

ZYGMUNT SOCZEK

Instytut Sadownictwa — Skierniewice

WPLYW RETARDANTÓW I GIBERELIN NA ROŚLINY SADOWNICZE

Odkrycie auksyn w latach dwudziestych naszego stulecia obudziło wielkie nadzieje łatwego podwyższenia plonów przy pomocy regulatorów wzrostu. Nadzieje te dotychczas pozostają niespełnione, chociaż od tamtych czasów poznano wiele nowych grup tych związków. Wieloletnia praca badawcza pozwoliła nam jednak określić już w dużym stopniu rolę regulatorów w procesach wzrostu i rozwoju roślin a nawet kierować w pewnych przypadkach tymi procesami zgodnie z potrzebami człowieka.

Dużo przykładów na potwierdzenie tego dostarcza sadownictwo, gdzie od wielu lat stosuje się na bardzo szeroką skalę auksyny do zmuszenia ananasa do równomiernego dojrzewania w czasie dogodnym dla producenta. Drugą rośliną sadowniczą z Południa, zmuszoną do regularnego owocowania przy pomocy auksyn, stanowi litchi (Leopold, 1958). W sadownictwie polskim na skalę produkcyjną stosuje się auksyny przede wszystkim do przerzedzania zawiązków na jabłoniach i gruszach w roku nadmiernie wysokiego urodzaju (Soczek, 1953, Pieniążek, Soczek, Cegłowski, 1958, Pieniążek i inni, 1964), oraz do zapobiegania przedwczesnemu opadaniu owoców przed zbiorem (Pieniążek, Soczek, Cegłowski, 1955).

Cel tego przeglądu prac badawczych stanowi przedstawienie możliwości zastosowania w sadownictwie dwóch stosunkowo niedawno poznanych grup regulatorów wzrostu, a mianowicie retardantów i giberelin. Retardanty budzą większe nadzieje praktycznego wykorzystania ich w produkcji i dlatego od nich zaczyna się przegląd, chociaż w porządku chronologicznym na pierwszym miejscu powinny się znaleźć gibereliny, jako grupa odkryta i badana dużo wcześniej.

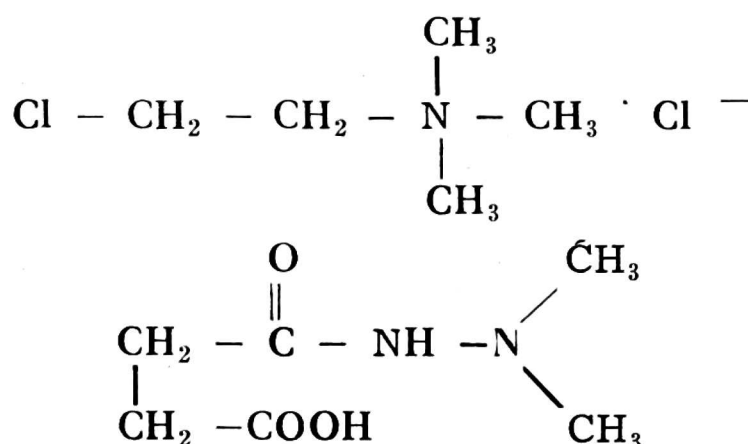
Krótką charakterystyka retardantów

Retardanty stanowią stosunkowo niedawno poznaną grupę związków. Najważniejszą ich cechą stanowi hamowanie wzrostu na długość, przy równoczesnym braku większego wpływu na rozwój rośliny i jej „wigor”. Zaliczanie retardantów do inhibitorów wzrostu, jak np. hydrazyd kwasu maleinowego, nie jest słuszne, ponieważ ten ostatni związek zupełnie

wstrzymuje podział komórek w merystemie stożków wzrostu i nawet powoduje ich zamieranie, czego retardanty nie wywołują. Nie powodują one również wygięć i deformacji roślin, jakie obserwuje się przy stosowaniu wyższych stężeń regulatorów wzrostu typu auksyn.

Dobrze charakteryzuje retardanty nazwa „antygibereliny”, ponieważ rzeczywiście rośliny nimi traktowane mają skrócone międzywęzła i ciemno zielony kolor liści, a więc przedstawiają zupełne przeciwieństwo typowych roślin traktowanych giberelinami. W sadownictwie nazwa „antygibereliny” nabiera jeszcze głębszego uzasadnienia, ponieważ retardanty w przeciwieństwie do giberelin nie zmniejszają na drzewach owocowych zawiązywania pąków kwiatowych na rok przyszły oraz nie wywołują partenokarpicznego wykształcania owoców. Retardanty i gibereliny nie muszą być związkami antagonistycznymi, Jak podaje Guttridge (1966), truskawka potraktowana retardantem CCC i gibereliną zwiększyła wydłużenie międzywęzła nawet bardziej niż pod wpływem samej gibereliny, chociaż samo CCC hamowało wzrost truskawki.

W badaniach nad zastosowaniem retardantów w sadownictwie największą rolę odgrywają dwa związki: chlorek chlorocholiny znany pod skrótem CCC oraz kwas N-dwumetyloaminobursztynowy znany pod nazwą handlową B-Nine lub Alar. Preparat B-Nine zawiera 5%, a preparat Alar zawiera 85% czynnego składnika. Strukturę chemiczną tych retardantów wyjaśnia rys. 1, a ich ważniejsze właściwości podano za Cathey'em (1964) w tabeli 1.



Rys. 1. Wzór chemiczny chlorku chlorocholiny (CCC)
— na górze i kwasu N-dwumetyloaminobursztynowego
(B-Nine) — na dole

Pierwszym retardantem badanym w Instytucie Sadownictwa w Polsce na jabłoniach był chlorek 2,4-dwuchlorobenzenotrzybutylofosfonianu (Phosfon). Ten retardant znalazł zastosowanie w ogrodnictwie na skalę handlową przede wszystkim w obniżeniu wysokości złocieni. Niestety na jabłonie nie podziałał, co potwierdziły później doniesienia zagranicz-

Tabela 1

Charakterystyka najważniejszych dla sadownictwa retardantów:
CCC i B-Nine (na podstawie Cathey'a, 1964)

Charakterystyka	CCC	B-Nine
Ciężar molekularny	158	160
Rozpuszczalność w wodzie	Całkowita	5% wagowo
Higroskopijność	wysoka	słaba
Trwałość w glebie	3—4 tygodnie	3—4 tygodnie
Reakcja roślin na koncentrację	różna: od braku reakcji do oznak toksyczności	różna ale bez oznak toksyczności
Opryskiwanie	względnie skuteczne	bardzo skuteczne
Stosowanie do gleby	skuteczne	toksyczne
Liczba roślin reagujących	duża	bardzo duża
Najbardziej charakterystycznie reagujące rośliny	pszenica, ogórek	motylkowe
Chloroza przy zbyt wysokich koncentracjach	jaśnieją blaszki u podstawy liści — objawy po pewnym czasie zanikają	względnie nietoksyczne
Wpływ na kiełkowanie	wyraźny	bez wpływu
Użycie w kulturach wodnych	bezpieczne	bezpieczne

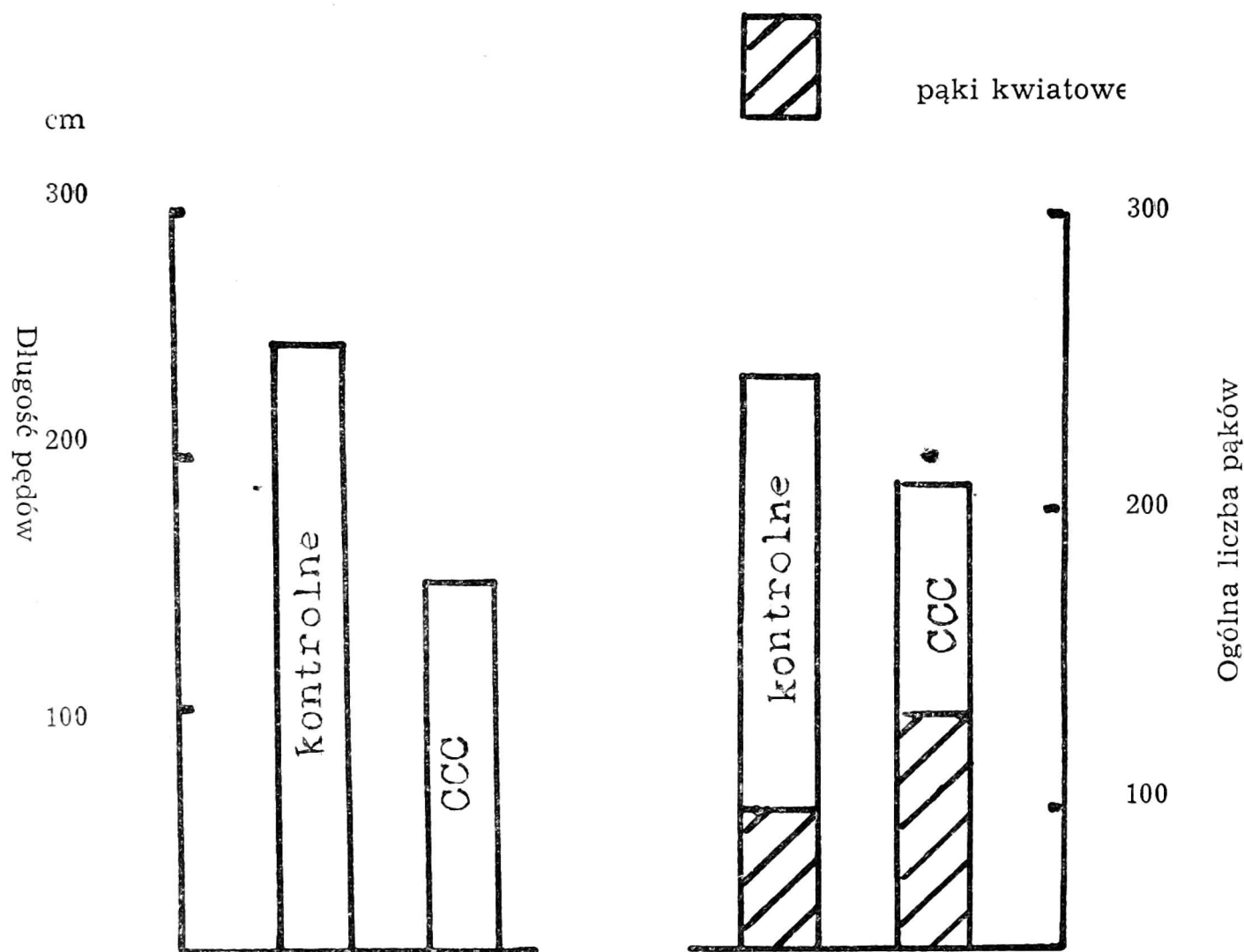
ne. Phosfon nie wpłynął również na kwitnienie truskawek trzymanyh w niesprzyjającym fotoperiodzie (Soczek, 1966).

