

Wpływ CCC na wzrost i owocowanie młodych drzew gruszy odm. 'Komisówka'

Effect of CCC on growth and fruiting young 'Doyenne du Comice' pear trees

FRANCISZKA JAUMIEN

PRZEGLĄD LITERATURY

Chlorek 2-chloroetylotrójmetyloamoniowy (CCC) i kwas N-dwu metyloaminobursztynowy (B-9), są retardantami wzrostu, najczęściej stosowanymi w sadownictwie. Mimo różnic pod względem chemicznym, wpływ tych związków na rośliny jest bardzo podobny. Zarówno B-9 jak i CCC powodują znaczne zahamowanie wzrostu różnych roślin (Maciejewska-Potapczykowa 1967; Michniewicz 1964). Pierwsi Batjer, Williams i Martin (1964), a następnie wielu innych badaczy (Jonkers 1965; Loreti, Collina 1965; Marcelle et Raskin 1967; Modlibowska 1965, 1966; Schumacher und Fankhauser 1967) stosując opryskiwania B-9 lub CCC drzew jabłoni i gruszy uzyskali skrócenie pędów o 1/3—1/2 długości w porównaniu z drzewami kontrolnymi.

Najlepszy efekt w zahamowaniu wzrostu dawały opryskiwania o stężeniu 2000—5000 ppm, przeprowadzone w okresie 1—2 tygodni od pełni kwitnienia drzew. Jedynie Marcelle i Raskin (1967) uzyskali silne zahamowanie wzrostu 5-letnich drzew gruszy odm. 'Bera Hardy' stosując w pełni kwitnienia CCC o koncentracji 1250 ppm. Marcelle i Raskin (1967) oraz Modlibowska (1966) podają, że wysoka koncentracja CCC może spowodować uszkodzenia liści i pędów opryskanych drzew. Niektórzy badacze (Marcelle et Raskin 1967; Loreti, Collina 1965) stwierdzili, że grusze silniej reagują na CCC niż na B-9, odwrotnie jabłonie silniej reagują na B-9.

Wszyscy autorzy (Batjer, Williams and Martin 1964; Jonkers 1965; Loreti, Collina 1965; Marcelle et Raskin 1967, Modlibowska 1966) są zdania, że skrócenie pędów spowodowane jest skróceniem międzywęźli. Batjer, Williams i Martin (1964) stosując na drzewa jabłoni i gruszy trzykrotne opryskiwania B-9 w stężeniu 2000 ppm, a Modlibowska (1966) na grusze CCC w stężeniu 10 000 ppm uzyskali skrócenie międzywęźli o 1/3—1/2 długości. Według

Batjera, Williamsa i Martina (1964), Marcelle'a i Raskina (1967) Schumachera, Fankhausera i Schläpfera (1967) skrócenie pędów spowodowane jest również wcześniejszym zakończeniem wzrostu tych pędów.

Analizując wpływ retardantów na wzrost drzew owocowych należy brać pod uwagę nie tylko długość pędów, lecz również ilość pędów o różnej długości. W doświadczeniu Schumachera i Fankhausera (1967) na drzewach traktowanych B-9 liczba pędów o długości 10—30 cm wynosiła 1/3 całego przyrostu, natomiast na kontrolnych tylko 8%. Odwrotnie na drzewach nie przyskanych znajdowało się 54—82% pędów o dł. powyżej 40 cm, na opryskanych B-9 zaledwie 23—30%. Na tych samych drzewach brak było pędów o dł. powyżej 70 cm, na kontrolnych było ich ponad 13%. Podobnie Jonkers (1965) i Modlibowska (1966) uzyskali znacznie więcej pędów o dł. do 10 cm na drzewach opryskanych B-9 i CCC niż na kontrolnych. Autorzy ci podają, że występowanie tego zjawiska sprzyja tworzeniu się drzew typu krótkopędowego (spur type).

