970. *Z. Pflanzenphysiol.* 62: 426—435.
 Köhler D., 1971. *Z. Pflanzenphysiol.* 65: 404—409.
 Köhler D., Lang A., 1963. *Plant Physiol.* 38, 5: 555—560.
 Komoto N., Ikegami S., Tamura S., 1973. *Planta* 109,: 365—368.
 Kopcewicz J., 1968. *Acta Soc. Bot. Pol. Poloniae XXXVII—4:* 579—587.
 Kopcewicz J., 1968 a. *Bull. Acad. Pol. Sci. XVI,* 10: 667—672.
 Kopcewicz J., 1969. *Rocz. Nauk Roln.* 95-A-2: 231—328.
 Kopcewicz J., 1970. *Zesz. Uniw. Kopernika, Ser. Biol. XIII,* 23: 131—138.
 Kopcewicz J., 1970 a. *Acta Soc. Bot. Pol. XXXIX,* 2: 339—346.
 Kopcewicz J., 1970 b. *Bull. Acad. Pol. Sci. XVII,* 11—12: 727—731.
 Kopcewicz J., 1971. *Acta Soc. Bot. Pol. XL,* 3: 431—438.
 Kos Y., Loewenthal H. J. E., 1963. *J. Chem. Soc. I:* 605—611.
 Koshimizu K., Fukui H., Inui M., Ogawa Y., Mitsumi T., 1968. *Tetrahedron Let.* 9: 1143—1147.
 Krelle E., Libbert E., 1969. *Flora A,* 160: 299—300.
 Krishnamoorthy H. N., 1972. *Z. Pflanzenphysiol.* 67: 367—369.
 Kuse C., 1958. *Mag. Tokyo* 71, 838: 151—158.
 Kuskowa L. R., 1965. *Fiziol. Rast.* 12, 4: 631—637.
 Kwiatkowska-Leska L., 1966. *Rocz. Nauk Roln.* 91-A-2: 409—420.
 Lado P., Rasi-Caldogno F., Colombo R., 1974. *Physiol. Plant.* 31:149—152.
 Lang A., 1960. *Planta* 54: 498—504.
 Lächele E., Lehner F., Seitz U., 1974. *Z. Pflanzenphysiol.* 71: 375—383.
 Leshem Y., 1971. *Physiol. Plant.* 24: 85—89.
 Libbert E., Gerdes I., 1964. *Planta* 61, 3: 245—258.
 Li H. C., Rice E. L., Rohrbaugh L. M., Wender S. H., 1970. *Physiol. Plant.* 23: 928—936.
 Loewenthal H. J. E., 1960. *J. Agr. Chem. Soc. Japan:* 355—355.
 Loewenthal H. J. E., Malhotra S. K., 1962. *Proc. Chem. Soc.:* 230—231.
 Lovell P. H., 1971. *Physiol. Plant.* 25: 382—385.
 Loveys B. R., Wareing P. F., 1971. *Planta* 98: 109—116.
 Lüttge U., Bauer K., Köhler D., 1968. *Biochim. Biophys. Acta* 150: 452—459.
 MacLeod A. M., Biol M. J., Millar A. S., 1962. *J. Inst. Brew.* 68: 322—332.
 Mac Millan J., Suter P. J., 1963. *Nature* 197: 790.
 Martin L. W., Wiggans A. C., Payne R. N., 1960. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci* 75: 590—593.
 Masamune S., 1961. *J. Am. Chem. Soc.* 83: 1515—1516.
 Masłowski P., Gniot-Szulżycka J., Rzeźniowiecka G., 1971. *Acta Soc. Bot. Pol. XL* 3: 467—473.
 Masłowski P., Masłowska H., 1972. *Acta Soc. Bot. Pol. XLI—1:* 21—26.
 Matterjee S. K., Leopold A. C., 1964. *Plant Physiol.* 39, 3: 334—337.
 Mer C. L., 1968. *Z. Pflanzenphysiol.* 59: 415—419.
 Michniewicz M., 1959. *Wiad. Bot. III,* 4: 191—201.
 Michniewicz M., 1963. *Post. Nauk Roln.* 5/83: 57—64.
 Michniewicz M., 1966. *Wiad. Bot. X,* 3: 151—167.
 Michniewicz M., 1968. *Postępy Biochem.* 14: 201—207.
 Michniewicz M., Galoch E., 1971. *Acta Soc. Bot. Pol. XL-2:* 341—348.
