

Zastosowanie auksyny do poprawiania kątów rozwidlenia u jabłoni

The use of auxin to widen crotch angles in young
apple trees

L. S. JANKIEWICZ, B. SZPUNAR, H. BARAŃSKA, R. RUMPLÓWA
K. FIUTKOWSKA *

WSTĘP I PRZEGLĄD LITERATURY

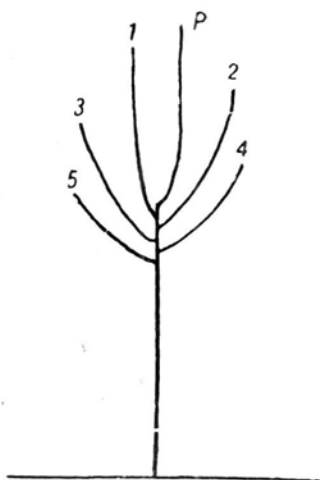
Drzewka jabłoni są w Polsce formowane najczęściej metodą okółko-wo-piętrową. Polega ona na tym, że jednoroczny okulant przycina się w szkółce na odpowiedniej wysokości, następnie z pączków leżących bezpośrednio pod ścięciem wyprowadza się przewodnik i 4—5 gałązek korony (ryc. 1). Wszystkie gałązki, leżące poniżej korony podkrzesuje się w końcu lata. Wadą drzewek prowadzonych w ten sposób są ostre kąty rozwidleń występujące przy gałązce pierwszej i drugiej poniżej przewodnika (ryc. 1). Wiadomo bowiem, że gałązki odrastające pod ostrym kątem łatwo się odłamują (McDaniels, 1923). Miller (1959) tłumaczy odłamywanie się gałęzi tworzących ostre kąty zbyt szybkim ich wzrostem w stosunku do innych gałęzi i przewodnika.

Prace Verner'a (1938, 1955) i Jankiewicza (1956, 1957 a i b) wskazują na to, że kąt rozwidlenia u jabłoni zależy od czynnika, który jest najprawdopodobniej hormonem, lub zespołem hormonów typu auksyn. Im więcej tych hipotetycznych hormonów dopływa do nasady danej gałązki, tym większy tworzy się kąt rozwidlenia. Gałązki 1 i 2 (ryc. 1) tworzą więc ostre kąty, gdyż żadna gałązka nie leży bezpośrednio ponad nimi i nie może dostarczyć im hormonów w wystarczającej ilości. Powstał więc pomysł zastąpienia brakujących hormonów syntetycznymi regulatorami wzrostu.

Pierwsze doświadczenia, w których pomysł ten wprowadzono w życie,

* Poza pierwszym z autorów, wszyscy pozostali byli w czasie wykonywania tego doświadczenia członkami Studenckiego Koła Naukowego Sadowników przy SGGW.

przeprowadził V e r n e r (1938). Smarował on pastą lanolinową z auksynami górną stronę bocznych gałązek jabłoni, gdy były jeszcze bardzo młode i niezdrewniałe. Obserwował znaczne powiększanie się kątów pod wpływem auksyn. Podobne wyniki dawało nakładanie na wierzchołek



Ryc. 1. Korona okółkowo-piętrowa: p — przewodnik, 1—5 kolejne gałązki korony

świeżo ściętego okulanta kawałka rurki gumowej, napełnionej pastą auksynową.

P r e s t o n i B a r l o w (1951) zastosowali drugą z przytoczonych metod V e r n e r a dla śliw. Stwierdzili oni, podobnie jak V e r n e r, że auksyny silnie wpływają na wielkość kąta i wyrazili przypuszczenie, że metoda ta może rozpowszechnić się w szkółkarstwie śliw.

J a n k i e w i c z (1957 b) w doświadczeniach nad formowaniem korony luźno-piętrowej zastosował na boczne gałązki pastę lanolinową zawierającą 2% soli potasowej kwasu indolylooctowego. Dzięki paście kąty rozwidlenia powiększyły się o więcej niż 30°. Wpływ pasty na wzrost gałązek nie był istotny u odmiany „Linda”, natomiast u odmiany „Macoun” wystąpiło zahamowanie wzrostu gałązek smarowanych.

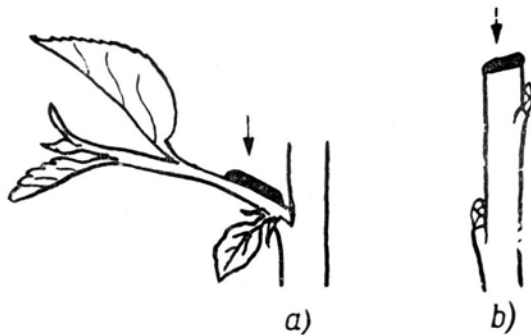
Ł y s e n k o (1958 a) uzyskał powiększenie się kątów u jabłoni „Korcznoje Połosatoje” dzięki zastosowaniu pasty lanolinowej, lub wazelinowej zawierającej kwas indolylooctowy w stężeniach 0,01—0,1% lub 2,4 D w stężeniu 0,001—0,01%. Autor zastosował kilka terminów traktowania w okresie, gdy gałązki miały 1—10 cm długości.

Opierając się na danych z literatury, doszliśmy do wniosku, że należałoby dokładniej zbadać możliwości zastosowania auksyn do poprawienia kątów rozwidleń w praktyce szkółkarskiej. W szczególności chodziło autorom o znalezienie odpowiedzi na pytanie jakie koncentracje są najlepsze oraz w jakim terminie traktować drzewa.

METODY PRACY

Praca ta omawia wyniki dwóch doświadczeń, które miały wspólny temat i podobną metodykę. Oba były przeprowadzone w szkółkach SGGW w Skierniewicach w 1955 r.

Jednoroczne okulanty dwu odmian: „Macoun” i „Starking”*, rosnące



Ryc. 2. Metody stosowania pasty lanolinowej z auksynami: a — smarowanie grzbietowej (górnej) strony młodych gałązek; b — smarowanie powierzchni ścięcia okulanta

w szkółce, przycinano wiosną przed wybijaniem pączków na różnej wysokości: okulanty „Starking” na wysokości 100 cm nad miejscem okuliżacji, okulanty „Macoun” — na wysokości 105 cm lub 70 cm. Gałązki 1 i 2, u których spodziewano się wystąpienia ostrych kątów, smarowano po grzbietowej (górnej) stronie pastą lanolinową z auksyną w sposób, który przedstawiono na ryc. 2a.

Pastę przyrządzano przez zmieszanie soli potasowej kwasu indolyl-octowego ze stopioną oczyszczaną lanoliną, starannie mieszając. Przed każdym użyciem mieszano zastygłą pastę jeszcze raz. Zastosowano trzy

* Doświadczenia nad odmianą „Starking” były przeprowadzone tylko przez pierwszego z autorów.

stężenia auksyny 0,5%, 1% i 2%. Gałązki drzewek kontrolnych smarowano czystą lanoliną.