Doświadczenia wykazały, że B-9 jest związkiem trwałym i trudno podlega rozkładowi w roślinie (Martin, Williams, Batjer 1964). Jednak istotne hamowanie wzrostu pod wpływem B-9 i CCC na miejsce tylko w roku ich stosowania, w następnym zaś roku jest bardzo słabe i obserwuje się je tylko na początku okresu wegetacyjnego (Batjer, Williams, Martin 1964; Jonkers 1965; Modlibowska 1966). Schumacher i Fankhauser (1967) stwierdzili nawet silniejszy wzrost pędów w roku następnym po opryskaniu drzew B-9 w stężeniu 1500 ppm. Nieco inne wyniki uzyskał Jonkers (1965). Stwierdził on brak przyrostów w następnym roku po opryskaniu drzew B-9 w stężeniu 5000 ppm. Podobnie Marcelle i Raskin (1967) podają, że CCC w wysokiej koncentracji powoduje tworzenie się rozetek liści na wierzchołkach pędów.

W większości wymienionych doświadczeń (Batjer, Williams, Martin 1964; Jonkers 1965; Marcelle et Raskin 1967; Modlibowska 1965, 1966) uzyskano co najmniej dwukrotnie większą liczbę pąków kwiatowych po opryskaniu drzew B-9 lub CCC. Tylko drzewa odm. 'Starking' w doświadczeniu Batjera, Williamsa i Martina (1964) w następnym roku po opryskaniu B-9 miały mniej kwiatów niż drzewa kontrolne.

Nie zawsze te same substancje w podobnej koncentracji jednakowo wpływają na zahamowanie wzrostu i tworzenie się pąków kwiatowych. Marcelle i Raskin (1967) uzyskali zahamowanie wzrostu drzew gruszy 'Bera Hardy' stosując CCC w stężeniu 1250 i 2500 ppm. Jednak liczba kwiatostanów na 2 gałęziach w kombinacji o niższym stężeniu CCC wynosiła 26, podczas gdy przy stężeniu 2500 liczba ta sięgała aż 74.

W kombinacji kontrolnej liczba kwiatostanów wynosiła tylko 8, znaczy to że oprysk CCC spowodował w następnym roku po jego zastosowaniu lepsze (3—9 razy silniejsze) kwitnienie drzew w porównaniu z drzewami kontrolnymi.

MATERIAŁ I METODY

Celem doświadczenia było przyspieszenie wejścia w okres owocowania młodych drzew 'Komisówki' przez zahamowanie ich wzrostu na skutek zastosowania CCC.

Doświadczenie przeprowadzono w latach 1966 i 1967 w Zakładzie Sadownictwa SGGW w Warszawie na 4-letnich drzewach gruszy odm. 'Komisówka' rosnących na pigwie. Dnia 31.V.1966 r. opryskano po 5 drzew CCC w stężeniu 5000 ppm. i 10 000 ppm. i taką samą liczbę drzew pozostawiono bez opryskiwania, jako kontrolne. W tym okresie na wszystkich drzewach przyrosty miały ok. 15 cm długości.

Pomiary długości przyrostów przeprowadzono po zakończeniu okresu wegetacyjnego. Zmierzono wszystkie przyrosty na 5 drzewach i podano sumę ich długości oraz średnią przypadającą na jedno drzewo. Obliczono również liczbę pędów drzew każdej kombinacji i podzielono je na 5 klas długości podając procent pędów w każdej klasie w stosunku do ogólnej liczby pędów w kombinacji (tab. 1). W tym samym terminie na 3 drzewach każdej kombinacji wybrano po 1 gałęzi w górnej części korony i obliczono: liczbę i długość międzywęźli, średnią liczbę międzywęźli przypadającą na 1 pęd oraz średnią długość międzywęźla (tab. 1). Długości międzywęźli od nasady do wierzchołka każdego pędu przedstawiono na wykresie (ryc. 2).

W następnym roku po zastosowaniu oprysku CCC obliczono ilość kwiatostanów i owoców na każdym drzewie oraz procent owoców w stosunku do liczby kwiatostanów. Wyniki podano w tabeli 2.