Wpływ CCC na hamowanie wzrostu i stymulowanie kwitnienia grusz

Szczegółowe badania wpływu CCC na grusze przeprowadziła Modlibowska (1965). Opryskała ona jednoroczne grusze odmiany Williams Bon Chretien uprawiane w wazonach 1% roztworem CCC w miesiąc po okresie kwitnienia grusz. CCC zmniejszyło przyrost pędów, zwiększając jednocześnie liczbę pąków kwiatowych — wywarło więc wpływ typowy dla retardantów. Bez odpowiedzi pozostaje jeszcze pytanie, czy zwiększone kwitnienie w roku następnym po opryskaniu drzewek było tylko następstwem zahamowania ich wzrostu w roku przyskania, czy też zostało wywołane bezpośrednim działaniem regulatorów wzrostu na dyferencjację pąków kwiatowych.

Wraz ze zmniejszeniem się wzrostu drzewek przyskanych zmniejszała się też na nich ogólna liczba pąków. W przeciwieństwie do tego drzewka potraktowane gibereliną (3 opryskiwania w stężeniu 500 ppm) zwiększyły

szyły ogólną liczbę pąków, zmniejszając liczbę pąków kwiatowych. Wpływ obu regulatorów wzrostu na wzrost drzewek i liczbę pąków liściowych i kwiatowych przedstawia rys. 2.



Rys. 2. Wpływ CCC na sumaryczną długość pędów i liczbę pąków gruszy odmiany Williams Bon Chretien w kulturach wazonowych (wg Modlibowskiej)

Podobne wyniki na gruszach uzyskano w Zakładzie Sadownictwa SGGW w Warszawie (Rejman i Jaumień, 1967). Doświadczenie przeprowadzono na 4-letnich gruszach odmiany Komisówka, charakteryzującej się bardzo słabym owocowaniem. Po zastosowaniu CCC 31 maja w stężeniu 5000 i 10000 ppm uzyskano znaczne zmniejszenie długości jednorocznych pędów a w następnym roku zwiększone kwitnienie i owocowanie (tabela 2).

Wpływ B-Nine na hamowanie wzrostu i stymulowanie kwitnienia drzew owocowych

Jeszcze bardziej obiecującym środkiem dla sadownictwa okazał się retardant B-Nine (Alar). Przede wszystkim działa on bardzo skutecznie na

Tabela 2

Wpływ CCC na średnią długość przyrostów w roku zabiegu i liczbę kwiatostanów i owoców w roku następnym na 4-letnich gruszech odmiany Komisówka (według Rejmana i Jaumień, 1967)

Kombinacja	Długość 1 przyrostu w cm	Liczba kwiatostanów	Liczba owoców
Kontrolna	40,7	4,2	0,2
5000 ppm CCC	26,6	34,2	34,6
10000 ppm CCC	28,5	28,4	27,2

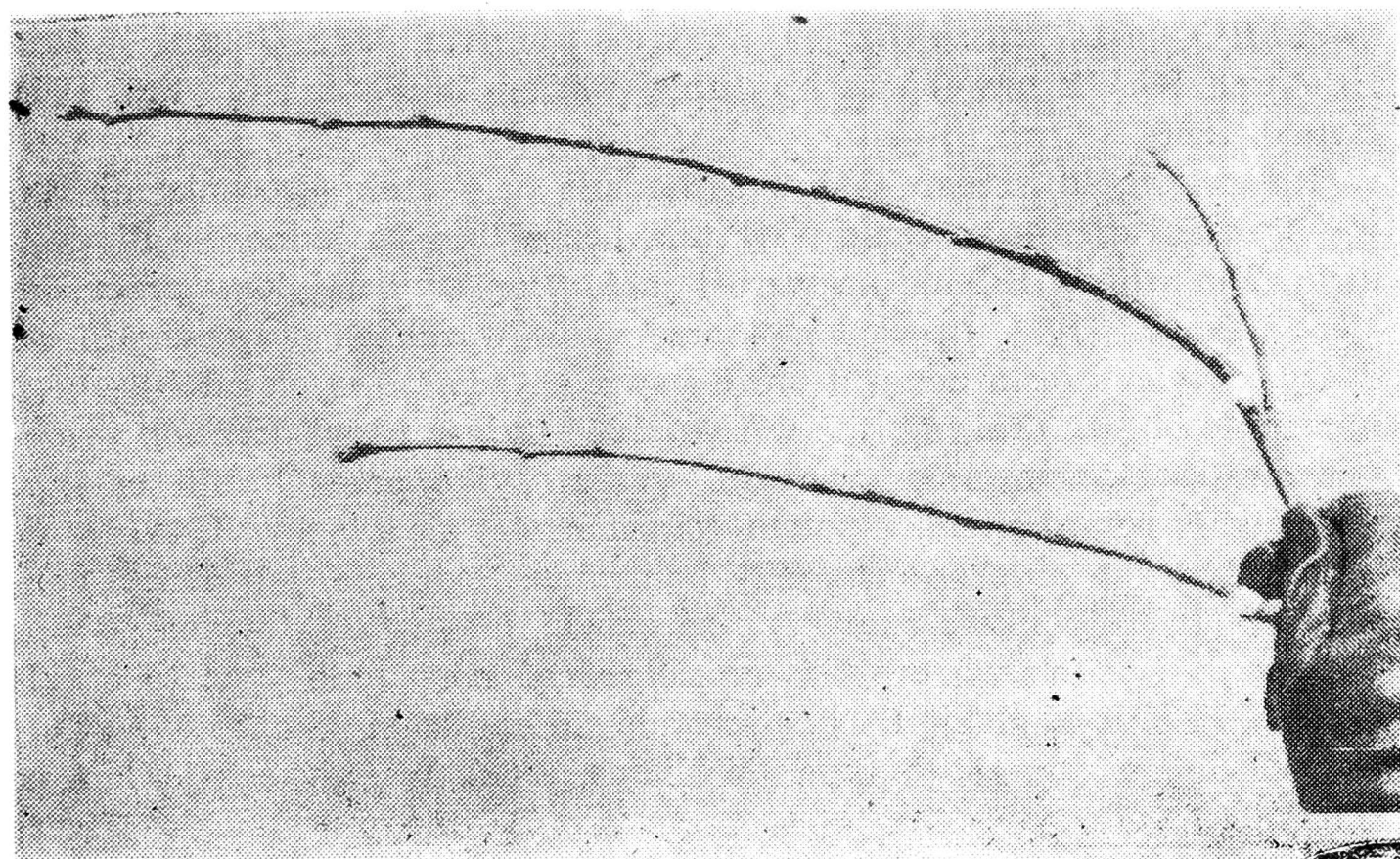
jabłonie — najważniejszy gatunek drzew owocowych naszej strefy. Zahamowanie wzrostu pędów jabłoni w roku zabiegu i zwiększenie owocowania w roku następnym uzyskali: Batjer, Williams i Martin (1964), Griggs i inni (1965), Edgerton i Hoffman (1966), Martin i Williams (1966), Fisher i inni (1967), Luckwill i Child (1967), Sharples (1967). Podobny efekt wywarło B-Nine na grusze (Batjer, Williams i Martin, 1964, Griggs, Iwakiri i Bethell, 1965) a nawet i na czereśnie (Batjer, Williams i Martini, 1964, Ryugo, 1966).

Zahamowanie wzrostu pędów zachodziło na skutek skrócenia międzywęzli, dzięki czemu znacznie wzrastała liczba liści na jednostkę długości pędu. Ten wpływ B-Nine na wzrost jabłoni opisany najpierw przez Batjera i innych (1964) na ogół powtarza się w wynikach późniejszych badaczy, chociaż często donosili oni o pewnych odstępstwach od opisanego uprzednio obrazu. Tak np. już w roku 1965 Griggs i inni donieśli, że obserwowali zahamowanie wzrostu grusz tylko przez krótki czas po podziałaniu retardantem, a potem wzrost nawet się zwiększył, tak że do jesieni drzewka przyskane dogoniły kontrolne. Podobnie, jak donosi Jankiewicz (1966), Jonkers zauważył, że siewki jabłoni traktowane B-Nine zaczęły po stosunkowo krótkim czasie rosnać normalnie. Jest to o tyle dziwne, że o ile w glebie B-Nine rozpada się bardzo szybko, to w roślinie jest stosunkowo trwałe (Martin i Williams, 1966). W siewkach jabłoni po 100 dniach od zanurzenia jej w roztworze B-Nine pozostawało jeszcze 90% jego pierwotnej ilości (Martin, Williams i Batjer, 1964). Hyugo (1966) wykrył nawet B-Nine na wiosnę w młodych liściach czereśni przyskanych tym retardantem jesienią ubiegłego roku. Szczególnie silnie wystąpiło zjawisko późniejszego „nadrabiania” wzrostu u jabłoni przyskanych B-Nine co drugi rok. Sumaryczny ich wzrost przewyższał po 2 latach wzrost drzew kontrolnych. Emerson (cytowane za Jankiewiczem, 1967), który prowadził te badania, wyjaśniał stymulujący wpływ B-Nine na późniejszy wzrost drzew zwiększaniem się w ich liściach zawartości chlorofilu.

Odstępstwo od normalnej reakcji wzrostowej na B-Nine wykazała

również cytryna (Monselise, Goren, Halevy, 1966). Zahamowała ona wzrost tylko pod wpływem retardanta BTOA, podczas gdy CCC i B-Nine okazały się pod tym względem nieskuteczne, chociaż i one również zwiększyły zawiązanie kwiatów i owoców.

B-Nine może hamować wzrost bardzo silnie. Dla przykładu: młode siewki jabłoni w badaniach Jonkersa opryskane B-Nine w stężeniu 5000 ppm miały tylko 18 cm wysokości, podczas gdy kontrolne osiągnęły w tym czasie aż 80 cm. W pracach Luckwilla i Childa (1967) 12-letnie jabłonie pryskane B-Nine w stężeniu 2000 ppm zmniejszały wzrost do 68% w stosunku do kontrolnych. W doświadczeniach Instytutu Sadownictwa w Polsce długość jednorocznych przyrostów na 3-letnich jabłoniach odmiany McIntosh zmniejszyła się pod wpływem B-Nine (3 opryskiwania w stężeniu 1000 ppm) z 1522 cm (kontrolne) do 1074 (pryskane). Podobnie zmniejszyła się też średnia długość przyrostu (rys. 3).