Z trzech terminów traktowania auksynami, które zastosowano w tym doświadczeniu, pierwszy przypadł w okresie, gdy zaledwie zaczęło się wydłużać pierwsze międzywęźle. W tym terminie, aby móc wykonać smarowanie koniecznym było oderwanie kilku łusek, które osłaniały podstawę pędu. U obu odmian termin ten wypadł 14 maja. Należy jednak zaznaczyć, że wiosna w 1955 r. była opóźniona o 7—14 dni w stosunku do lat poprzednich. Dwa następne terminy przypadły u „Macouna” w odstępach 7-dniowych. U „Starkinga” drugi i ostatni termin wypadł 10 dni po terminie pierwszym. W trzecim terminie smarowania u „Macouna”, a w drugim u „Starkinga”, pędy miały już około 3 wydłużone międzywęźla.

Poza smarowaniem gałązek, zastosowano u odmiany „Starking” zabieg, polegający na smarowaniu powierzchni ścięcia (ryc. 2b). Drzewka te smarowano w dniu, kiedy były przycinane, a więc w stadium zielonego pąka w pierwszych dniach maja. Zastosowano tylko jedno stężenie auksyny w paście — 2%. Nie stosowano nakładania rurki gumowej na ścięty wierzchołek drzewka — jak to robił Verner (1938), ani też nie owijano go przezroczystym celofanem — jak to robił Preston i Barlow (1951). Wstępne doświadczenia wykazały bowiem, że pasta lanolinowa nie ścieka z wierzchołków drzewek pod wpływem promieni słonecznych, czego prawdopodobnie obawiali się ci autorowie. Zastosowano jedynie w tych doświadczeniach wkładkę cienkiego skrawka kory pomiędzy przewodnik a najwyższy pączek, aby rozwijające się z tego pączka liście nie ocierały się o pastę położoną na powierzchni ścięcia.

W maju i czerwcu mierzono kąty i przyrosty długości pędów w odstępach 5—8-dniowych w sposób analogiczny jak w pracach Jankiewicza (1956, 1957 b). Pomiarów tych dokonano tylko u odmiany „Starking” i tylko w wybranych kombinacjach. Końcowe pomiary kątów i przyrostów długości gałązek u wszystkich drzewek obu odmian przeprowadzono jesienią po zakończeniu wzrostu.

Do opracowania statystycznego wyników użyto analizy wariancyjnej R. A. Fishera. Dla każdej z odmian osobno analizowano cechę „kąty rozwidleń” i osobno cechę „przyrosty długości gałązek”. Doświadczenie założono metodą bloków losowych, stosując 10 powtórzeń. Pojedynczym poletkiem było jedno drzewko. Ocenę istotności różnic oparto na teście „t” Studenta. W badaniach przyjęto dwa poziomy wiarygodności: $a_1 = 0,05$ i $a_2 = 0,01$. Poziom a_2 służy dla podkreślenia skrajności różnic między wartościami przeciętnymi badanych własności. Poziomom a_1 i a_2 odpowiadają różnice graniczne, symbolizowane w tej pracy przez m_1 i m_2 .

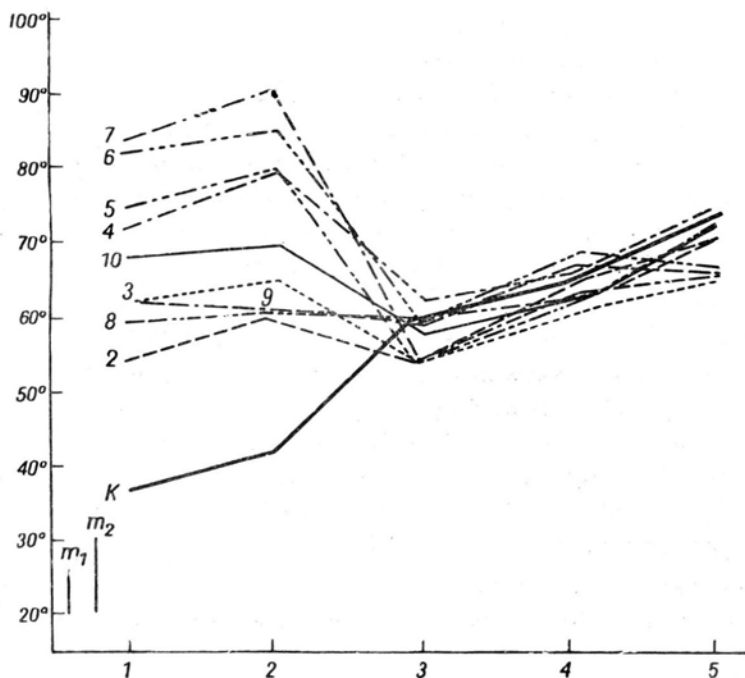
WYNIKI

Osobno omówi się wyniki dla każdej z dwu odmian oraz osobno dla cechy „kąty rozwidleń”, którą dla uproszczenia nazywamy w dalszej części pracy „kąty”, i osobno dla cechy „przyrosty długości gałązek”, którą nazywamy krócej „przyrosty”.

Odmiana „Macoun”

Doświadczenie obejmowało 10 kombinacji zabiegów: 3 stężenia auksyn \times 3 terminy traktowania + drzewka kontrolne nie traktowane auksynami. Prócz tego 5 kolejnych bloków przycięto wyżej przed rozpoczęciem formowania (około 105 cm nad miejscem okulizacji), a 5 innych kolejnych bloków przycięto niżej — 70 cm nad miejscem okulizacji. Zmienność według wysokości przycięcia drzewek była zatem uwikłana ze zmiennością glebową, co uwzględniono w analizie statystycznej.

Cecha „kąty”. Przeprowadzono dwie analizy statystyczne wyników. Celem pierwszej było porównanie drzewek kontrolnych ze wszyst-



Ryc. 3. Wpływ traktowania auksynami na kąty rozwidlenia poszczególnych gałązek. Na osi x-ów oznaczono gałązki w takiej kolejności jak na ryc. 1. Krzywą dla gałązek kontrolnych oznaczono literą K, krzywe dla drzewek traktowanych liczbami 2-10. Odmiana Macoun. $m_1 = 7,5^\circ$, $m_2 = 9,8^\circ$

kimi kombinacjami zabiegów. Analiza ta nie pozwoliła jednak na dokładną ocenę działania poszczególnych stężeń auksyny, czy też terminów traktowania. Dlatego przeprowadzono drugą analizę statystyczną, nie uwzględniającą z kolei drzewek kontrolnych.