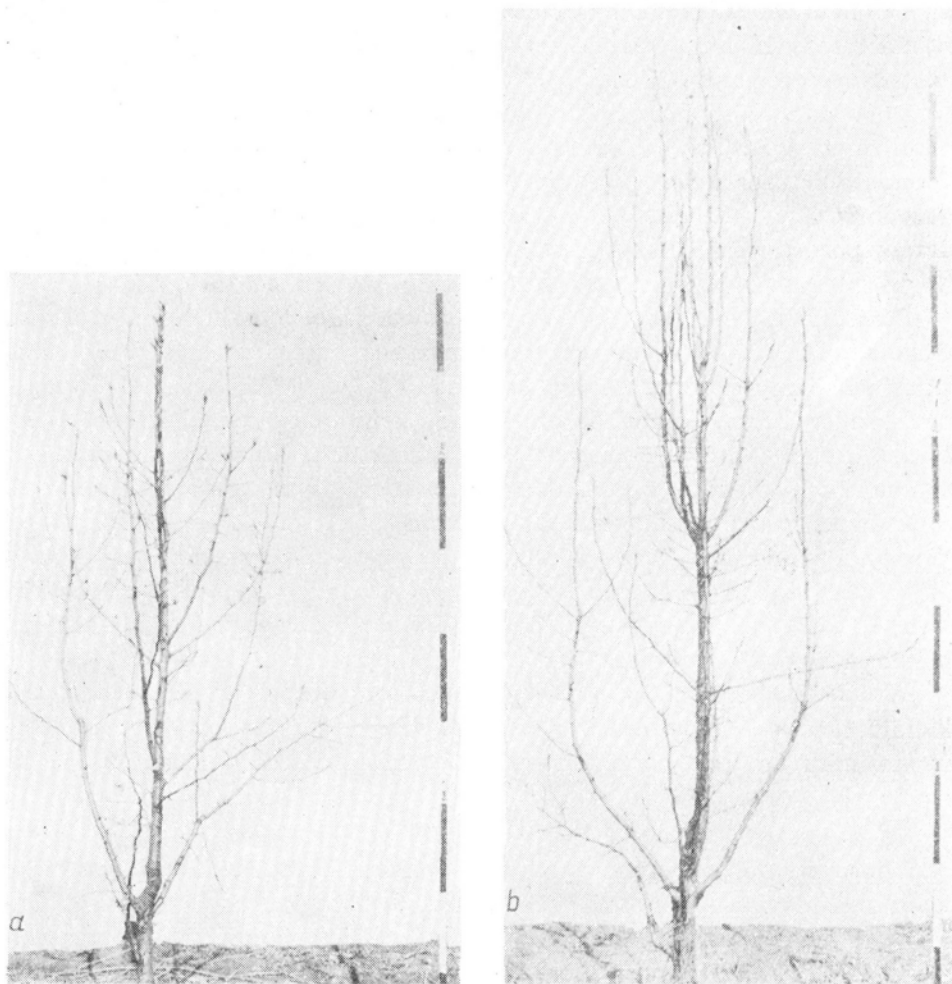
WYNIKI

Wiosenne opryskiwanie CCC młodych drzew 'Komisówki' spowodowało zahamowanie wzrostu tych drzew. Suma przyrostu 5 drzew kontrolnych wynosiła 5950 cm, natomiast suma przyrostów drzew opryskanych CCC równała się tylko 3986—3852 cm. Znaczy to, że była ona mniejsza o ponad 30% w porównaniu do drzew nie opryskanych. Podobnie średnia długość pędów na drzewach opryskanych CCC była również o 30% mniejsza w stosunku do kontrolnych (tab. 1, ryc. 1).

Liczba pędów powyżej 5 cm dł. na wszystkich drzewach w doświadczeniu była podobna, natomiast procent pędów w poszczególnych klasach długości był różny, w zależności od kombinacji. W klasach 5—10, 10—30, 30—50 cm wyższy procent pędów występował na drzewach opryskanych CCC niż na nie opryskanych. Natomiast w klasie 50—

70 cm dł. znajdowało się aż 18% pędów na drzewach kontrolnych, podczas gdy na drzewach opryskanych CCC było ich tylko 4,0—6,2%. Na tych drzewach również nie znaleziono pędów powyżej 10 cm dł., na drzewach kontrolnych było takich pędów 17,1%.

Zahamowanie wzrostu drzew 'Komisówki' po opryskaniu ich CCC spowodowane zostało skróceniem międzywęźli, a przede wszystkim



Ryc. 1. Wpływ CCC na długość pędów gruszy odm. Komisówka

a — opryskané w stężeniu 5000 ppm; b — kontrolne

Fig. 1. Effect of CCC on length of shoot of Doyenne du Comice pear

a — sprayed with 5000 ppm; b — control

wcześniejszym zakończeniu wzrostu pędów. Drzewa te miały mniejszą liczbę międzywęźli. Średnia liczba międzywęźli z 3 najsilniej rosnących pędów na drzewach kontrolnych wynosiła 30, a na drzewach opryskanych CCC tylko 18, różnica wynosiła 12 międzywęźli, co stanowi