 Michniewicz M., Kriesel K., 1970. *Acta Soc. Bot. Pol. XXXX-2:* 383—390.
 Michniewicz M., Kriesel K., 1972. *Acta Soc. Bot. Pol. XLI-2:* 301—310.
 Michniewicz M., Lang A., 1962. *Naturwiss.* 49, 9: 211—212.
 Moffatt J. S., 1960. *J. Chem. Soc. (London):* 3045—3049.
 Moffatt J. S., 1963. *J. Am. Chem. Soc.* 97: 2595—2605.
 Money T., Raphael R. A., Scott A. I., Young D. W., 1961. *J. Chem. Soc. (London):* 3958—3962.
 Morrison A., Mulholland T. P. C., 1958. *J. Chem. Soc. (London):* 2536—2539.

- Mulholland T. P. C., 1958. *J. Chem. Soc. (London)*: 2693—2701.
- Mulholland T. P. C., Ward G., 1954. *J. Chem. Soc. (London)*: 4676—4681.
- Muromcev G. S., 1964. *Usp. Sovr. Biol.* 57, 3: 477—492.
- Muromcev G. S., Pieńkow L. A., 1964. *Planta* 102: 1—10.
- Nagl W., 1971. *Planta* 96: 145—151.
- Nanda K. K., Anand V. K., Chibbar R. N., 1972. *Planta* 105: 360—363.
- Nanda K. K., Toky K. L., Sawhney S., 1970. *Physiol. Plant.* 23: 1085—1088.
- Napp-Zinn K., 1971. *Z. Pflanzenphysiol.* 65: 351—358.
- Nicholls P. B., Paleg L. G., 1963. *Nature* 199, 4895: 823—824.
- Nikolaeva M. G., 1962. *Bot. Žur.* 47, 12: 1825—1833.
- Nikolaeva M. G., Petrova V. H., Daleckaja T. V., 1973. *Fiziol. Rast.* 20, 6: 1117—1126.
- Nitsan J., Lang A., 1966. *Plant Physiol.* 41: 965—970.
- Paleg L. G., 1960. *Plant Physiol.* 35, 3: 293—299.
- Paleg L. G., 1961. *Plant Physiol.* 36: 829—837.
- Paleg L., Aspinall D., Coombe, Nicholls P., 1964. *Plant Physiol.*: 286—290.
- Paleg L. G., Coombe B. G., Buttrose M. S., 1962. *Plant Physiol.* 16: 798—803.
- Palmer G. H., 1969. *J. Inst. Brew.*: 536—540.
- Penner J., 1960. *Planta* 55: 542—572.
- Phillips I. D. J., 1971. *Planta* 101: 277—282.
- Phillips I. D. J., 1972. *Planta* 105: 234—244.
- Phillips I. D. J., Jones R. I., 1964. *Planta* 63: 269—278.
- Pilet M. P. E., 1957. *Acad. Sci.* 245: 1327—1328.
- Pilet P. E., 1973. *Planta* 111: 275—278.
- Pilet P. E., Collet G., 1959. *Acad. Sci.* 249: 298—302.
- Pinfield N. J., 1968. *Planta* 82: 337—341.
- Pollard C. J., 1970. *Biochim. Biophys. Acta* 201: 511—512.
- Pollard C. J., Singh B. N., 1968. *Biochem. Biophys. Res. Comm.* 33, 2: 322—326.
- Porlingis I. C., Boynton D., 1961. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.* 78:256—260.
- Poulson R., Beevers L., 1970. *Plant Physiol.* 46: 509—514.
- Prakash V., 1966. *J. Exp. Biol.* 4: 251—251.
- Pratt C., Shaulis N. J., 1961. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.* 77: 322—330.
- Proano V. A., Greene G. L., 1968. *Plant Physiol.* 43: 613—618.
- Proebsting E. L., Mills H. H., 1966. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.* 89:135—139.
- Radley M., 1970. *Planta* 92: 292—300.
- Rai V. K., Laloraya M. M., 1968. *Plant Cell Physiol.* 9: 561—564.
- Railton I. D., Phillips I. D. J., 1973. *Planta* 109: 121—126.
- Railton I. D., Wareing P. F., 1973. *Planta* 112: 65—69.
- Ram H. Y. M., Jaiswal V. S., 1972. *Planta* 105: 263—266.
- Rappaport L., Hsu A. A., Thompson R., Yang S. F., 1967. *Ann. N. Y. Acad. Sci.*: 211—218.