Kąty drzewek kontrolnych możemy porównać z kątami drzewek traktowanych, rozpatrując współdziałanie: sposób traktowania \times rodzaj gałązki, czyli innymi słowy wpływ różnych sposobów traktowania na poszczególne gałązki drzewek (ryc. 3). Współdziałanie to okazało się istotne, co świadczy o tym, że poszczególne sposoby traktowania wpływały niejednakowo na poszczególne gałązki. Najważniejsze jest w tym wypadku zachowanie się gałązki 1 i 2, które były traktowane pastą z auksynami. Okazuje się, że we wszystkich kombinacjach, w których zastosowano traktowanie pastą z auksynami, kąty tych dwóch gałązek były znacznie większe ($53,9^{\circ}$ — $83,3^{\circ}$ i $59,5^{\circ}$ — $90,6^{\circ}$)* niż kąty gałązek kontrolnych (odpowiednio $36,4^{\circ}$ i $41,3^{\circ}$).

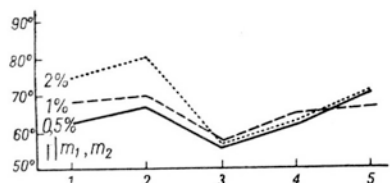
Auksyny wpływały jednak tylko na kąty tych gałązek, które były smarowane pastą. Wpływ ich nie rozciągał się na kąty gałązek 3, 4 i 5, istotnej różnicy bowiem pomiędzy drzewkami kontrolnymi a traktowanymi, w tym przypadku nie było.

Wielkość kąta u gałązek smarowanych pastą z auksynami zależała zarówno od stężenia auksyn w paście, jak i od terminu traktowania. Wpływ stężeń auksyny na poszczególne gałązki ilustruje ryc. 4. Kąt u gałązek smarowanych pastą z auksynami był tym większy, im wyższe stężenie auksyn. Już stężenie 0,5‰ powodowało wytworzenie się wystarczająco dużych kątów ($62,4^{\circ}$ i $66,2^{\circ}$, odpowiednio dla pierwszej i drugiej gałązki). Stężenie 1‰ dawało kąty $68,1^{\circ}$ i $69,9^{\circ}$. Stężenie 2‰ dawało niekiedy zbyt duże kąty — $74,2^{\circ}$ i $79,6^{\circ}$ większe niż u gałązek 4 i 5 ($62,3^{\circ}$ i $69,8^{\circ}$), co powodowało niesymetryczny wygląd drzewek.

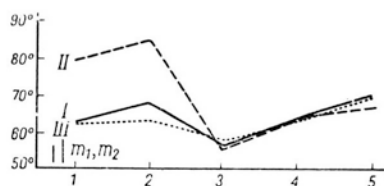
Wpływ terminu traktowania auksynami na kąty gałązek był również bardzo duży (ryc. 5). Drzewka były najwrażliwsze na traktowanie auksynami w drugim terminie, kąty: $79,6^{\circ}$ i $84,8^{\circ}$ jednak również w pierwszym i trzecim terminie auksyny spowodowały znaczne powiększenie się kątów odpowiednio: $62,5^{\circ}$ i $67,7^{\circ}$ oraz $62,7^{\circ}$ i $63,2^{\circ}$ (kąty rozwidlenia drzewek kontrolnych wynosiły $36,4^{\circ}$ i $41,3^{\circ}$).

Z kolei nasuwa się pytanie, czy poszczególne stężenia działają tak samo w każdym z terminów. Istotność współdziałania: rodzaj gałązki

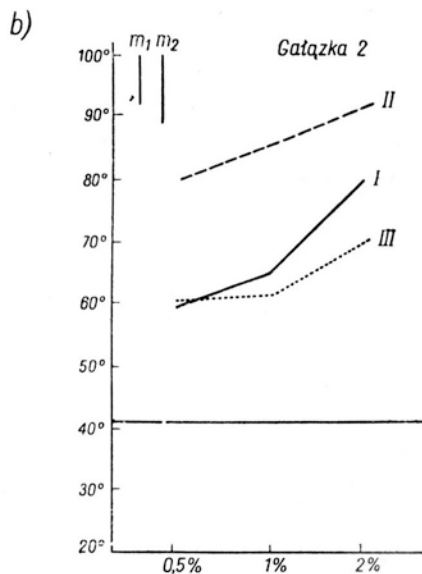
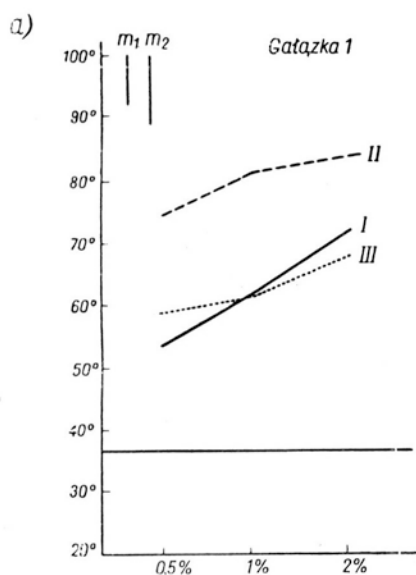
* W dalszym tekście będą stale podawane wartości dla pierwszej gałązki na pierwszym miejscu, a wartości dla drugiej gałązki na drugim miejscu, np. kąty $53,0^{\circ}$ — $83,3^{\circ}$ są kątami pierwszych gałązek, a kąty $59,5^{\circ}$ — $90,6^{\circ}$ są kątami drugich gałązek.



Ryc. 4. Wpływ różnych koncentracji auksyn na kąty poszczególnych gałązek. Odmiana „Macoun” $m_1 = 4,3^\circ$, $m_2 = 5,6^\circ$. Gałązki zaznaczono na osi x-ów w kolejności jak na ryc. 1



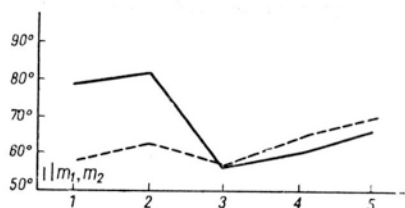
Ryc. 5. Wpływ terminu traktowania pastą z auksynami na wielkość kąta gałązek. Odmiana „Macoun” $m_1 = 4,3^\circ$, $m_2 = 5,6^\circ$. Kolejność gałązek na osi x-ów wg ryc. 1



Ryc. 6. Wpływ różnych terminów traktowania i różnych stężeń auksyn na kąty poszczególnych gałązek. Stężenia podano na osi x-ów; terminy oznaczono rzymskimi cyframi. Wielkość kąta danej gałązki w kombinacji kontrolnej zaznaczono jako prostą poziomą linię. Odmiana „Macoun”. $m_1 = 8,2^\circ$, $m_2 = 11,4^\circ$

× stężenie × termin wskazuje, że wpływ stężeń był różny zależnie od terminu (ryc. 6a, b). W terminie drugim wszystkie stężenia działały bardzo silnie. Nawet stężenie 0,5⁰/o spowodowało powstanie kątów 74,2° i 79,3°, a więc w tym terminie można by stosować stężenia niższe 0,1 lub 0,2⁰/o soli potasowej kwasu indolylooctowego. W terminie III gałązki były stosunkowo mało wrażliwe na stężenie auksyn (kąty 59,0°—67,6° i 59,9°—69,1° zależnie od stężenia).