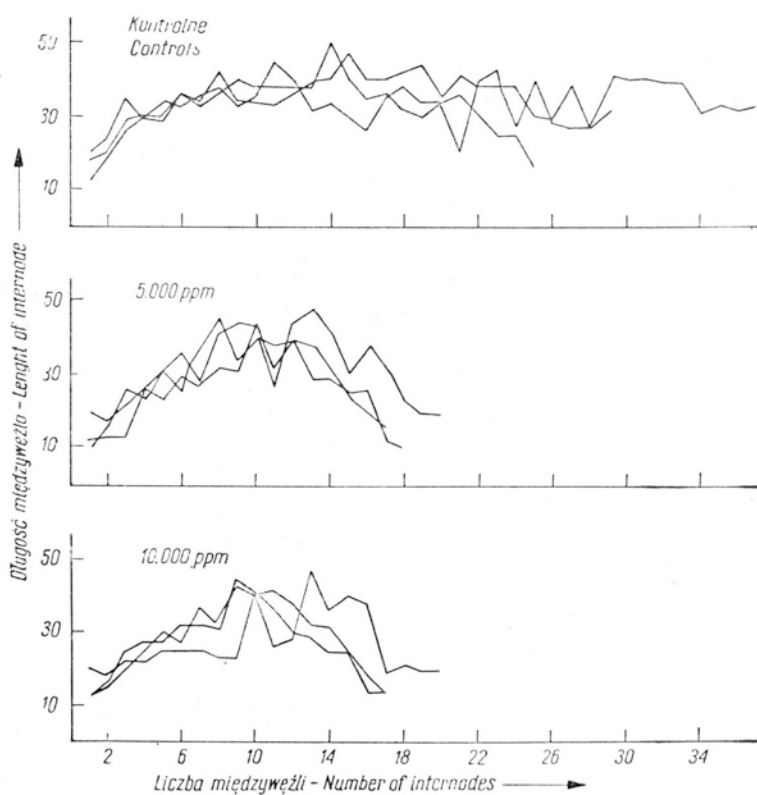
Tabela 1 — Table 1
 Wpływ opryskiwania CCC na wzrost drzew gruszy odm. Komisówka
 Effect of CCC on growth of Doyenne du Comice pear trees

Kombinacja Treatment	Suma z 5 drzew — Total from 5 trees					Srednia z 3 pędów Mean of 3 shoots				
	Liczba pędów No. of shoots	Długość pędów w cm Shoot length (cm)		% pędów w klasie długości % shoots according to length			Liczba międzywęzli na 1 pęd Number of internodes per shoot	Srednia długość międzywęzła Average internode length mm		
		Suma Total	Srednia Mean	5—10 cm	10—30 cm	30—50 cm			50—70 cm	70 cm
Kontrolna Control	146	5950	40,7	9,6	38,3	16,4	18,5	17,1	30,3	33,3
5 000 ppm	145	3852	26,6	18,6	40,0	34,4	6,2	—	18,3	28,4
10 000 ppm	140	3986	28,5	11,3	43,1	42,2	4,0	—	18,0	27,3

Tabela 2

Wpływ CCC na formowanie się pąków kwiatowych i zawiązywanie owoców
Effect of CCC on fruit bud formation and fruit set

Kombinacja Treatment	Liczba kwiatostanów Number of clusters	Liczba owoców Number of fruits	Procent owoców Percentage of fruits	Liczba kwiatostanów Number of clusters	Liczba owoców Number of fruits	Procent owoców Percentage of fruits	Liczba kwiatostanów Number of clusters	Liczba owoców Number of fruits	Procent owoców Percentage of fruits
Powtórzenia Replications	1			2			3		
Kontrolna Control	14	0	0	0	0	0	5	1	20
5 000 ppm	7	5	71	50	56	112	53	63	119
10 000 ppm	10	8	81	40	38	95	30	20	67



Ryc. 2

- Table 2

na drzewach gruszy odm. Komisówka w następnym roku po zastosowaniu oprysku
of Doyenne du Comice pear in the year following treatment

Liczba kwiatostanów Number of clusters	Liczba owoców Number of fruits	Procent owoców Percentage of fruits	Liczba kwiatostanów Number of clusters	Liczba owoców Number of fruits	Procent owoców Percentage of fruits	Średnia z 5 drzew Mean of 5 trees		
						Liczba kwiatostanów Number of clusters	Liczba owoców Number of fruits	Procent owoców Percentage of fruits
4			4					
2	0	0	0	0	0	4,2	0,2	5
11	8	73	50	41	82	34,2	34,6	101
55	63	115	7	7	100	28,4	27,2	96

40%. Natomiast średnia długość międzywęźli pędów drzew przyskanych była mniejsza od kontrolnych tylko o około 15% (tab. 1, ryc. 2).