- Raumov W. I., Limar R. S., 1959. *Wiest. Sielsk. Nauk.* 7: 68—78.
- Rebeiz C. A., Crane J. C., 1961. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.* 78: 69—75.
- Reid D. M., Clements J. B., 1968. *Nature* 219: 607—609.
- Reid D. M., Crozier A., 1971: *J. Exp. Bot.* 22/70: 39—48.
- Reid P. O., Havir E. A., Marsh H. V., 1972. *Plant Physiol.* 50: 480—484.
- Rejowski A., 1969. *Bull. Acad. Pol. Sci. XVII*, 10: 641—644.
- Rejowski A., 1971. *Acta Soc. Bot. Pol.* XL-3: 423—430.
- Rejowski A., Kulka K., 1970. *Acta Soc. Bot. Pol.* XXXIX-2: 243—250.
- Reynolds T., 1970. *J. Exp. Bot.* 21, 68: 702—711.
- Ross J. D., Bradbeer J. W., 1968. *Nature* 220: 85—86.
- Ross J. D., Bradbeer J. W., 1971. *Planta* 100: 288—302.
- Rudich J., Halevy A. H., Kedar N., 1972. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 97 (3): 369—372.
- Sachs R. M., Lang A., 1961. *Iowa State Univ. Press. Am.* 567—578.
- Sankhla N., Shukla S. N., 1970. *Z. Pflanzenphysiol.* 63: 284—287.

- Schachl M., 1968. *Bodenkultur*: 37—45.
- Schmitz M., Seitz U., 1972. *Z. Pflanzenphysiol.* 68: 259—265.
- Schreiber K., Weiland J., Sembdner G., 1967. *Tetrahedron Let.* 43:4285—4288.
- Šebanek J., Hink J., 1967. *Planta* 76: 124—128.
- Sell H. M., Rafos S., Bukovac M. J., Wittwer S. H., 1959. *J. Agr. Chem.* 24: 1822—1823.
- Sembdner G., Gross R., Schreiber K., 1962. *Experientia*, XVIII/12: 585—585.
- Sembdner G., Schreiber K., 1965. *Phytochem.* 4: 49—56.
- Seta Y., Kitamura H., Takahashi N., Sumiki Y., 1957. *Bull. Agr. Chem. Soc. Japan.* 21, 1: 73—74.
- Seta Y., Takahashi N., Kitamura H., Takai M., Tamura S., Sumiki Y., 1958. *Bull. Agr. Chem. Soc. Japan.* 22, 1: 61—62.
- Seta Y., Takahashi N., Kitamura H., Sumiki Y., 1958. *Bull. Agr. Chem. Soc. Japan* 22, 6: 429—431.
- Seta Y., Takahashi N., Kawarada A., Kitamura H., Sumiki Y., 1959. *Bull. Agr. Chem. Soc. Japan.* 23, 5: 412—417.
- Seta Y., Takahashi N., Kitamura H., Takai M., Tamura S., Sumiki Y., 1959 *Bull. Agr. Chem. Soc. Japan* 23, 6: 499—509.
- Shaw S., Wilkins B. M., 1973. *Planta* 109: 11—26.
- Sheppard N., 1960. *J. Chem. Soc. (London)*: 3040—3045.
- Sińska I., Lewak St., 1970. *Physiol. Veg.* 8 (4): 661—667.
- Sińska I., Lewak St., Gaskin P., MacMillan J., 1973. *Planta* 114: 359—364.
- Skene K. G. M., 1967. *Planta* 74: 250—262.
- Skene K. G. M., 1970. *J. Exp. Bot.* 21, 66: 236—246.
- Skene K. G. M., Carr D. J., 1961. *Aust. J. Biol. Sci.* 14, 1: 13—25.
- Smoleńska G., Lewak St., 1971. *Planta* 99: 144—153.
- Soczek Z., 1968. *Post. Nauk Roln.* 3 (111): 27—50.
- Soteros G. S., Pillay D. T. N., 1972. *Z. Pflanzenphysiol.* 66: 222—232.
- Spector C., Phinney B. O., 1968. *Physiol. Plant.* 21: 127—136.
- Splittstoesser W. E., 1970. *Physiol. Plant.* 23: 762—768.
- Sreeramulu N., 1974. *Z. Pflanzenphysiol.* 71: 101—107.
- Sreeramulu N., Rao I. M., 1972. *Z. Pflanzenphysiol.* 66: 280—283.