Wpływ wysokości przycięcia okulantów na wielkość kątów był bardzo wyraźny (ryc. 7). Okazuje się, że drzewka wyżej cięte znacznie silniej reagowały na traktowanie auksynami niż drzewka niżej przycięte.



Ryc. 7. Wpływ wysokości cięcia na kąty poszczególnych gałązek (zaznaczonych na osi x-ów); linią przerywaną oznaczono drzewka niżej ścięte. Odmiana „Macoun”.
 $m_1 = 3,5^\circ$, $m_2 = 4,6^\circ$

U roślin kontrolnych kąty drzewek wyżej ciętych i niżej ciętych były podobne, o czym świadczy nieistotność współdziałania: gałązka × wysokość przycięcia × sposób traktowania.

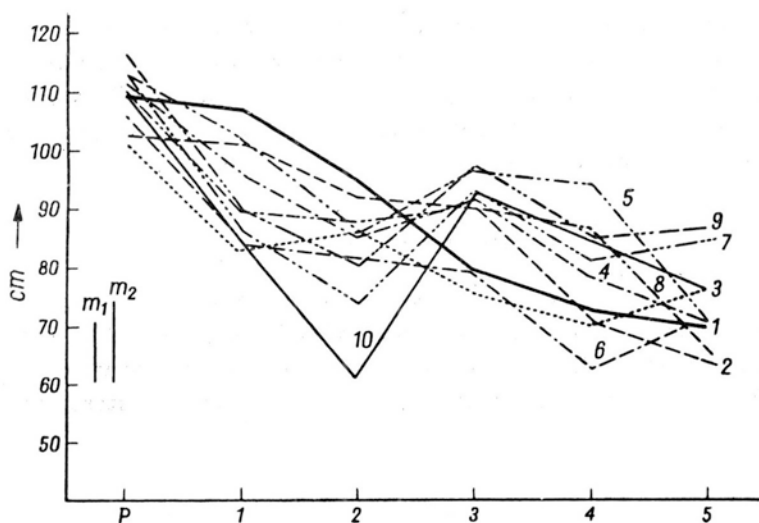
Cecha „przyrosty”. Smarowanie gałązek auksynami miało również wpływ na przyrosty długości gałązek. Świadczy o tym istotność współdziałania: sposób traktowania × gałązka (ryc. 8). Gałązki traktowane auksynami rosły słabiej (73—91 cm i 51—82 cm) niż gałązki drzewek kontrolnych (96,3 cm i 84,5 cm). W większości wypadków różnice te są istotne. Nie daje się jednak ustalić wyraźnej korelacji między osłabieniem wzrostu gałązek a stężeniem lub terminem traktowania.

Gałązki 3, 4 i 5, które nie były smarowane auksynami, rosły na ogół silniej u drzewek traktowanych niż u kontrolnych. Można by to poczytać za „wzrost kompensacyjny”, spowodowany osłabieniem wzrostu gałązek 1 i 2.

Jeśli chodzi o wzrost przewodnika, nie wystąpiły istotne różnice między poszczególnymi kombinacjami zabiegów.

Przyrosty długości były różne u drzewek przyciętych na różnych wysokościach (współdziałanie istotne: gałązka × wysokość przycięcia). Wzrost przewodnika i gałązek był bardziej bujny u drzewek niżej przyciętych, co jest ogólnie znanym zjawiskiem (ryc. 9).

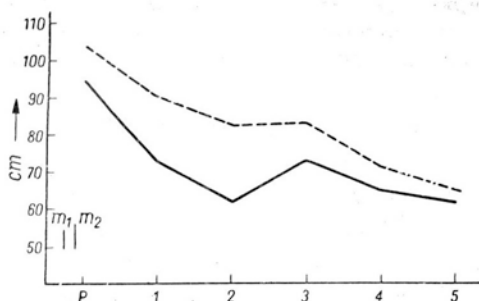
Smarowanie auksynami wywołało jeden niespodziewany efekt, a mianowicie niewielkie rakowate narośla w miejscach posmarowanych pastą



Ryc. 8. Wpływ różnych sposobów traktowania na długość przyrostów poszczególnych gałązek (kolejne gałązki oznaczono na osi x -ów). Drzewka kontrolne oznaczono grubą ciągłą linią. Krzywe dla drzewek traktowanych oznaczono cyframi 2—10.

Odmiana „Macoun”. $m_1 = 10,8$ cm, $m_2 = 14,2$ cm

1 — kontrolne	6 — 1‰, II termin;
2 — 0,5‰, I termin;	7 — 2‰, II termin;
3 — 1‰, I termin;	8 — 0,5‰, III termin;
4 — 2‰, I termin;	9 — 1‰, III termin;
5 — 0,5‰, II termin;	10 — 2‰, III termin;

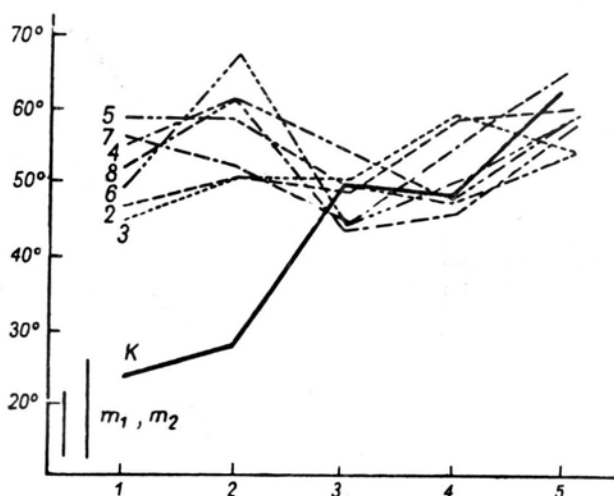


Ryc. 9. Wpływ wysokości przycięcia na przyrosty długości. Linią przerywaną zaznaczono drzewka niżej ścięte; przewodnik i gałązki zaznaczono na osi x -ów. Odmiana „Macoun”. $m_1 = 4,8$ cm, $m_2 = 6,3$ cm

z auksynami. Narośla te pojawiły się w czerwcu i powiększały się aż do późnego lata. W roku następnym nie obserwowano już ich powiększania się. Narośla te obserwowano tylko u odmiany „Macoun”. Nie zauważono ich natomiast u odmiany „Starking”, „Linda”, „Boskoop”, „McIntosh” i siewka „Antonówki” (Jankiewicz 1957, b).