Krzywe przedstawione na wykresie (ryc. 2) wykazują, że najkrótsze międzywęźla na wszystkich pędach znajdowały się blisko nasady. Długość ich wzrasta w miarę posuwania się w kierunku środka pędu. W tej części pędu międzywęźla mają największą długość (30—40 mm). Od 16-go międzywęźla (licząc od nasady pędu) na drzewach opryskanych CCC długość międzywęźli gwałtownie obniża się do 10—20 mm. Na pędach kontrolnych wyraźny spadek długości występuje dopiero od 24 międzywęźla, a długość kilku ostatnich międzywęźli najbliższej wierzchołka wynosi 16—33 mm. Można więc wyciągnąć wniosek, że pewne różnice między długością międzywęźli drzew traktowanych CCC i drzew kontrolnych występują dopiero w wierzchołkowej części pędów.

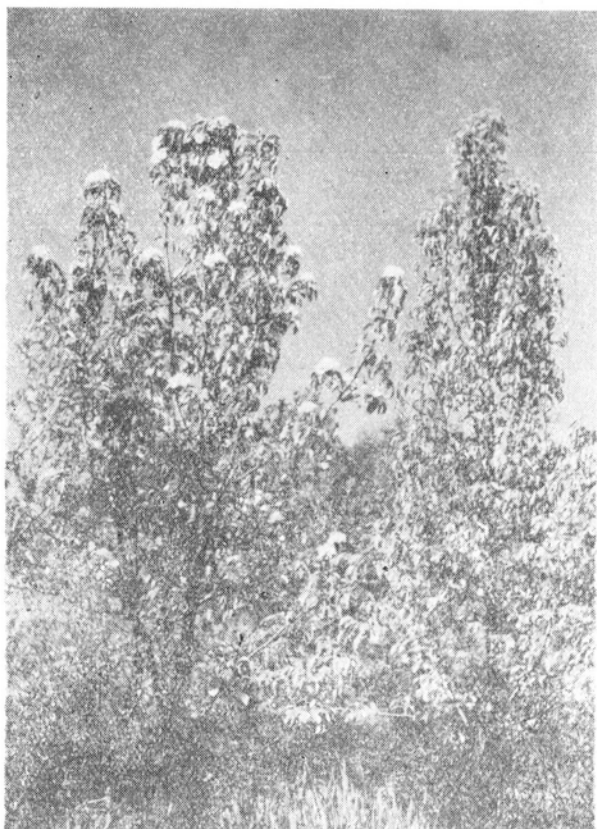
Wyniki uzyskane dla obu stężeń dotyczące zarówno sumy przyrostów przeciętnej długości jednego pędu i procentowego udziału pędów w poszczególnych klasach długości, jak również liczby międzywęźli i ich długości, nie wykazały wyraźnych różnic między stosowanymi

Ryc. 2. Długość międzywęźli 3 pędów z 3 drzew gruszy odm. Komisówka nie opryskanych i opryskanych CCC

Fig. 2. Internode lengths of three shoots from three trees of Doyenne du Comice pear unsprayed und sprayed with CCC

koncentracjami CCC. Stwierdzono jednak większe uszkodzenie liści na drzewach opryskanych CCC w wyższej koncentracji. Na tych drzewach wiele liści miało odbarwione lub nawet zasychające dookoła brzegi. Niektóre liście miały na powierzchni nekrotyczne plamy (ryc. 5).