Rys. 3. Średnia długość przyrostu 3-letnich jabłoni odmiany McIntosh z drzew kontrolnych (na górze) i z drzew pryskanych 3 razy B-Nine w stężeniu 1000 ppm (na dole). Biała obrączka oznacza początek drewna jednorocznego. Fot. Z. Soczek

B-Nine hamuje wzrost wszystkich pędów proporcjonalnie nie naruszając dominacji wierzchołkowej. Pod tym względem różni się znacznie od wielu innych regulatorów wzrostu. Bardzo ciekawe porównanie wpływu kilku z nich na wzrost 2-letnich jabłoni odmiany Stark Earliest w warunkach szklarniowych podaje tabela 3 przytaczająca dane z publikacji Luckwilla i Childa (1967).

Tabela 3

Porównanie wpływu niektórych regulatorów wzrostu na wzrost 2-letnich jabłoni odmiany Stark Earliest (według Luckwilla i Childa, 1967)

Regulator wzrostu	Suma długości pędów w cm	Liczba liści	Średnia długość międzywęzła w cm	Dominacja wierzchołkowa
GA 200 ppm	475,5	179,0	2,67	utracona
B-9 2000 ppm	206,0	136,5	1,51	bez zmian
CCC 5000 ppm	327,0	170,0	1,93	częściowo utracona
TIBA 200 ppm	276,0	153,0	1,80	utracona
Kontrolne	393,3	156,7	2,51	silna

Podobnie jak przy CCC, zahamowanie wzrostu pod wpływem B-Nine wiąże się bardzo silnie z wpływem tego retardanta na owocowanie. Zaznacza się on przede wszystkim w drugim roku, jako że cykl rozwoju pąków kwiatowych uwieńczony kwitnieniem i zawiązaniem owoców przeciąga się u drzew owocowych przez 2 sezony.

Kwitnienie pod wpływem B-Nine zwiększa się tak silnie, że jak podają Luckwill i Child (1967), nawet boczne pąki na jednorocznych pędach jabłoni wykształcają się jako kwiatowe, czego normalnie nie obserwuje się.

Zwiększone kwitnienie bardzo często prowadzi do zwiększonego owocowania. W doświadczeniu Luckwilla i Childa (1967) wzrost plonu jabłek odmiany Koksia Pomarańczowa przekraczał nawet 100% w stosunku do plonu z drzew kontrolnych (tabela 4). W doświadczeniu prowadzonym w Instytucie Sadownictwa w Polsce plon wspomnianych już młodych jabłoni odmiany McIntosh zwiększył się pod wpływem B-Nine z 6,7 kg na drzewo (kontrolne) do 10,0 kg na drzewo (pryskane), podczas gdy plon na analogicznych jabłoniach odmiany Wealthy zmniejszył się nawet pod wpływem B-Nine. Fisher i Looney (1967) uzyskali również obniżenie plonu jabłek jako efekt stosowania B-Nine, chociaż i oni stwierdzili zwiększenie się liczby owoców. W tym wypadku nie udało się zrównoważyć zmniejszenia się wielkości owoców. Niestety zmniejszanie się wielkości owoców z reguły występuje po opryskaniu drzew retardantem. Wielu badaczy tłumaczy to jako normalny wpływ zwiększonego zawiązania owoców.

Luckwill (1967) przewiduje, że B-Nine znajdzie największe zastosowanie do opryskiwania młodych drzew nadmiernie silnie rosnących w celu zahamowania ich wzrostu i przyspieszenia ich wejścia w okres silnego owocowania. Szczególnie w warunkach Anglii, gdzie opady wynoszą ponad 900 mm rocznie i przypadają głównie w lipcu i w sierpniu, silny

Tabela 4

Wpływ opryskiwania jabłoni odmiany Koxa roztworem B-Nine na plon w roku następnym (według Luckwilla i Childa, 1967); w kg na drzewo

Kombinacja	Podkładka		
	m 25	MM 104	MM 109
B-Nine 2000 ppm	13,1	10,6	9,2
Kontrolna	5,9	4,0	3,6

wzrost pędów przedłuża się nadmiernie powodując w efekcie słabe zawiązanie pąków kwiatowych.

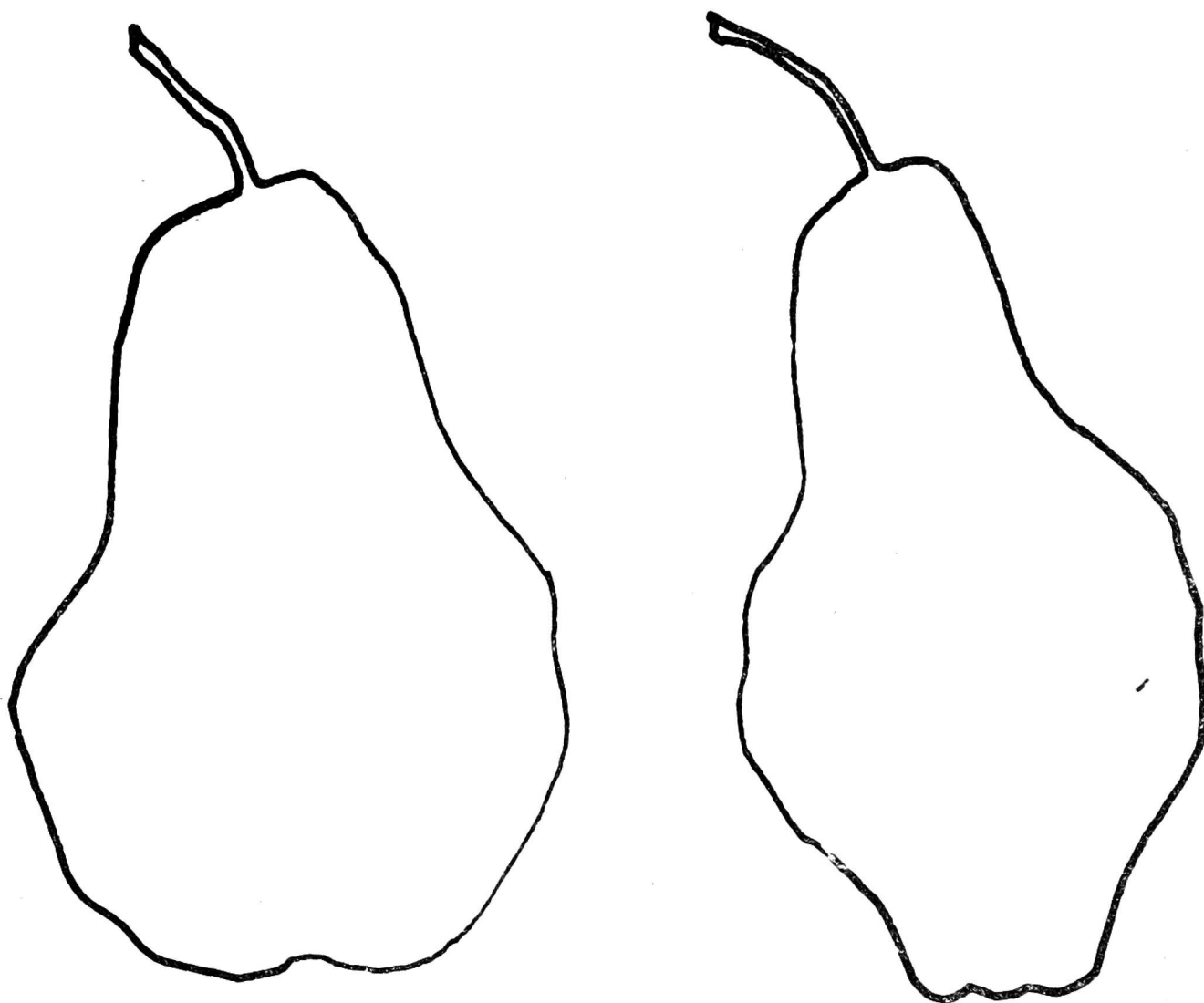
Zwiększone zawiązanie owoców następuje nie tylko na skutek większej liczby kwiatów ale również na skutek zwiększonego procentu kwiatów dających zawiązki. To ostatnie zjawisko, jak przypuszczają Griggs, Iwakiri i Bethell (1965), zachodzi na skutek przedłużenia okresu kwitnienia drzew przyskanych B-Nine. Dzięki temu proces zapylenia i zapłodnienia kwiatów ma szansę zajść na tych drzewach w większym stopniu niż na drzewach kontrolnych. B-Nine nie zwiększa więc zawiązania owoców na drodze partenokarpji tak jak czyni to giberelina. Świadczy o tym uzyskanie w pracy wspomnianych badaczy małych i nieistotnych różnic zarówno w liczbie nasion jak i w procencie owoców bezpestkowych między kombinacjami z B-Nine a kontrolną, podczas gdy procent zawiązków w stosunku do kwiatostanów wzrastał pod wpływem tego retardanta z 15,8 (kontrolne) nawet do 31,1 (B-Nine).

Ciekawe zahamowanie wzrostu siewek gruszek uzyskał Brooks (1964) traktując je do 3 razy B-Nine w stężeniu do 8000 ppm. Zahamowanie to utrzymywało się nawet w roku następnym po wykonaniu opryskiwania nadając przyrostom młodych siewek charakter krótkopędów. O zmuszeniu siewek do wcześniejszego zaowocowania autor jednak nie wspomina.

Rozwój pąków brzoskwini i związaną z tym ich wrażliwość na przemarzanie badał Edgerton (1966). Według uzyskanych przez niego wyników B-Nine nie miało wpływu na mrozoodporność pąków brzoskwini.

Wpływ B-Nine na kształt owoców, ich wybarwienie, termin zbioru, opadanie oraz niektóre cechy przechowalnicze

Na ogół autorzy nie zauważyli większego wpływu na kształt owoców; zwłaszcza odnosi się to do publikacji dotyczących jabłek. Ciekawe zmienianie się kształtu gruszek pod wpływem B-Nine zauważyli Griggs, Iwakiri i Bethell (1965). Gruszki odmiany Williams ztracały swoje charakterystyczne przewężenie w części górnej (rys. 4). Zmiany w kształcie gruszek pod wpływem B-Nine nie były jednak tak silne i deformujące owoc



Rys. 4. Gruszka odmiany Williams z drzewa kontrolnego (na lewo) i z drzewa opryskanego gibereliną (na prawo). Wg Griggisa i Iwakiri

jak pod wpływem gibereliny. Jedynie szypułka ulegała bardzo znacznemu skróceniu osiągając zaledwie $1/4$ do $1/5$ długości szypulek owoców z drzew kontrolnych. O podobnym skróceniu szypulek jabłek donieśli Batjer, Williams i Martin (1964). Z punktu widzenia przechowalnictwa skrócenie to jest bardzo korzystne, ponieważ zmniejsza niebezpieczeństwo uszkodzenia w skrzynkach lub innych opakowaniach owoców sąsiednich.