Odmiana „Starking”

Dla tej odmiany stosowano również 3 stężenia auksyn, ale tylko 2 terminy traktowania: 14 i 24 maja. Razem było więc $3 \times 2 = 6$ kombinacji zabiegów, w których dawano auksyny na gałązki, poza tym drzewka kontrolne oraz drzewka, w których pastę auksynową stosowano na po-



Ryc. 10. Wpływ różnych sposobów traktowania pastą z auksynami na kąty poszczególnych gałązek. Kolejność gałązek na osi x-ów wg ryc. 1. Drzewka kontrolne oznaczono grubą ciągłą linią; drzewka traktowane oznaczono liniami przerywanymi. Odmiana „Starking”. $m_1 = 9,9^\circ$, $m_2 = 13,0^\circ$

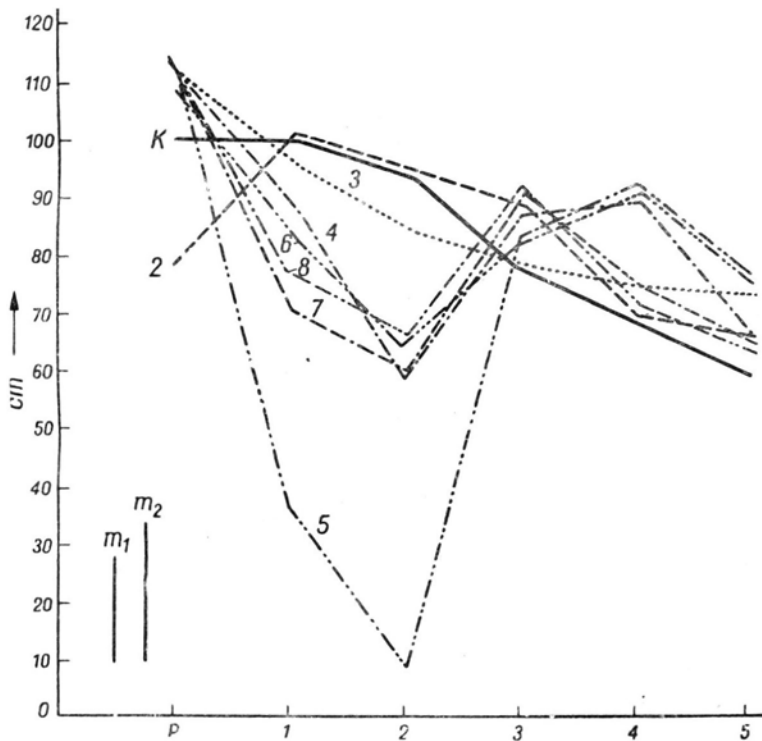
wierzchnię ścięcia. Podobnie jak u odmiany „Macoun” zastosowano dwie analizy statystyczne dla cechy kąty. Jedna obejmowała drzewka kontrolne i traktowane, a druga tylko drzewka traktowane.

Cecha „kąty”. Wpływ pasty auksynowej na wielkość kątów był u tej odmiany równie silny jak u odmiany „Macoun”. Ilustruje to wykres (ryc. 10). Tylko u drzewek kontrolnych gałązki pierwsza i druga wytworzyły ostre kąty (odpowiednio $23,4^\circ$ i $27,4^\circ$), natomiast u drzewek traktowanych auksynami kąty tych gałązek wynosiły $45,1^\circ$ — $50,6^\circ$ i $50,9^\circ$ — $67,9^\circ$.

Podobnie jak u odmiany „Macoun” auksyny wpływały tylko na kąty tych gałązek, które były traktowane. Wpływ ich na kąty gałązki 3, 4 i 5 był niewidoczny.

Jeśli chodzi o różnice pomiędzy poszczególnymi stężeniami i terminami traktowania, to okazały się one nieistotne. Świadczy to, że u tej odmiany wszystkie stężenia działały jednakowo skutecznie oraz że oba terminy traktowane były jednakowo dobre.

Cecha „przyrosty”. Wyniki opracowano tylko w jednej analizie statystycznej. Wpływ różnych sposobów traktowania na przyrosty



Ryc. 11. Wpływ różnych sposobów traktowania na przyrosty długości. Przewodnik i gałązki oznaczono na osi x-ów. Linią ciągłą oznaczono drzewka kontrolne, liniami przerywanymi drzewka traktowane auksynami. Odmiana „Starking”. $m_1 = 16,7$ cm, $m_2 = 21,9$ cm

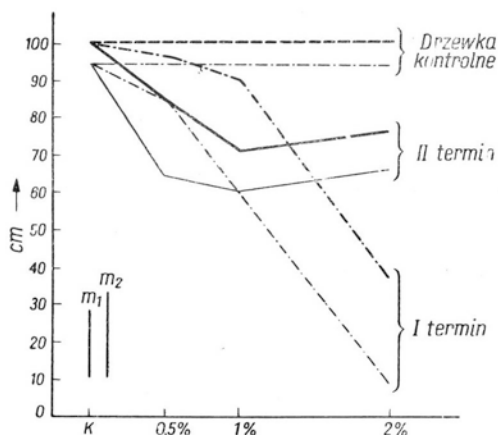
K — kontrolne	5 — 2‰, I termin;
2 — drzewka traktowane na powierzchni ścienia;	6 — 0,5‰, II termin;
3 — 0,5‰, I termin;	7 — 1‰, II termin;
4 — 1‰, I termin;	8 — 2‰, II termin;

gałązek był znacznie większy niż u odmiany „Macoun”. Ilustruje to wykres (ryc. 11). Gałązki traktowane auksynami rosły słabiej (36,5 cm — 96,8 cm i 9,4 cm — 85,3 cm) niż odpowiadające im gałązki drzew kontrolnych (100,1 cm i 94,9 cm). Różnice były w większości wypadków istotne.

Gałązki nie traktowane auksynami, 3, 4 i 5, rosły we wszystkich kombinacjach silniej niż odpowiednie gałązki drzew kontrolnych, przy czym różnice te niekiedy były istotne. Podobne zjawisko, jak już wspomnieliśmy, wystąpiło u odmiany „Macoun”.

Jeśli chodzi o wzrost przewodnika, nie wystąpiły istotne różnice między poszczególnymi sposobami traktowania z wyjątkiem drzewek traktowanych na powierzchnię ścięcia, u których przewodnik rósł słabiej, niż u drzewek kontrolnych.