Drzewa opryskane CCC w 1966 r. zawiązały pąki kwiatowe i zakwitły na wiosnę 1967 r. Cztery z dziesięciu drzew miały 7—11 kwiatostanów,



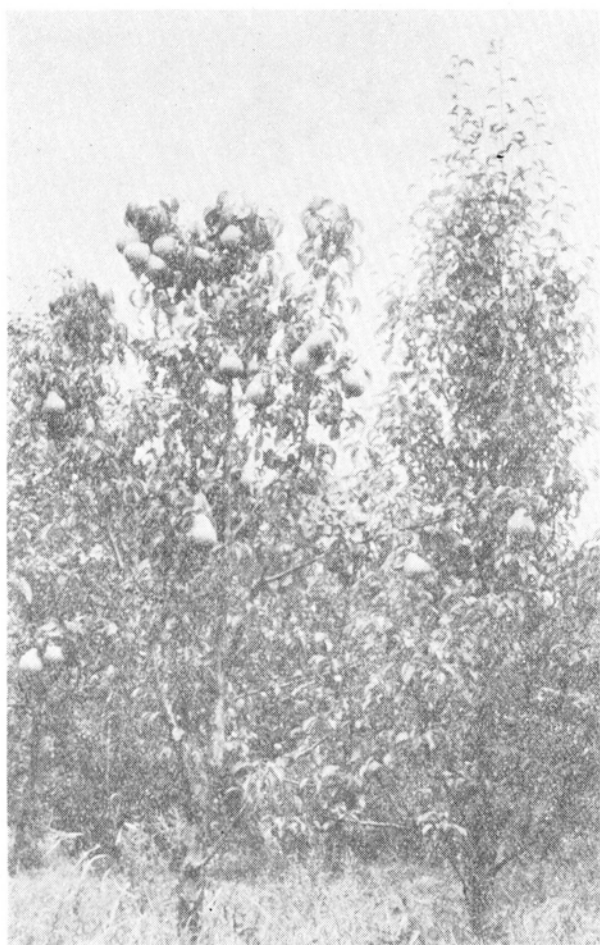
Ryc. 3. Wpływ CCC na kwitnienie drzew gruszy odm. Komisówka
a — opryskane w poprzednim roku w stężeniu 5000 ppm.; *b* — kontrolne
 Fig. 3. Effect of CCC on flowering of Doyenne du Comice pear
a — sprayed with 5000 ppm in the previous season; *b* — control

stanów, sześć pozostałych 30—55, a średnio na jedno drzewo wypadło 30 kwiatostanów. Spośród 5 drzew kontrolnych tylko jedno miało 14 kwiatostanów, dwa następne 2—5, a dalsze dwa nie kwitły w ogóle (tab. 2, ryc. 3).

Na drzewach opryskanych CCC w poprzednim roku kwiaty znajdowały się przede wszystkim w górnej części korony na wierzchołkach

pędów jednorocznych, a nieliczne kwiaty na drzewach kontrolnych występowały tylko na dolnych gałęziach (ryc. 3).

Niemal we wszystkich kwiatostanach drzew traktowanych CCC co najmniej z jednego kwiatu rozwijał się owoc i osiągał wielkość zbli-



Ryc. 4. Wpływ CCC na owocowanie drzew gruszy odm. Komisówka
a — opryskane w poprzednim roku w stężeniu 5000 ppm; *b* — kontrolne

Fig. 4. Effect of CCC on fruit set of Doyenne du Comice pear
a — sprayed with 5000 ppm in the previous season; *b* — control

żoną dla wielkości typowej dla owoców tej odmiany. Na tych drzewach średni procent owoców w stosunku do liczby kwiatostanów wynosił 96—101%, na kontrolnych zaś tylko 5%, ponieważ na 21 kwiatostanów jeden tylko kwiat zawiązał owoc (tab. 2, ryc. 4).

W roku 1967 w większości wypadków na drzewach opryskanych



Ryc. 5. Liście uszkodzone na skutek opryskiwania CCC

Fig. 5. Leaves damaged by CCC spray

CCC w 1966 r. zeszłoroczne przyrosty zakończone były pąkami kwiatowymi lub pąkami, które nie miały kwiatów, a tylko liście tworzące rozetki. Na skutek tego na drzewach z większą ilością owoców obserwowano kompletny brak przyrostów. Tylko na wierzchołkach koron trzech drzew o małej liczbie owoców, w okresie letnim wybijały nieznaczne pędy, które rosły bardzo intensywnie do końca wegetacji.