Bardzo silny wpływ wywiera B-Nine na zwiększenie się rumieńca na owocach. Potwierdzenie tego można znaleźć w publikacjach Edgertona i Hoffmana (1966), Blanpieda, Smocka i Kollasa (1967), Fishera i Looney'a (1967), Luckwilla i Childa (1967). Dla przykładu: Luckwill i Child uzyskali w roku pryskania na jabłkach odmiany Koksa pomarańczowa zwiększenie się rumieńca o 64%.

Przytoczone tabele 5 i 6 podają wielkość rumieńca na jabłkach z drzew pryskanych w różnych terminach i różnymi stężeniami B-Nine. Chociaż wpływ tych opryskiwań jest bardzo duży, trudno jednak stwier-

Tabela 5

Zwiększenie się wykolorowania jabłek odmiany McIntosh na skutek opryskiwania drzew roztworem B-Nine. Opryskiwanie przeprowadzono 29. V. a zbiór 14. IX (według Edgertona i Hoffmana, 1966)

Stężenie B-Nine	Powierzchnia z rumieńcem w %	Zawartość antocjanu w $\mu\text{g}/\text{cm}^2$
500 ppm	67	7,9
1000 ppm	65	7,4
5000 ppm	74	8,3
Kontrolne	58	6,9

Tabela 6

Wpływ czasów stosowania B-Nine w stężeniu 2000 ppm na niektóre cechy jabłek odmiany Fortune (według Luckwilla i Childa, 1967)

Tygodnie po kwitnieniu	Opad (%)	Ciężar 100 owoców (kg)	Rumieniec (%)	Po 3 miesiącach przechowywania	
				jąderność (funty)	gnicie (%)
Kontrolne	27,2	28,6	33,4	4,5	6,0
0	14,9	26,4	37,0	5,0	5,3
2	11,0	25,4	45,7	5,3	3,3
4	13,5	27,3	38,8	4,7	3,3
7	12,6	27,4	35,3	4,1	11,0
10	13,8	27,2	42,3	3,9	10,0
14	17,4	30,6	41,3	3,8	5,0

dzić jakąś prostą zależność między wzrostem stężenia czy opróżnieniem terminu stosowania B-Nine a wielkością rumieńca.

Opinie poszczególnych autorów różnią się co do wpływu B-Nine na termin zbioru owoców. Przypuszczalnie zależy to od gatunku i odmiany drzew użytych do doświadczenia. Potwierdza to wyraźnie praca Blanpie-da, Smocka i Kollasa (1961), którzy stwierdzili, że B-Nine nie wpływa na optymalny termin zbioru McIntosha, ale opóźnia ten termin dla 2 innych (nieznanych u nas) odmian użytych w doświadczeniu. Według Bajtjera, Williamsa i Martina (1964) B-Nine przyspieszało dojrzewania cze-reśni.

Wszystkie za to prace jednogłośnie potwierdzają fenomenalnie silny wpływ B-Nine na zahamowanie opadania owoców przed zbiorem. Zahamowanie to jest tak silne, że jak podają Fisher i Looney (1967) jabłka odmiany Spartan na drzewach przyskanych trzymały się jeszcze na pędach bardzo silnie w 3—4 tygodnie po handlowym terminie zbioru, podczas gdy wszystkie jabłka z drzew kontrolnych leżały już w tym czasie na

ziemi. Wpływ terminu stosowania B-Nine w stężeniu 2000 ppm na opadanie jabłek odmiany Fortune podaje tabela 6. B-Nine hamuje opadanie nie poprzez opóźnienie procesu dojrzewania jabłek mierzonego zmianami w ich jędrności, lecz w jakiś inny sposób. Wykazały to prace Edgertona i Hoffmana (1966), którzy stwierdzili, że jabłka wrażliwej na opadanie odmiany McIntosh trzymały się mocno na drzewach przyskanych B-Nine jeszcze w miesiąc po terminie zbioru, chociaż ich jędrność znacznie spadła poniżej jędrności jabłek z drzew kontrolnych w okresie zbioru (tabela 7). 26 sierpnia (termin zbioru) u jabłek z drzew kontrolnych zazna-

Tabela 7

Wpływ opryskiwania jabłoni odmiany McIntosh roztworem B-Nine 5 czerwca na opadanie jabłek i jędrność jabłek na drzewie (według Edgertona i Hoffmana, 1966)

Stężenie B-Nine	Opad jabłek w %			Jędrność jabłek w funtach		
	26.IX	10.X	26.X	26.IX	10.X	26.X
500 ppm	5,5	9,6	21,8	16,1	14,6	9,4
2000 ppm	1,3	4,2	10,6	17,3	17,3	10,5
Kontrolne	56,6			14,5	14,5	

czało się już oddzielanie szypułki warstwą korkową od pędu, podczas gdy u jabłek z drzew przyskanych nie dało się jeszcze zauważyć tworzenia się tej warstwy. Według tych badaczy najefektywniejsze było przyskanie B-Nine około 1 miesiąca przed zbiorem jabłek odmiany McIntosh, a wykonanie opryskiwania w okresie, gdy zaczęło się już opadanie, nie przynosiło rezultatów. Pod tym względem B-Nine różni się bardzo silnie od kwasu naftylocetowego (NAA), który dotychczas najszerzej był stosowany do zapobiegania przedwczesnemu opadaniu jabłek.

B-Nine zwiększało jędrność w okresie zbioru, a w wielu przypadkach również i w okresie przechowywania. Williams, Batjer i Martin (1964) donoszą o przedłużeniu pod wpływem B-Nine okresu życia jabłek po wyjęciu ich z chłodni, a Blanpied, Smock i Kollas (1967) podają, że jabłka z drzew przyskanych B-Nine później osiągały klimakterykę oraz później występowało u nich maksimum wydzielania etylenu.

Cenne z punktu widzenia przechowalnictwa jest zmniejszanie się występowania pod wpływem B-Nine takich chorób przechowalniczych jak gnicie, oparzelizna powierzchniowa i szklistość miąższu. Zahamowanie gnicia wiąże się ze zwiększeniem jędrności owoców. Według Luckwilla i Childa (1967) B-Nine obniżyło gnicie jabłek odmiany Millers Seedling w przechowywaniu z 7,4% na 1,6%.

Dwie publikacje donoszą o wywołaniu przez B-Nine zbrązowienia miąższu. Luckwill i Child porównują je do uszkodzenia wywołanego

zmarznięciem owoców. Doniesienia o wpływie B-Nine na występowanie chorób przechowalniczych jabłek zestawiono w tabeli 8.

Tabela 8

Zestawienie doniesień o zmniejszaniu (—) i zwiększaniu (+) przez B-Nine porażenia jabłek w okresie ich przechowywania przez niektóre choroby przechowalnicze

Autorzy	Gnicie	Oparze- lizna	Szklis- tość miąższu	Rozpad miąższu	Zbrązo- wienie miąższu
Martin i Wialliams (1966)		—	—		
Luckwill i Child (1967)	—			+	+
Sharples (1967)	—				
Batjer i Williams (1966)			—		
Blanpied, Smock i Kollas (1967)		—			+

Krótką charakterystyka giberelin

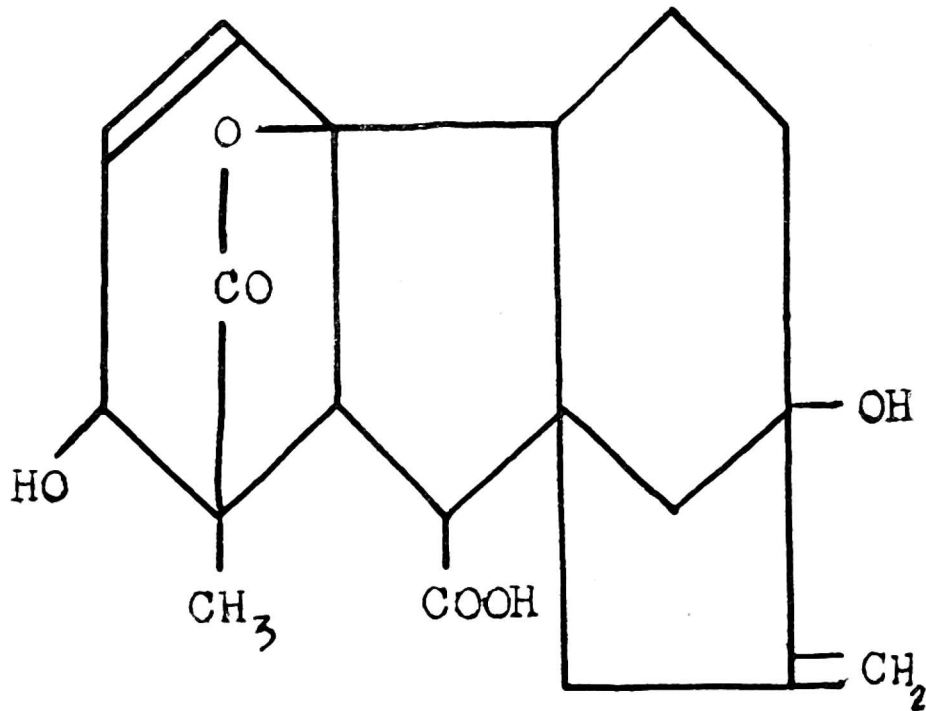
Gibereliny należą do regulatorów wzrostu o nadzwyczaj silnym i wielostronnym wpływie na rośliny. Przede wszystkim powodują wydłużanie się międzywęźli i chlorotyczne pojaśnienie liści. Objawy te obserwowano od dawna na ryżu porażonym przez grzyb *Gibberella fujikuroi*. Z kultury tego grzyba wyizolował giberelinę japończyk Yabuta już w 1935 r. Dopiero jednak po wojnie stała się ona obiektem szerokich badań.

Występowanie giberelin stwierdzono w tak licznych roślinach, że można chyba mówić o giberelinach jako o bardzo powszechnie występującym w przyrodzie roślinnym regulatorze wzrostu. Dotychczas wyizolowano już 13 różnych giberelin, przy czym lista ta nie wydaje się być zamkniętą.