Aby lepiej uwydatnić, w jaki sposób zahamowanie wzrostu gałązki pierwszej i drugiej zależy od stężenia i od terminu traktowania, wyod-



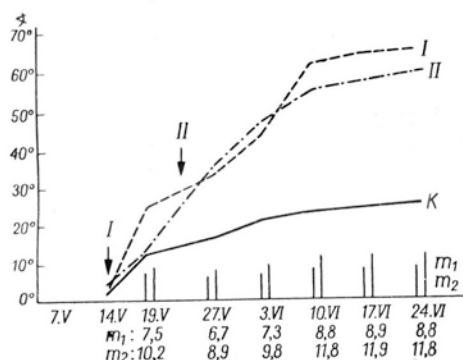
Ryc. 12. Zależność długości i przyrostu gałązek od stężenia auksyn i terminu traktowania (wyciąg z wykresu 11). Stężenia podane na osi x-ów. K — stężenie zerowe. Grubszymi liniami oznaczono gałązki pierwszej, cieńszymi gałązki drugiej. Odmiana „Starking”. $m_1 = 16,7$ cm, $m_2 = 21,9$ cm

rębniono je na osobnym wykresie (ryc. 12). Okazuje się, że osłabiające wzrost działanie auksyn zależało od ich stężenia. W pierwszym terminie traktowania, zwłaszcza stężenie 2% okazało się silnie hamujące (długości gałązki pierwszej i drugiej odpowiednio 36,5 i 9,4 cm wobec 100,1 i 94,8 u drzewek kontrolnych). W drugim terminie traktowania pędy już słabiej reagowały na to stężenie auksyny (długości gałązek pierwszej i drugiej traktowanych pastą 2% odpowiednio 77,8 cm i 66,5 cm).

Gałązka 2 w każdym wypadku była silniej hamowana we wzroście przez pastę z auksynami niż gałązka 1. Ponieważ gałązka 2-ga leży po tej samej prawie stronie co przewodnik, i może otrzymywać trochę natu-

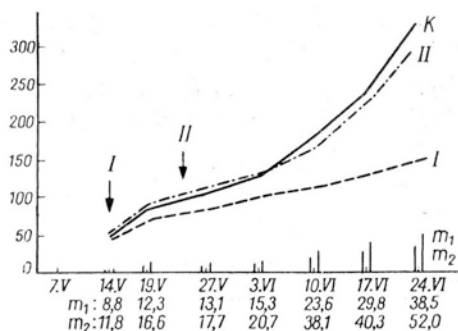
ralnych auksyn od niego — można więc przypuszczać, że istnieje tu synergizm naturalnych hormonów i syntetycznych auksyn.

Interesujące było jeszcze poznanie, jak szybko po potraktowaniu ujawnia się wpływ auksyny na kąty i przyrosty długości gałązek. W tym celu mierzono co kilka dni kąty i długości przyrostów u drzewek kontrolnych oraz traktowanych pastą w pierwszym i drugim terminie (ryc. 13). Okazało się, że gałązki posmarowane pastą z auksynami zaczynają silnie powiększać swoje kąty prawie od razu po posmarowaniu tak, że już w 3 do 7 dni po posmarowaniu różnice między drzewkami kontrolnymi a traktowanymi były istotne. Gałązki traktowane powiększały swoje kąty



Ryc. 13. Przebieg formowania się kąta u drzewek odmiany „Starking”. K — drzewka kontrolne; I i II — drzewka traktowane odpowiednio w pierwszym i drugim terminie 2% pastą z auksynami. Na osi x-ów daty wykonania pomiarów. Strzałkami oznaczono daty traktowania pastą

Ryc. 14. Przebieg wzrostu gałązek u tych samych drzewek, których dotyczy ryc. 13. Oznaczenia takie same



szybciej niż gałązki kontrolne przez okres 3—4 tygodni po traktowaniu, a więc do czasu, aż silnie wystąpił proces drewnienia.

Oslabienie wzrostu pędów pod wpływem pasty auksynowej również wystąpiło wkrótce po posmarowaniu pastą, ale tylko u drzewek traktowanych w I terminie (ryc. 14).

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Wyniki niniejszego doświadczenia potwierdziły spostrzeżenia Verner'a (1938), że posmarowanie młodych gałązek bocznych po ich stronie grzbietowej (górnjej) pastą lanolinową z auksynami powoduje powiększenie się kąta rozwidlenia. Działanie pasty auksynowej zastosowanej w ten sposób jest bardzo silne. Np. u odmiany „Macoun” 2% pasta auksynowa, zastosowana w II terminie, spowodowała powiększenie się kątów każdej z gałązek smarowanych przeciętnie o 49° , w porównaniu z drzewkami kontrolnymi.

Verner (1938) stwierdził brak wyraźnej zależności między stężeniem auksyn w paście, a wielkością kąta. W naszych doświadczeniach było podobnie u odmiany „Starking”, jednak u odmiany „Macoun” wystąpiła statystycznie udowodniona zależność od stężenia: kąty były tym większe, im wyższe stężenie.

Stężenie auksyn, jakie stosował Verner (0,005%—0,025%) były około 100 razy niższe od tych, które stosowano w niniejszej pracy. Wprawdzie Verner używał kwasu indolylomasłowego, a my używaliśmy soli potasowej kwasu indolyllooctowego, ale nie sądzimy, aby rzecz na tym polegała, gdyż po pierwsze — w naszych doświadczeniach wstępnych oba kwasy wykazały podobny stopień aktywności (Jankiewicz, nie opubl.), a po drugie — w doświadczeniach Prestona i Barlowa (1951), którzy podobnie jak Verner używali kwasu indolylomasłowego najniższym stężeniem, które skutkowało, było 0,09%, a więc 4—18 razy wyższe od stężeń podanych przez Verner'a.

Jakie więc stężenia auksyn należy uznać za optymalne? Jeśli chodzi o kwas indolylomasłowy, Preston i Barlow (1951) twierdzą, że stężenia wyższe niż 0,09% powinny być użyte w przyszłych doświadczeniach. Zgadza się to całkowicie z wynikami naszych wstępnych doświadczeń, w których najlepszymi stężeniami tego kwasu były 0,2—1%. Jeśli chodzi o kwas indolyllooctowy, Łysenko (1958 b) zaleca stężenie 0,05—0,1%. W naszych doświadczeniach najniższe stężenie 0,5% wykazało już bardzo silne działanie, zwłaszcza w drugim terminie traktowania. Wobec tego sądzimy, że stężenia 0,1—0,5% soli potasowej kwasu indolyllooctowego powinny okazać się optymalne dla celów praktycznych. Jedynie w późniejszych terminach traktowania można by używać wyższych stężeń 0,5—1%. Poglądy nasze na zakres optymalnych stężeń dla poprawienia kątów rozwidleń nie różnią się zatem wiele od poglądów Łysenki (1958 b) oraz Prestona i Barlowa (1951). W przyszłych doświadczeniach należałoby zbadać działanie innych auksyn, np. kwasu naftylooctowego i 2,4 D, oraz sprawdzić, czy różne gatunki i odmiany drzew owocowych reagują podobnie na ten sam zakres stężeń.