DYSKUSJA

Czteroletnie drzewa 'Komisówki' opryskane CCC wiosną 1966 r. miały wyraźnie zahamowany wzrost w tym roku. Suma i średnia długość przyrostów tych drzew skrócona została o około 30% w porównaniu z kontrolnymi. Potwierdza to wyniki wielu badaczy (Batjer, Williams and Martin 1964; Jonkers 1965; Loreti, Collina 1965; Marcelle et Raskin 1967; Modlibowska 1965, 1966; Schumacher und Fankhauser 1967), którzy stosując opryskiwania B-9 i CCC drzew jabłoni i gruszy uzyskali skrócenie pędów o $1/3$ — $1/2$ długości.

Procentowy stosunek pędów o różnej długości był różny na drzewach kontrolnych i traktowanych CCC. Na drzewach przyskanych CCC było około 80% pędów o długości 10—50 cm. Powyżej tej długości znaleziono zaledwie kilka procent pędów. Natomiast na drzewach kontrolnych pędów dłuższych niż 50 cm było ponad 30 procent. Podobne wyniki uzyskali Schumacher i Fankhauser (1967).

Wbrew utrzymującej się powszechnie opinii, że pod wpływem

substancji hamujących następuje przede wszystkim skrócenie międzywęzła o $1/3$ — $1/2$ długości, czego konsekwencją jest skrócenie pędów (Batjer, Williams and Martin 1964; Modlibowska 1966; Schumacher, Fankhauser und Schlapfer 1967), w naszym doświadczeniu długość międzywęzła nie wywarła tak decydującego wpływu na długość pędu, gdyż skróceniu uległy międzywęzła na krótkim tylko odcinku w górnej części pędu. Były one wprawdzie o około 40% krótsze od międzywęzła w tej samej części pędów z drzew nie opryskanych, lecz było ich tylko 4—6, to też średnia długość międzywęzła na drzewach opryskanych CCC uległa skróceniu tylko o 15% w porównaniu z kontrolnymi. Stwierdzono natomiast, że głównym czynnikiem powodującym skrócenie pędów było zmniejszenie się liczby międzywęzła. Pędy w górnej części korony drzew opryskanych CCC miały o 40% mniej międzywęzła niż pędy drzew nie opryskanych, prawdopodobnie dlatego, że pędy te wcześniej zakończyły swój wzrost.

Biorąc pod uwagę twierdzenie o antagonizmie istniejącym między intensywnością wzrostu pędów a tworzeniem się pąków kwiatowych, można przypuszczać, że znacznie wcześniejsze zakończenie wzrostu zadecydowało o wytworzeniu się pąków kwiatowych na wierzchołkach tych pędów. Batjer, Williams, Martin (1964), Marcelle i Raskin (1967) oraz Schumacher, Fankhauser i Schläpfer (1967) wspominają co prawda, że skrócenie pędów spowodowane jest również wcześniejszym zakończeniem wzrostu, lecz nie wiążą ściśle tego z zakładaniem pąków kwiatowych.

Wiosenne opryskiwanie CCC młodych drzew 'Komisówki' wywarło nie podlegający wątpliwości wpływ na kwitnienie i owocowanie tych drzew w roku następnym. Przeciętna liczba kwiatów i owoców (27,2—34,6) na drzewach opryskanych była wielokrotnie większa w porównaniu z kontrolą (0,2—4,2).

Batjer, Williams i Martin (1964) uzyskali także znacznie więcej kwiatów (10-krotnie) po zastosowaniu B-9 na drzewach 'Star-kinga', natomiast znacznie gorsze zawiązywanie owoców niż na drzewach kontrolnych. Marcelle i Raskin (1967) otrzymali również 3—9-krotnie lepsze kwitnienie drzew 'Bera Hardy' w następnym roku po opryskaniu CCC. Autorzy ci nie podają jednak, jakie było owocowanie tych drzew.

Interesujący w tym doświadczeniu jest brak przyrostów na wysokości drzew w roku następnym po opryskaniu CCC. Powoduje to silne zahamowanie wzrostu drzew. Dalsze badania wykażą, jaki wpływ będzie miało to zjawisko na owocowanie tych drzew w późniejszych latach.

WNIOSKI

1. Wiosenne opryskanie młodych drzew 'Komisówki' spowodowało zmniejszenie średniej długości pędów o 30%.
2. Na drzewach opryskanych CCC ponad 90% pędów nie przekraczała 50 cm dł.
3. Średnia długość międzywęźli uległa skróceniu o 15%.
4. Liczba międzywęźli najdłuższych pędów była mniejsza o 40% w porównaniu do takich pędów na drzewach kontrolnych.
5. W następnym roku po oprysku CCC drzewa kwitły i owocowały znacznie lepiej (3—9 razy silniej) niż drzewa nie przyskane i nie miały one niemal w ogóle przyrostów.
6. Oba stężenia 5000 ppm i 10 000 ppm dawały podobny efekt.