Udoskonalenie techniki wglębnej hodowli *G. fujikuroi* pozwala na otrzymywanie gibereliny w dużych ilościach na skalę przemysłową. W Polsce ukazał się preparat pod nazwą Gibrescol zawierający 95% gibereliny A₃. Jest to najczęściej spotykana giberelina zwana także kwasem giberelinowym. Jej wzór podaje rys. 5.

Kwas giberelinowy stanowi substancję bezbarwną, krystaliczną, prawie nie rozpuszczalną w wodzie, rozpuszczającą się za to dość dobrze w szeregu alkoholi, acetonie i octanie etylowym. Wszystkie pozostałe gibereliny posiadają taki sam rdzeń czteroczłonowy a różnią się obecnością lub brakiem podwójnego wiązania w pierścieniu laktonowym oraz liczbą i rozmieszczeniem grup hydroksylowych. Różnią się też bardzo znacznie aktywnością biologiczną.

Najczęściej traktuje się rośliny gibereliną przy pomocy opryskiwania. Można też nanosić ją w postaci pasty, zaprawiać nasiona a nawet stosować do gleby. Używane stężenia do opryskiwań wahają się w bardzo sze-

Rys. 5. Wzór strukturalny gibereliny A₃

rokiem zakresie od 0,1 do 1000 ppm. Potrzebne ilości gibereliny są bardzo małe i wahają się od 0,01 do kilkuset mikrogramów na roślinę. Gibberelina w bardzo dużym stężeniu może hamować wzrost roślin, nie jest jednak nigdy dla nich toksyczna.

Giberelinę cechuje w roślinie duża ruchliwość. Dlatego też jej wpływ ujawnia się na roślinach zielnych, zwłaszcza młodych, już po kilku godzinach, a na drzewiastych po kilku dniach lub tygodniach. W związku z dobrym przemieszczaniem się gibereliny w roślinie nie trzeba zwracać uwagi na staranne opryskanie wszystkich części rośliny. Wpływ gibereliny na roślinę trwa stosunkowo krótko, dlatego chcąc uzyskać trwalszy efekt trzeba opryskiwanie wykonać kilkakrotnie.

Giberelina często hamuje wzrost korzeni, chociaż może również wywołać ich powstawanie nawet na organach zazwyczaj nie wytwarzających korzeni. Często przełamuje karłowatość roślin uwarunkowaną zarówno genetycznie jak i warunkami środowiska. Zmienia kształt liści. Zastępuje do pewnego stopnia niską temperaturę w procesie jarowizacji. Przyspiesza kwitnienie roślin, które nie przeszły jarowizacji. Wywołuje kwitnienie roślin długiego dnia w warunkach dnia krótkiego, oraz wpływa na kwitnienie roślin dnia krótkiego. Przerywa spoczynek roślin. Wywołuje partenokarpiczne zawiązywanie owoców.

Literatura dotycząca badań nad gibereliną obejmuje olbrzymią i rosnącą lawinowo liczbę publikacji. Przegląd ich można znaleźć w szeregu monografiach poświęconych giberelinie, z których najbardziej znane napisali Stowe i Yamaki (1957), Stodola (1958), Brian (1959), Wittwer i Bu-

kovac (1958). Czytelnik polski miał możliwość zapoznać się z historią odkrycia gibereliny i z pierwszym okresem badań nad nią w obszernej monografii Kępkowej (1953) a później między innymi z książki radzieckich autorów Muromcewa i Pieńkova (1964) tłumaczonej na język polski. Własności poszczególnych giberelin omawia Michniewicz (1963) i Markiewicz (1965). Michniewicz (1961) opisał test liścia owsa do oznaczania gibereliny, a Soczek (1962) podał przegląd bitestów używanych do tego celu. Dużo miejsca w swojej książce o substancjach wzrostowych rośliny poświęciła giberelinom Maciejewska-Potapczykowa (1967).

Wpływ giberelin na wzrost roślin sadowniczych

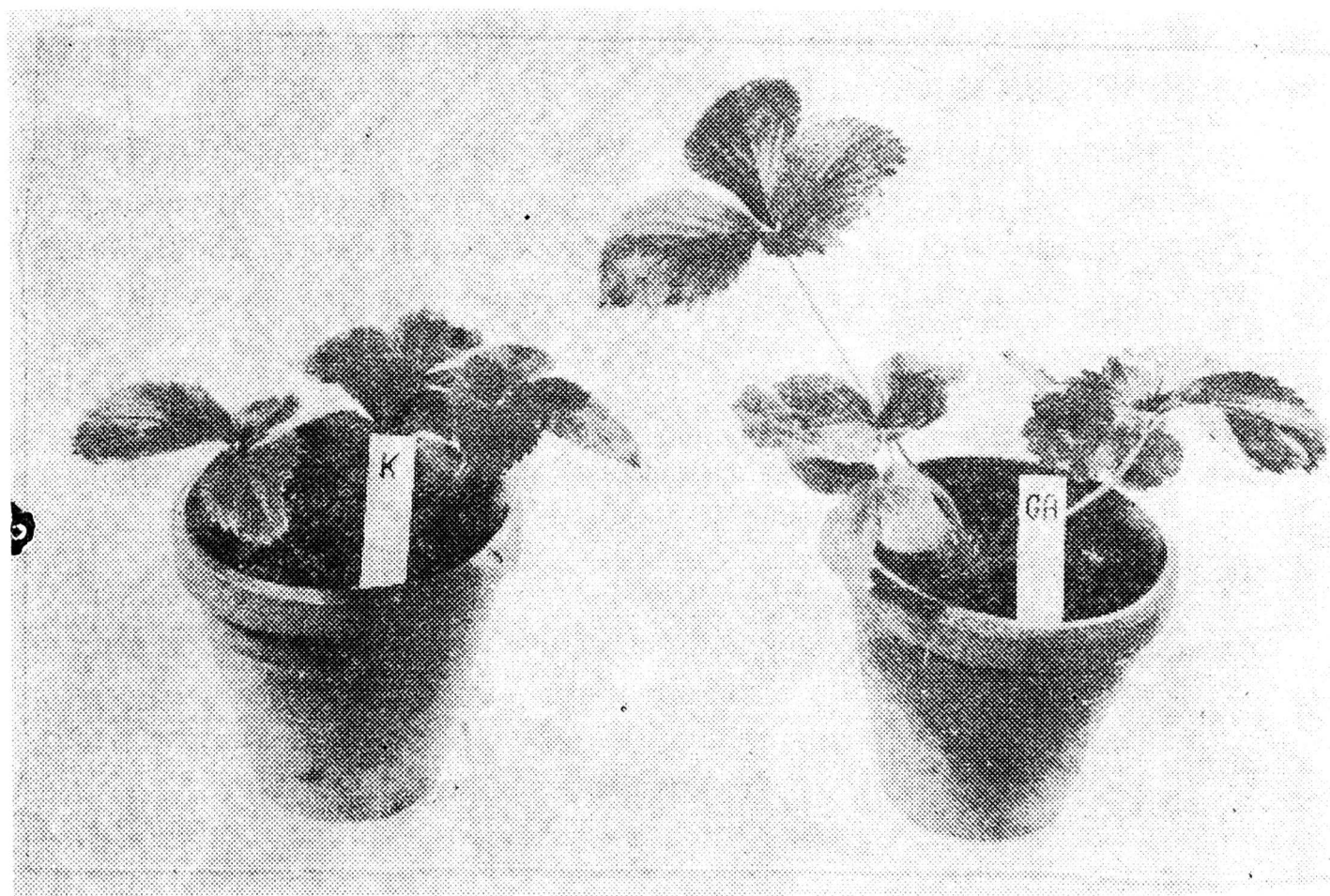
Już pierwsze badania nad traktowaniem drzew owocowych gibereliną wykazywały, że przeważnie reagują one podobnie jak rośliny zielne. Np. siewki jabłoni w pracy Powella i innych (1959) po kilkakrotnym opryskiwaniu gibereliną w stężeniu 1000 ppm posiadały dłuższe pędy i mniejszy stosunek korzeni do części nadziemnej niż drzewka kontrolne.

O stymulowaniu wzrostu pędów drzew podają prawie wszystkie prace dotyczące badań nad wpływem giberelin na drzewa owocowe. Edgerton (1965) uzyskał nawet zwiększenie wzrostu pędów brzoskwini rzędu 200—300% po zastosowaniu gibereliny w stężeniu 200 ppm. Griggs i Iwakiri (1961) zauważyli na gruszy przerastanie krótkopędów w długopędy po użyciu wysokich stężeń gibereliny wcześniej na wiosnę w okresie rozdzielania się łusek na pąkach. Hill i Levis (1959) podają o wydaniu przez wiśnie bardzo długich przyrostów po opryskaniu ich 21 maja gibereliną w stężeniu od 100 do 1000 ppm. Opryskiwanie to zwiększyło też średnicę pnia oraz świeżą i suchą masę nadziemnej części drzewa. Zastosowanie gibereliny dwa miesiące później nie zwiększyło już wzrostu drzew. Wynik ten charakteryzuje dobrze powszechnie obserwowane na drzewach zjawisko zmniejszającego się wpływu gibereliny na wzrost przy opóźnieniu terminu jej stosowania.

Szczegółowa analiza zmian w charakterze wzrostu pędów na młodych jabłunkach odmiany Golden Delicious, na których pąk szczytowy nanoszono 2 razy w tygodniu kroplę roztworu gibereliny, wykazała ciekawe zależności. Okazało się, że giberelina tylko wydłużała pędy boczne, podczas gdy pędy główne osiowe ulegały nawet skróceniu. Potwierdza to dane przytoczone już z pracy Luckwilla i Childa, że giberelina zmienia charakter wzrostu drzewa ograniczając dominację wierzchołkową. Pod wpływem gibereliny nie tylko wzrosła średnia długość pędów bocznych ale również zwiększyła się ich liczba i to dość znacznie bo aż średnio z 4—5 u kontrolnych do 9—11 u pryskanych.

Czasem jednak giberelina w ogóle nie zwiększa przyrostu pędów. Zjawisko to występuje przeważnie w przypadku wzrostu plonu na skutek stosowania gibereliny. Brak wpływu gibereliny na ogólny przyrost pędów i pnia podaje między innymi Modlibowska (1966) w pracy omawianej szerzej w rozdziale o partenokarpii.