- Staudt G., Hummel A., 1972. *Z. Pflanzenphysiol.* 67: 297—304.
- Stobart A. K., Pinfield N. J., Kinsman L. T., 1970. *Planta* 94: 152—155.
- Stoddart J. L., 1969. *Phytochem.* 8: 831—837.
- Stork G., Newman H., 1959. *J. Am. Chem. Soc.* 81: 5518—5519.
- Strogonova M. A., 1971. *Fiziol. Rast.* 18, 6: 1248—1252.
- Stuart N. W., Cathey H. M., 1960. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 369—394.
- Suge H., Murakami Y., 1968. *Plant Cell Physiol.* 9: 411—414.
- Swaraj K., Garg O. P., 1970. *Physiol. Plant.* 23: 747—754.
- Takahashi N., 1973. *Planta* 109: 363—364.
- Takahashi N., Sato K., 1972. *Proc. Crop. Sci. Soc. Japan*: 426—430.
- Takahashi N., Seta Y., Kitamura H., Kawarada A., Sumiki Y., 1957. *Bull. Agr. Chem. Soc. Japan* 21, 1: 75—76.
- Takahashi N., Seta Y., Kitamura H., Sumiki Y., 1957. *Bull. Agr. Chem. Soc. Japan* 21, 5: 327—328.
- Takahashi N., Seta Y., Kitamura H., Sumiki Y., 1957a. *Bull. Agr. Chem. Soc. Japan* 21, 6: 396—398.
- Takahashi N., Seta Y., Kitamura H., Sumiki Y., 1958. *Bull. Agr. Chem. Soc. Japan* 22—6: 432—433.
- Takahashi N., Seta Y., Kitamura H., Sumiki Y., 1959. *Bull. Agr. Chem. Soc. Japan.* 23: 509—524.
- Takahashi N., Seta Y., Kitamura H., Sumiki Y., 1959 a. *Bull. Agr. Chem. Soc. Japan* 23, 5: 405—407.
- Takahashi N., Yokota T., Murofushi N., Tamura S., 1969. *Tetrahedron Let.* 25: 2077—2080.

- Tamura S., Takahashi N., Murofushi N., Kato J., 1966. *Plant Cell Physiol.* 7: 677—681.
- Taylor H. F., Burden R. S., 1970. *Nature* 227: 302—304.
- Thorpe T. A., Meier D. D., 1973. *Physiol. Plant.* 29: 121—124.
- Tidd B. K., 1964. *J. Chem. Soc. (London)*: 1521—1523.
- Tietz A., 1973. *Z. Pflanzenphysiol.* 68: 382—384.
- Tillberg E., 1974. *Physiol. Plant* 31: 106—111.
- Treharne K. J., Stoddart J. L., 1968. *Nature* 220: 457—458.
- Valio I. F. M., Burden R. S., Schwabe W. W., 1969. *Nature* 223: 1177—1178.
- Vyas L. N., Garg R. K., 1971. *Z. Pflanzenphysiol.* 65: 189—194.
- Walker D. R., Donoho C. W., 1974. *Am. Soc. Hort. Sci.*: 87—92.
- Wheeler A. W., Humphries E. C., 1964. *Nature* 202, 4932: 616—616.
- WierszyHowski J., Rebandel J., Babilas W., 1966. *Acta Atrobot.* XVIII: 79—84.
- Wiggans S. C., Martin L. W., 1961. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.* 77: 295—300.
- Witsch H., 1961. *Planta* 57, 4: 357—369.
- Wood A., Paleg L. G., 1972. *Plant Physiol.* 50: 103—108.
- Zabolockij N. N., 1972. *Fiziol. Rast.* 19, 4: 844—851.
- Zeevaart J. A. D., 1969. *J. Agric. Sci.* 17: 215—220.
- Zeevaart J. A. D., 1971. *Plant Physiol.* 47: 821—827.
- Zeevaart J. D., 1973. *Planta* 114: 285—288.
- Zeevaart J. A. D., Lang A., 1962. *Planta* 58: 531—542.
- Żatyka J. M., 1962. *Naturwiss.* 49, 9: 212—213.
- Yokota T., Murofushi N., Takahashi N., 1970. *Tetrahedron Let.* 18: 1489—1491.
- Yokota T., Takahashi N., Murofushi N., Tamura S., 1969. *Tetrahedron Let.* 25: 2081—2084.
- Yopp J. H., 1973. *Plant Physiol.* 51: 714—717.