Zagadnienie długości okresu czasu, w którym traktowanie auksynami jest skuteczne, jest bardzo ważne dla szkółkarstwa. Verner twierdzi, że smarowanie gałązek auksynami jest skuteczne tylko w czasie kilku dni do tygodnia, w początkowym okresie wzrostu gałązek. Oczywiście tak krótki okres czasu wykluczałby stosowanie tego zabiegu na szerszą skalę. Nasze wyniki są odmienne, niż wyniki V e r n e r a i wykazują, że w klimacie Polski smarowanie pastą z auksynami może być wykonane w czasie 10 dni (u odm. „Starking”), a nawet 14 dni (u odm. „Macoun”). 10—14-dniowy okres czasu pozwala już na wykonanie traktowania auksynami na skalę praktyczną, jednak u ograniczonej liczby drzewek, np. tylko u odmian szczególnie skłonnych do tworzenia ostrych kątów.

U odmiany „Macoun” smarowanie w II terminie było znacznie bardziej skuteczne, niż w pierwszym i trzecim terminie. Drugi termin traktowania przypadł w okresie intensywnego wydłużania się podstawowych międzywęzli. Powody, dla których smarowanie w pierwszym terminie działa słabiej, niż smarowanie w drugim terminie, są trudne do wytłumaczenia. Łatwo było natomiast przewidzieć, że działanie auksyn, zastosowanych w trzecim terminie, będzie nieco słabsze, gdyż gałązki były już w tym czasie duże i stosunkowo silniej zdrewniały. Wyniki podobne do naszych uzyskał Ł y s e n k o (1958). Z czterech terminów traktowania, jakie zastosował, dwa środkowe okazały się najlepsze.

U odmiany „Starking” oba terminy traktowania dały podobne wyniki. Ponieważ jednak między pierwszym a drugim okresem traktowania upłynęło 10 dni, możliwe jest, że okres, w którym gałązki były najwrażliwsze na auksyny, wypadł po środku między tymi terminami i po prostu nie natrafiono na niego.

Z doświadczeń naszych wynika, że drzewka wyżej ścięte, silniej zwiększały swoje kąty pod wpływem auksyn, niż drzewka niżej ścięte. Zjawisko to dość trudno wytłumaczyć. Możliwe że słabsze reagowanie gałązek u drzewek niżej ściętych można przypisać temu, że były one silniejsze, a zatem posiadały więcej elementów zdrewniałych.

Drugą metodą traktowania drzewek pastą auksynową było smarowanie powierzchni ścięcia. Zabieg ten spowodował powiększenie się kątów kilku pędów leżących najbliżej powierzchni ścięcia. Wynik ten zgadza się z tym, co opisują V e r n e r (1938) oraz P r e s t o n i B a r l o w (1951), którzy również stosowali tę metodę. U drzewek traktowanych w ten sposób, przewodnik rośnie ukośnie w bok. Z tego powodu metoda smarowania powierzchni ścięcia nie miałaby zastosowania w obecnym szkółkarstwie polskim. Jeśli jednak będziemy kiedyś dążyli do otrzymania drzewek z otwartym dla słońca wnętrzem korony (S n y d e r 1957), metoda ta może się przydać. Musimy jednak pamiętać, że podobny wynik, tzn. odchylenie się przewodnika w bok oraz duże kąty u gałązek



Ryc. 15. Drzewko kontrolne odmiany „Starking”. Gałązki 1 i 2 poniżej przewodnika tworzą bardzo ostre kąty



Ryc. 16. Drzewko odmiany „Starking”. Gałązki 1 i 2 poniżej przewodnika były potraktowane pastą z auksynami w celu wywołania dużych kątów

poniżej przewodnika, możemy otrzymać za pomocą metody opóźnionego przycinania wierzchołka (Verner 1955).

W metodzie smarowania gałązek pastą nie stwierdzono wpływu auksyn na gałązki inne niż te, które były smarowane. Mogło to być spowodowane tym, że następna gałązka, znajdująca się w prostej linii poniżej gałązki smarowanej, leżała w odległości trzech międzywęźli, a więc prawie poza zasięgiem wpływu syntetycznych auksyn, który sięga do około $2\frac{1}{2}$ międzywęźla (Jankiewicz 1957 b).

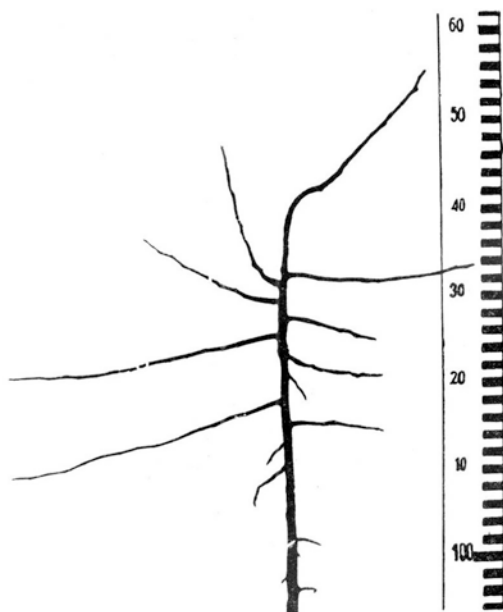
Hamujący wpływ auksyn na wzrost gałązek był już notowany przez Prestona i Barlowa (1951) przy zastosowaniu metody smarowania powierzchni ścicia. Przy stosowaniu tej samej metody w naszych doświadczeniach wystąpiło również istotne zahamowanie wzrostu, ale tylko u pierwszego pędu poniżej ścicia, czyli u przedłużenia przewodnika, natomiast pozostałe pędy rosły tak samo silnie, jak pędy drzewek kontrolnych. Wpływ auksyn na wzrost gałązek rozciągał się więc na krótszy odcinek poniżej miejsca traktowania, niż wpływ auksyn na kąt.

U drzewek, których gałązki smarowano pastą, również wystąpił hamujący wpływ auksyn na wzrost. Różnice z drzewkami kontrolnymi były w większości wypadków istotne. U odmiany „Starking” zaobserwowano nawet wyraźną zależność zahamowania wzrostu od stężenia auksyn i od terminu traktowania. Wyższe stężenia działały silnie hamująco w pierw-

szym terminie traktowania. Jest to również powód, dla którego w praktyce nie powinno się stosować stężeń wyższych niż 0,5—1‰.

Mechanizm działania syntetycznych auksyn na wielkość kąta może być różny w zależności od metody traktowania.