Szczególnie szybko ujawnia się wpływ gibereliny na rośliny zielne. Już w jeden tydzień po opryskaniu truskawek gibereliną nawet w bardzo słabym stężeniu 10 ppm dają się zauważyć ogromne różnice we wzroście (rys. 6).



Rys. 6. Truskawki odmiany Regina: kontrolna (na lewo) i opryskana przed tygodniem gibereliną w stężeniu 10 ppm (na prawo). Fot. Z. Soczek

Wpływ giberelin na kwitnienie roślin sadowniczych

Na ogół sadownikom nie zależy na zwiększaniu wzrostu pędów drzew, choć mogą zaistnieć od tego wyjątki. Jeden z nich przedstawiają wiśnie porażone wirusem żółtaczką. Powoduje on karlenie drzew przy początkowo bardzo obfitym zawiązywaniu się pąków kwiatowych, co jeszcze bardziej osłabia drzewo prowadząc do późniejszego bardzo silnego zaniżenia plonu. Według danych Hulla i Klosa (1958), Basaka i innych (1962) oraz Parkera i Edgertona (1964) opryskiwanie takich drzew roztworem gibereliny w okresie kilku do kilkunastu dni po kwitnieniu zwiększa lic-

bę pąków wegetatywnych oraz poprawia kolor liści. Na skutek polepszenia się wigoru drzewa poprawia się też jego plon w następnym roku.

Zmniejszenie się liczby pąków kwiatowych na skutek stosowania gibereliny zaobserwowano na wielu drzewach owocowych. Uzyskali to Griggs i Iwakiri (1961) na gruszach.

Monselise i Halevy (1964) wykazali na drzewach cytrusowych, że giberelina nie tylko zmniejsza osadzenie się pąków kwiatowych, ale przy wyższych koncentracjach i przedłużonym okresie stosowania może nawet zupełnie zapobiec kwitnieniu drzew. Krytyczne koncentracje dla brzoskwiń, moreli, wiśni, migdałów i śliw podali Bradley i Crane (1960). Wahły się one od 50 ppm dla śliw i moreli do 500 ppm dla brzoskwiń przy dwukrotnym opryskiwaniu drzew.

Szczególnie dużo prac, również wykazujących hamujący wpływ GA na osadzenie się pąków kwiatowych, przeprowadzono na najważniejszym dla naszego sadownictwa gatunku — na jabłoni (Guttridge, 1962, Marcelle i Sironval, 1963, Dennis i Edgerton, 1966). Tabela 9 podaje wyniki z doś-

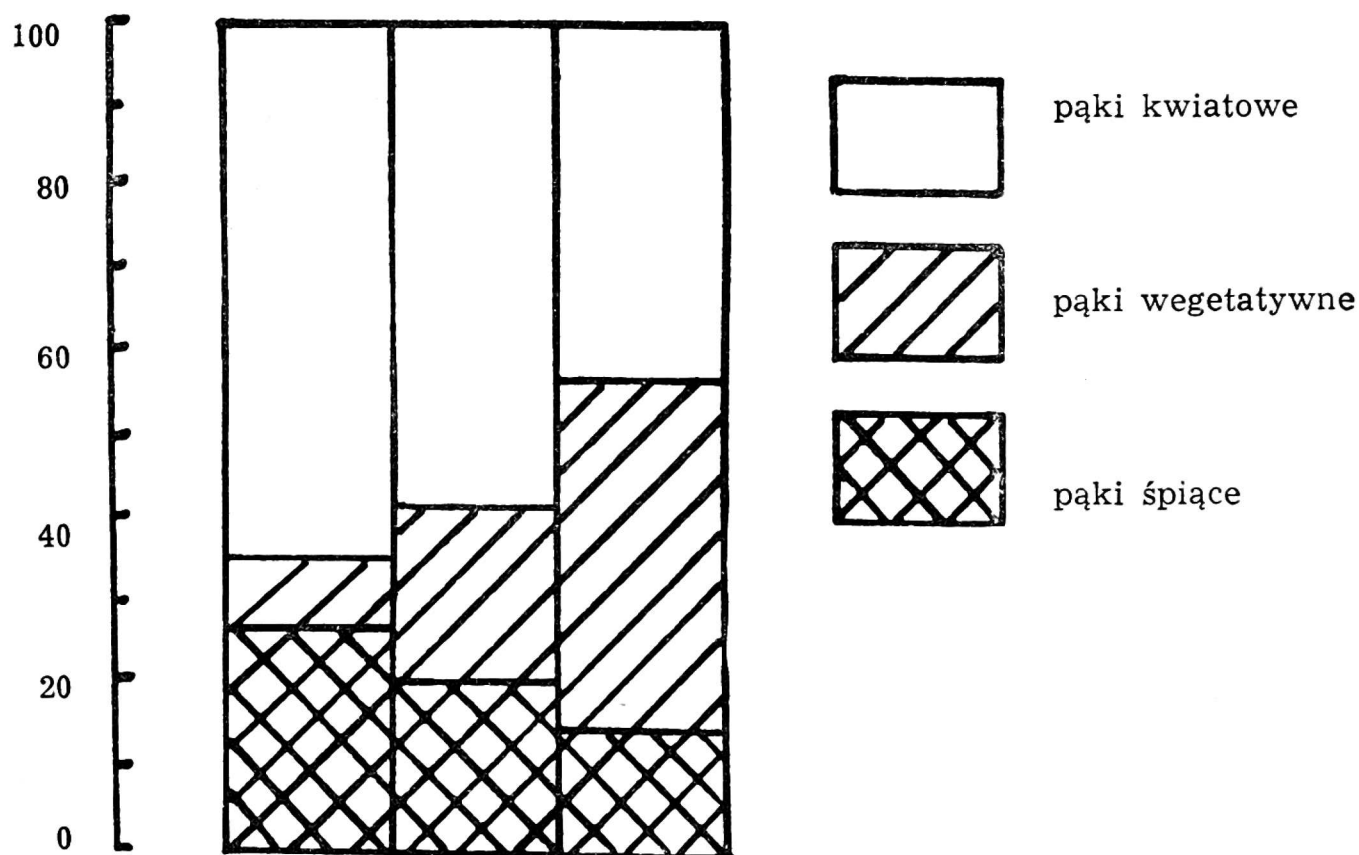
Tabela 9

Wpływ gibereliny stosowanej w odstępach tygodniowych od 31. V do 29. VIII na zawiązanie pąków kwiatowych i liściowych jabłoni, średnie dla 7 odmian (według Guttridge'a, 1962)

Kombinacja	Liczba pąków		Procent pąków kwiatowych
	kwiatowych	liściowych	
Kontrolna	106	97	52,2
GA 10 ppm	17	125	12,0
GA 50 ppm	16	161	9,8

wiadczenia Guttridge'a, w którym przyskał on poszczególne konary jabłoni 7 odmian roztworem gibereliny co tydzień od 31 maja do 29 sierpnia. Wyraźnie widać, że wraz z podnoszeniem stężenia gibereliny malała ilość pąków kwiatowych zarówno w liczbach bezwzględnych jak i w procentach ogólnej liczby pąków. Trochę odmiennie wyniki uzyskali Marcelle i Sironval. Nanosili oni roztwór gibereliny na pąk szczytowy i młode liście bardzo młodych jabłoni. W tym przypadku giberelina zwiększyła nieznacznie bezwzględną liczbę pąków kwiatowych, jednak na skutek jeszcze silniejszego wzrostu liczby pąków liściowych procent pąków kwiatowych i tu znacznie się obniżył (rys. 7).

W przeciwieństwie do wpływu gibereliny na wzrost pędów, jej wpływ na zmniejszanie się liczby pąków kwiatowych wzrasta wraz z opóźnieniem terminu opryskiwania drzew. Hamujący wpływ opryskiwań gibe-



Rys. 7. Wpływ gibereliny na różnicowanie się pąków kwiatowych jabłoni odmiany Golden Delicious. Wg Marcelle'go i Sironvała

reliną na dyferencjację pąków kwiatowych zgodny jest z wpływem endogennych substancji typu giberelin produkowanych przez owoce. Rozwijające się owoce wpływają hamująco na dyferencjację pąków kwiatowych dopiero wtedy, gdy osiągną wiek 6 do 8 tygodni. Wtedy właśnie nasiona zaczynają produkować wielkie ilości giberelin. Jak przypuszcza Luckwill (1967), one to właśnie ograniczają wspomnianą dyferencjację i powodują rok nieurodzaju po roku obfitego plonowania u drzew przemiennie owocujących.

Większość z przytoczonych powyżej prac podaje jeszcze jeden wpływ gibereliny na drzewa a mianowicie opóźnienie okresu kwitnienia. Podobne zjawisko zaobserwował też Sparks (1967) na pekanie i karii.

Ciekawe wyniki przyniosły prace nad zastosowaniem gibereliny do regulowania kwitnienia truskawek. Porlingis i Boynton (1961) uzyskali przyspieszenie kwitnienia truskawek w szklarni, a Smith, Soczek i Collins (1961) wykazali w doświadczeniu polowym możliwość uzyskania wcześniejszego zbioru owoców, co posiadałoby duże znaczenie praktyczne dla uprawy truskawek. Późniejsze prace Soczka (1966) nie potwierdziły jednak możliwości przyspieszenia zbioru wczesnych odmian truskawek w warunkach Polski. Teoretyczne prace nad mechanizmem wpływu giberelin na kwitnienie truskawek prowadzili między innymi Guttridge

(1959, 1961), Swarbrick (1959), Porlingis i Boynton (1961), Smith, Soczek i Collins (1961), Leshm (1964), Jonkers (1965), Soczek (1966).

Szczególnie ciekawą hipotezę udawadnia Guttridge. Opierając się na wynikach bardzo pomysłowo prowadzonych doświadczeń uważa, że gibereliny lub podobne do nich hormony są w truskawkach inhibitorami kwitnienia. Miejsce ich wytwarzania stanowią młode liście, a miejsce działania stanowią stożki wzrostu. Kwitnienie truskawek należy więc rozpatrywać jako wypadkową liczby młodych liści (produkujących inhibitor) i liczby stożków wzrostu (rozcieńczających inhibitor). Od dawna sadownicy angielscy skaszali liście truskawek po zebraniu z nich owoców uważając, że zabieg ten wpływa dodatnio na owocowanie. Teoria Guttridge'a daje wytłumaczenie skuteczności tego zabiegu.