Autorka wyraża serdeczne podziękowanie prof. dr A. Rejmanowi i dr I. Modlibowskiej za cenne rady w prowadzeniu tego doświadczenia.

Zakład Sadownictwa SGGW
Warszawa

(Wpłynęło dn. 1.3.1968 r.)

SUMMARY

The experiments involved 4-year-old pear trees of the Doyenne du Comice variety grafted on quinces. Towards the end of May 1966 five of the fifteen selected trees were sprayed with a 10 000 and with a 5000 ppm concentration of CCC, and the remaining untreated ones served as control.

Spring spraying with CCC of the young Doyenne du Comice trees reduced the sum of the length increments and the mean length of the shoots by 30 percent as compared with the same values of the controls. On the CCC-sprayed trees there were hardly 4.0—6.2 percent of shoots exceeding 50 cm in length, whereas on the controls 30 percent were longer (Table 1). The longest shoots on sprayed trees had by 40 percent less internodes than the same shoots on the control trees. The internodes on the treated trees were of the same length as on the controls, only the last several internodes in the apical part of the shoots were considerably reduced in length (Fig. 2).

In the following year after spraying with CCC the Doyenne du Comice trees produced on the average 28.4—34.2 cluster and an almost equal number of fruits, the control trees had only 4.2 clusters and 5% of fruits (Table 2).

Most of the sprayed trees showed in the following year no elongation growth.

Both a 5000 and a 10 000 ppm CCC concentration exerted a similar influence on all the characters investigated.

LITERATURA

- Batjer L. P., Williams M. W. and Martin G. C., 1964, Effects of N-dimethyl amino succinamic acid (B-Nine) on vegetative and fruit characteristics of apples, pears, and sweet cherries, Amer. Soc. Hort. Sci. 85: 11—16.

- Jonkers H., 1965, Groeiremming, bloemaanleg en vruchtzetting bij de appel, na behandeling met Alar (=B-nine), Meded. Dir. Tuinb. 28: 630—640.
- Loreti F., Collina F., 1965, Contributo allo studio dell'influenza esercitata da alcuni prodotti „nanizzanti” su giovani piante di pero, Riv. Ortoflorofrut. ital. 49: 443—452.
- Maciejewska-Potapczykowa W., 1967, Substancje wzrostowe roślin, PWRiL, Warszawa.
- Marcelle R. et Raskin J. P., 1967, Quelques effets du CCC et B995 sur arbres fruitiers, Le Fruit Belge 314: 269—275.
- Martin G. C., Williams M. W., Batjer L. P., 1964, Movement and fate of labeled N-dimethyl amino succinic acid (B-Nine), a size controlling compound, in apple seedlings, Amer. Soc. Hort. Sci. 84: 7—13.
- Michniewicz M., 1964, Stan badań nad chlorkiem chlorocholiny (CCC) i związków pokrewnych ze szczególnym uwzględnieniem efektów i możliwości stosowania w rolnictwie, Postępy Nauk Roln. 6 (90): 25—38.
- Modlibowska I., 1965, Effects of (2-chloroethyl)trimethylammonium chloride and gibberellic acid on growth, fruit bud formation and frost resistance in one-year-old pear trees, Nature 208: 503—504.
- Modlibowska I., 1966, Effects of GA and CCC on growth, fruit bud formation and frost resistance of blossoms of young Williams' Bon Chrétien pears, Rep. E. Malling Res. Sta. for 1965, 88—93.
- Schumacher R. und Fankhauser F., 1967, Einfluss des schnittes und auswirkungen von hemmstoffspritzungen auf die blatt- und triebentwicklung der apfelbäume, Schweizerische Landwirtschaftliche Forschung 6 (2): 131—147.
- Schumacher R., Fankhauser F., und Schläpfer E., 1967, Einfluss des hemmstoffes Alar auf fruchtentwicklung, wurzelwachstum und triebaufbau der apfelbäume, Schweizerische Landwirtschaftliche Forschung 6 (2): 148—169.