Wpływ giberelin na partenokarpiczne zawiązywanie owoców

Partenokarpie można rozpatrywać jako pewien przypadek rozwoju owoców, w którym nie jest on uzależniony od obecności nasion. Sztuczne wywoływanie partenokarpii przedstawia dla sadownictwa bardzo duże znaczenie, ponieważ nieliczne tylko rośliny sadownicze jak banany, niektóre odmiany pomarańcz czy winogron mają zdolność wykształcania owoców bez nasion. Nawet bardzo obfite kwitnienie nie zapewnia więc uzyskania plonu owoców, jeśli nie dojdzie uprzednio do zapylenia i zapłodnienia, lub rozwijające się zarodki ulegną zdegenerowaniu czy zniszczeniu.

W praktyce najczęściej występującym czynnikiem niedopuszczającym do zapłodnienia lub do wykształcenia się nasion jest późny przymrozek. Wywoływanie sztucznie partenokarpii przy pomocy auksyn jest bardzo skuteczne u wielu roślin zielnych jak np. u pomidora, okazało się jednak bardzo trudne w przypadku roślin sadowniczych.

Wśród drzew owocowych klimatu umiarkowanego właściwie tylko morele (Crane i Brooks 1952), Primer i Crane (1957) w stopniu względnie zadawalającym zawiązywały owoce partenokarpicznie na skutek stosowania regulatorów wzrostu typu auksyn. Dopiero próby z giberelinami pozwalają mieć nadzieję na możliwość wywoływania partenokarpii u drzew owocowych w sposób pozwalający wprowadzić ten zabieg do praktyki. Gibereliny okazały się środkiem nadzwyczaj skutecznym i bardzo uniwersalnym jeśli chodzi o wywoływanie partenokarpii. W roku 1959 opublikowano w Anglii entuzjastyczny artykuł Luckwilla pt. „Kwas giberelinowy może uratować plon gruszek”. Potem szereg prac wykazało możliwość uzyskania partenokarpicznych owoców u szeregu gatunków roślin sadowniczych. W tabeli 10 zestawiono optymalne stężenia i terminy stosowania gibereliny podane przez poszczególnych badaczy.

Tabela 10

Zestawienie stężeń i terminów stosowania gibereliny, przy których uzyskano partenokarpiczne zawiązanie owoców

Gatunek	Stężenie	Termin stosowania	Autorzy
jabłoń	50 ppm	opadanie płatków	Luckwill, 1959
„	500 i 1000 ppm	opadanie płatków	Dennis i Edgerton, 1962
„	od 100 do 1000 ppm	od pełni kwitnienia do opadania płatków	Dennis i Edgerton, 1966
grusza	50 ppm	opadanie płatków	Luckwill, 1959
„	100 i 200 ppm	różowy pąk, pełnia kwitnienia i opadanie płatków	Griggs i Iwakiri, 1961
„	27,5 ppm	pełnia kwitnienia	Marcelle, 1966
„	50 ppm	pełnia kwitnienia	Modlibowska, 1966
czereśnia	250 ppm	2 dni po pełni kwitnienia	Rebeiz i Crane, 1961
wiśnia	500 ppm	zaraz po kwitnieniu i potem 2 razy co tydzień	Wierszyłowski i inni, 1962
brzoskwinia	250, 500 i 1000 ppm	pełnia kwitnienia	Crane i Rebeiz, 1961
morela	500 ppm	pełnia kwitnienia i 2 razy po 8 dniach	Crane i inni, 1960
winorośl	100 i 200 ppm	pełnia kwitnienia	Pratt i Shaulis, 1961
„	20 i 50 ppm	na zawiązki	Wearer i McCune, 1958
„	40 ppm	przed pełnią kwitnienia	Venkataratnam, 1964

Ciekawy obiekt badań wybrała Modlibowska. Była to grusza odmiany Dr Jules Guyot na pigwie, która podobnie zresztą jak i szereg innych odmian na tej podkładce nie zawiązuje dabrze owoców przez 10—14 lat po posadzeniu, chociaż zaczyna kwitnąć już w 3—4 roku. Opryskanie 4-letniej gruszy tej odmiany w sposób podany w tabeli 10 zwiększyło plon owoców przeszło dwukrotnie.

Dla warunków Polski szczególną wartość przedstawiają wyniki uzyskane na wiśni przez Wierszyłowskiego i współpracowników (1963, 1966). Wiśnie kwitną u nas na ogół bardzo obficie, ale zawiązują owoce nadzwyczaj słabo. Na drzewach wiśni odmiany Hoszpanka Czarna Późna, odznaczającej się posiadaniem w znacznym stopniu sterylnego pyłku, zastosował Wierszyłowski opryskiwanie gibereliną. Stosując wysokie jej stężenie oraz powtarzając opryskiwanie wielokrotnie uzyskał silne zawiązanie owoców. Były one mniejsze od owoców z nasionami oraz dojrzewały później, niektóre nawet o 3 tygodnie. Dla celów praktycznych Wierszył-

łowski poleca stosunkowo niskie stężenie roztworu gibereliny i podawanie jej tylko w jednym opryskiwaniu za to z dodatkiem kwasu 2, 4, 5-trójchlorofenoksyoctowego. Podobny wpływ gibereliny na wiśnie stwierdzili Rejman (1965) oraz Soczek i Łaźniewska (1965).

W sadownictwie światowym największą rolę odgrywa jednak gibberelina w uprawie winorośli, gdzie stosuje się ją od dawna na dużą skalę. Gibberelina powoduje przede wszystkim bardzo znaczne zwiększenie wielkości jagód u odmian bezpestkowych jak Black Corinth czy Thompson Seedless. Prócz tego gibberelina rozluźnia grona, dzięki czemu łatwiej je uchronić przed chorobami grzybowymi.

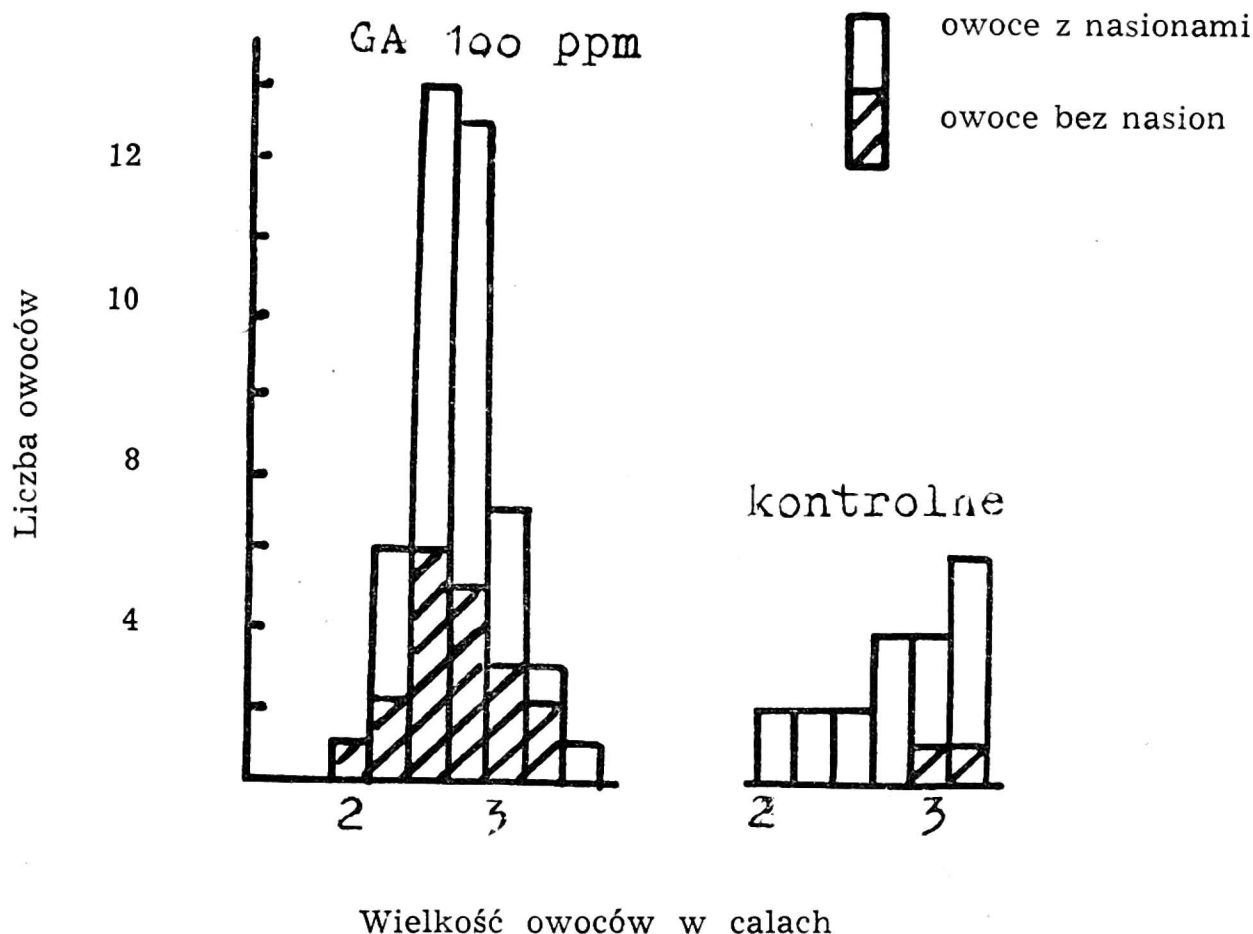
Literatura dotycząca stosowania gibereliny w uprawie winorośli jest nadzwyczaj bogata, ze względu jednak na słabe zainteresowanie sadownictwa polskiego tą uprawą ograniczono się tylko do przytoczenia kilku pozycji (Weaver i McCune, 1958, Pratt i Shaulis, 1961, Coggins i inni, 1962, Proebsting i Hills, 1964, Venkataratnam, 1964). O zastosowaniu giberelin w produkcji rodzynek w Związku Radzieckim pisał Soczek (1965).

Wpływ giberelin na przerwanie spoczynku drzew owocowych, ich mrozoodporność oraz przebieg stadium młodocianego siewek

Praca Walkera i Donoho (1959) wykazała, że gibberelina w warunkach ich doświadczenia przerywała spoczynek brzoskwiń, a nie przerywała spoczynku jabłoni. Przerywanie zimowego spoczynku brzoskwiń przedstawia duży problem w południowych rejonach ich uprawy, gdzie często zbyt słabe przechłodzenie tych drzew w zimie nie przełamuje ich spoczynku a tym samym powoduje zaburzenia w wiosennym rozwoju drzew. Badania Pieniżkowej (1967) potwierdziły brak zdolności gibereliny do przerywania spoczynku pąków jabłoni; związek ten jedynie zwiększał wydłużanie się pędów rosnących z już rozbudzonych pąków. Bradley i Crane (1957) nie uzyskali przerywania spoczynku krótkopędów moreli.

Kilka prac podaje, że gibberelina zwiększa mrozoodporność pąków drzew pestkowych. Parker, Edgerton i Hickey (1964) zauważyli to u wiśni. W badaniach Edgertona (1965) prowadzonych w laboratorium na brzoskwiniach opryskanie gibbereliną w stężeniu 50 ppm pozwoliło uzyskać w zależności od odmiany od 6,7 do 12,5% pąków nieuszkodzonych po podziałaniu temperaturą -22°C , podczas gdy pąki kontrolne zginęły wszystkie. Proebsting i Hills (1964) wykazali również na brzoskwini, że gibberelina zwiększyła mrozoodporność ale tylko zastosowana w sierpniu i we wrześniu. Gibberelina użyta w listopadzie zmniejszyła nawet mrozoodporność pąków kwiatowych brzoskwiń.

Karnatz (1963) próbował użyć gibereliny w celu skrócenia stadium młodocianego siewek jabłoni i grusz. Pryskał je różnymi stężeniami gibe-



Rys. 8. Wpływ gibereliny na liczbę i wielkość owoców oraz wykształcanie się nasion u młodej gruszy odmiany Dr. Jules Guyot. Wg Modlibowskiej

reliny 8 razy co tydzień poczynając od połowy maja. Giberelina w stężeniu 100 ppm zwiększyła przyrost siewek jabłoni do 322%, jednak po przerwaniu przyskania wpływ gibereliny ustał i potem wzrost drzewek wyrównał się. W zakwitnięciu też nie było różnic. Na siewkach grusz przyskanych gibereliną dało się zauważyć nawet pewne uwstecznienie przejawiające się w pojawieniu się cierni.

Wpływ gibereliny na wzrost siewek czereśni, które nie przeszły pełnego przechłodzenia, badał Zagaja (1962). Rośliny te wytworzyły charakterystyczne rozety liści, przy czym na niektórych z nich dało się zauważyć dodatkową deformację liści. Potraktowanie siewek gibereliną wywołało wydłużenie się pędów, ale nie zapewniło normalnego rozwoju liści.

LITERATURA

1. Anonim (1964): Fruit Grower, nr 12: 19.
2. Basak W., Parker K. G., Goodno R. W., Barksdale T. H. (1962): Plant Disease Reporter, 46: 404-408.
3. Batjer L. P., Williams M. W., Martin G. C. (1964): Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 85: 11-16.
4. Batjer L. P., Williams M. W. (1966): Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 88: 76-79.

5. Blanpied G. D., Smock R. M., Kollas D. A. (1967): Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 70: 467-474.
6. Bradley M. V., Crane J. C. (1957): Science, 126: 972-973.
7. Bradley M. V., Crane J. C. (1960): Science, 131: 825-826.
8. Brian P. W. (1959): Biol. Rev., 34: 37-84.
9. Brooks H. J.: Nature, 203: 1303.
10. Cathey H. M. (1964): An. Rev. Pl. Phys., 15: 271-302.
11. Coggins C. W. i inni (1962): Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 81: 223—226.
12. Crane J. C., Brooks R. M. (1952): Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 59: 218-223.
13. Crane J. C. i inni (1960): Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 75: 129-139.
14. Crane J. C., Rebeiz C. A. (1961): Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 78: 111-118.
15. Crane J. C. (1963): Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 83: 240-247.
16. Dennis F. G., Edgerton L. J. (1962): Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 80: 58-63.
17. Dennis F. G., Edgerton L. J. (1966): Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 88: 14-34.
18. Edgerton L. J. (1965): Farm Research, 30: 8-9.
19. Edgerton L. J. (1966): Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 88: 197-203.
20. Edgerton L. J., Hoffman M. B. (1966): Nature, 209: 314-315.
21. Fisher D. V., Looney N. E. (1967): Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 80: 9-19.
22. Griggs W. H., Iwakiri B. T. (1961): Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 77: 73-89.
23. Griggs W. H., Iwakiri B. T., Bethell R. S. (1965): Calif. Agr. 19:8—11.
24. Guttridge C. G. (1962): Nature, 196: 1008.
25. Guttridge C. G. (1964): Hort. Res., 3: 79-83.
26. Guttridge C. G. (1966): Phys. Planta., 19: 397-402.
27. Hull J. J., Levis L. N. (1959): Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 74: 93-100.
28. Hull J. J., Klos E. J. (1958): Quart. Bull. Mich. Exp. Sta., 41: 19—23.
29. Jackson D. J., Coombe B. G. (1966): Science, 154: 277-278.
30. Jankiewicz L. S. (1966): Sprawozdanie z pobytu w Holandii. Instytut Sadownictwa. Skierniewice.
31. Jankiewicz L. S. (1967): Sprawozdanie z pobytu w USA. Instytut Sadownictwa. Skierniewice.
32. Karnatz A. (1963): Der Erwerbsobstbau, 5: 8.
33. Kępkowa A. (1958): Post. Nauk Roln., 54: 31—59.
34. Luckwill L. C. (1959): The Grower, 52: 451—452.
35. Luckwill L. C. (1959): Ann. Rep. Long Ashton, 1959: 59—64.
36. Luckwill L. C. (1967): The hormonal physiology of the apple tree. Maszynopis referatu wygłoszonego w Instytucie Sadownictwa w Skierniewicach.
37. Luckwill L. C. (1967): Pomology at Long Ashton Res. Sta. Maszynopis referatu wygłoszonego w Instytucie Sadownictwa w Skierniewicach.
38. Luckwill L. C., Child R. D. (1967): Growth retardants on apples. Summary of experiments 1964—66. Long Ashton Ann. Rep. for 1966: 74—85.
39. Maciejewska-Potapczykowa W. (1967): Substancje wzrostowe roślin. PWRiL, Warszawa.
40. Marcelle R., Sironval C. (1963): Nature, 197: 405.
41. Marcelle R. (1966): Fruit Belge, 34: 129—130.
42. Markiewicz L. (1965): Wszechświat, nr 10: 251—253.
43. Martin G. C., Williams M. W., Batjer L. P. (1964): Amer. Soc. Hort. Sci., 84: 7—13.

44. Martin G. C., Williams M. W. (1966): Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 89: 1—9.
45. Michniewicz M. (1961): Acta Soc. Bot. Pol., 30: 553—568.
46. Michniewicz M. (1963): Wiad. Bot., 7: 117—125.
47. Modlibowska I. (1965): Nature, 208: 503—504.
48. Modlibowska I. (1966): Jour. Hort. Sci. 41: 137—144.
49. Monselise S. P., Halevy A. H. (1964): Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 84: 141—146.
50. Monselise S. P., Goren R., Halevy A. H. (1966): Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 89: 195—200.
51. Muromcew G. S., Pieńkow L. A. (1964): Gibereliny. PWRiL, Warszawa.
52. Parker K. G., Edgerton L. J., Hickey K. D. (1964): Farm Research, 29: nr 4.
53. Pieniążek S. A., Soczek Z., Cegłowski S. (1955): Prace Instytutu Sadownictwa, 1: 11—117.
54. Pieniążek S. A., Soczek Z., Cegłowski S. (1957): Prace Instytutu Sadownictwa, 2: 107—119.
55. Pieniążek S. A. i inni (1964): Prace Instytutu Sadownictwa, 8: 135—144.
56. Pieniążek Janina (1967): Rola regulatorów wzrostu w spoczynku zimowym jabłoni. Maszynopis powielony. Instytut Sadownictwa, Skierniewice.
57. Powell L. E. i inni (1959): Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 74: 82—86.
58. Pratt C., Shaulis N. J. (1961): Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 77: 322—330.
59. Primer P. E., Crane J. C. (1957): Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 70: 121—124.
60. Proebsting E. L., Mills H. H. (1964): Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 85: 134—140.
61. Proebsting E. L., Mills H. H. (1966): Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 89: 135—139.
62. Rebeiz C. A., Crane J. C. (1961): Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 78: 69—75.
63. Rejman A. (1965): Doświadczenie nad wpływem Gibrescolu i Krzewotoxu na wzrost i zawiązywanie owoców wiśni. Materiały XI Ogólnopolskiego Zjazdu Sadowniczego w Skierniewicach.
64. Rejman A., Jaumień F. (1967): Wpływ CCC (chlorek chlorocholiny) na zahamowanie wzrostu i przyspieszenie wejścia w okres owocowania drzew gruszy odmiany Komisówka (Doyenne du Comice). Materiały XII Naukowego Zjazdu Sadowniczego w Skierniewicach.
65. Ryugo K. (1966): Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 88: 160—166.
66. Sharples R. O. (1967): Rep. East Malling Res. Sta. for 1966: 198—201.
67. Soczek Z. (1953): Post. Wiedzy Roln. 5/2: 93—97.
68. Soczek Z. (1962): Wiad. Bot., 6: 33—64.
69. Soczek Z. (1965): Postępy Nauk Roln., nr 4/94: 123—148.
70. Soczek Z., Łażniewska I. (1965): Zwiększanie zawiązania owoców u wiśni przy pomocy Gebrescolu i krzewotoxu. Materiały XI Ogólnopolskiego Zjazdu Sadowniczego w Skierniewicach.
71. Soczek Z. (1966): Prace Instytutu Sadownictwa, 10: 17—52.
72. Soost R. K., Burnett R. H. (1961): Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 77: 194—201.
73. Sparks D. (1967): Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 70: 61—66.
74. Stodola F. H. (1958): Source book of gibberellin. Agr. Res. Service US Dept. of Agr., Peoria Ill.
75. Stowe B. B., Yamaki T. (1957): Ann. Rev. Pl. Phys. 8: 181—216.
76. Stuart N. W. (1961): Science, 134: 50—52.
77. Walker D. R., Donoho C. W. (1959): Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 74: 87—92.

78. Weaver R. J., McCune S. B. (1958): Calif. Agric., 12: 6—7.
79. Wieszyłowski J., Rebandel Z., Babilas W. (1963): Bull. Acad. Polon. Sci. Cl. V, 11.
80. Wierszyłowski J., Rebandel Z., Babilas W. (1966): Acta Agrobotanica, 18: 79—84.
81. Williams M. W., Batjer L. P., Martin G. C. (1964): Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 85: 17—19.
82. Wittwer S. H., Bukovac M. J. (1958): Economic Botany, 12, nr 3: 213—255.
83. Venkataratnam L. (1964): Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 84: 255—258.
84. Zagaja S. W. (1962): Hort. Res. 1: 81—84.