Jeśli chodzi o metodę smarowania auksynami nasad gałązek, nie wydaje się, aby działanie auksyn było takie samo, jak działanie naturalnego hormonu regulującego wielkość kąta. Najprawdopodobniej jest to miejscowe działanie ponad optymalnych koncentracji auksyn na tkanki danej



Ryc. 17. Przedłużenie przewodnika siewki „Antonówki” wykrzywiło się w bok pod wpływem posmarowania 2‰ pastą z auksynami. Strona wypukła jest stroną posmarowaną. Gałązki boczne tego drzewka nie były smarowane

gałązki. Ponieważ auksyny stosujemy na grzbietową stronę gałązki, strona ta rośnie silniej, niż strona brzuszna i kąt się powiększa. Za taką interpretacją zjawiska przemawiają wyniki doświadczeń wstępnych Jankiewicza (nie opublikowane), w których pędy jabłoni, rosnące prosto w górę, posmarowano auksynami po jednej stronie, co spowodowało wygięcie w stronę przeciwną, gdyż strona posmarowana rosła silniej (ryc. 17).

Gdy stosuje się smarowanie pastą z auksynami powierzchni ścięcia, zjawisko regulacji kąta może być nieco bardziej skomplikowane. W tym

wypadku auksyna jest transportowana przez korę pnia do gałązek i w jakiś sposób włącza się w mechanizm regulujący wielkość kąta.

Z praktycznego punktu widzenia ważne jest to, że przy pomocy pasty lanolinowej, zawierającej syntetyczne auksyny, można regulować wielkość kąta rozwidlenia. Obie metody poprawiania kątów proponowane przez Verner'a, a więc smarowanie młodych gałązek i smarowanie powierzchni ścięcia, są skuteczne i nadają się do stosowania w praktyce.

Nie sądzimy jednak, aby któraś z tych metod znalazła szersze zastosowanie przy prowadzeniu dwuletnich okulantów metodą okółkowo-piętrową, lub luźno-piętrową. O wiele prostsza metoda otrzymywania dużych kątów polega bowiem na uszczykiwaniu pędów konkurujących z przewodnikiem (Černík 1956 i 1958, Jankiewicz 1957b, Kemula — w opracowaniu). Według tej metody, dwie lub trzy gałązki leżące poniżej przewodnika są uszczykiwane po raz pierwszy około 15—25 maja. Do tego czasu gałązki te wytwarzają dostateczną ilość hormonów, aby zapewnić wytworzenie się dużych kątów u gałązek koronowych.

Metoda smarowania gałązek pastą auksynową może jednak znaleźć zastosowanie w wielu wypadkach, np. gdy ze względu na małą ilość pędów nie możemy sobie pozwolić na zmianę kilku z nich na pędy tymczasowe. Takie wypadki bywają częste przy formowaniu koronek u jednorocznych okulantów metodą letniego uszczykiwania (Jankiewicz i inni, w opracowaniu).

Przy formowaniu dwuletnich okulantów metodą okółkowo-piętrową i luźno-piętrową z zastosowaniem pędów tymczasowych zdarza się, że niektóre drzewka tworzą zbyt ostre kąty. Dotychczas stosowało się w takich wypadkach rozpórki. Sądzimy, że stosowanie pasty z auksynami będzie łatwiejsze.

Autorowie składają podziękowanie mgrowi K. Szczepańskiemu z Zakładu Statystyki Instytutu Sadownictwa za pomoc przy statystycznym opracowaniu wyników.

STRESZCZENIE

1. Badano możliwości regulowania kąta u 2-letnich okulantów odmiany „Macoun” i „Starking” przy pomocy pasty lanolinowej zawierającej sól potasową kwasu indolylooctowego.

2. Stosowano dwie metody smarowania pastą z auksynami:

- a) na górną stronę nasadowych części gałązek konkurujących z przewodnikiem,
- b) na powierzchnię ścięcia drzewka.

3. Zastosowano trzy stężenia auksyny w pąście: 0,5%, 1% i 2% oraz

kilka terminów smarowania. Drzewka kontrolne traktowano samą lanoliną.

4. Wszystkie stężenia auksyny wpłynęły istotnie na wielkość kątów. U odmiany „Macoun” kąt był tym większy, im wyższe stężenie auksyn. U odmiany „Starking” wszystkie stężenia działały podobnie.

5. U odmiany „Macoun” zastosowano trzy terminy traktowania w odstępach tygodniowych. We wszystkich terminach auksyny wpływały silnie na kąty, najsilniejszy jednak wpływ zanotowano w drugim terminie traktowania. U odmiany „Starking” oba terminy traktowania w odstępie 10-dniowym okazały się jednakowo dobre.

6. Już w kilka dni po zastosowaniu auksyn wystąpiły istotne różnice w wielkości kąta między gałązkami drzewek traktowanych i kontrolnych.

7. Auksyny wpływały tylko na kąty tych gałązek, które były traktowane. W metodzie smarowania powierzchni ścięcia auksyny wpływały na kąty trzech pędów poniżej ścięcia.

8. Hamujący wpływ auksyn na wzrost wystąpił przy stosowaniu obu metod traktowania u obu odmian. U odmiany „Starking” wzrost był tym słabszy, im silniejsze stężenie auksyn. Silniejsze zahamowanie wystąpiło w pierwszym terminie traktowania.

9. U odmiany „Macoun” stwierdzono powstawanie narośli rakowatych w miejscach posmarowanych pastą z auksynami. Zjawiska tego nie stwierdzono u odmiany „Starking” oraz u odmian badanych w doświadczeniach wstępnych: siewka „Antonówki”, „McIntosh”, „Piękna z Bokoop”, „Linda”, „Inflancka”.

*Zakład Sadownictwa SGGW
w Skierniewicach*

(Wpłynęło 30.X.1960)

SUMMARY

1. The lanolin paste containing potassium salt of indoleacetic acid was used to widen crotch angles in 2-year-old Macoun and Starking apple trees grown in a nursery.

2. Two methods of paste application were used:

a) the upper sides of basal parts of two top branches were smeared (fig. 2a).

b) the cut surface was smeared before laterals emerged in the spring (fig. 2b).

3. Three concentrations of an auxin in the paste were used: 0.5%, 1%, 2%. Several groups of trees were treated at different dates. The check trees were untreated.

4. The experiment was set up in 10 randomized blocks, one tree being one plot. The values of error were statistically calculated.

5. All concentrations used influenced significantly the crotch angles width. Correlation between concentration of auxin and crotch angle width was observed in Macoun but not in Starking.

6. Three terms of auxin application were used for Macoun trees. First application was made as the first long internode sufficiently emerged to be smeared, the second application was made one week later and the third one two weeks later. The trees treated during the second date formed the widest crotch angles. In Starking two terms of treatment differing of 10 days were used. The effect on the crotches in both terms was similar.

7. Significant differences in crotch angles were observed between control and treated trees just few days after the application of auxin paste.

8. The auxin in lanolin influenced only the crotch angles of treated branches. When the cut surface was treated the leader and two uppermost branches formed wide crotches.

9. Applied auxin depressed the growth of treated branches. In Starking trees there were positive correlation between the concentration of auxin and the growth inhibition effect.

10. Small tumors were formed where the paste was smeared on Macoun branches. Other varieties as McIntosh, Boskoop, Antonovka seedling Linda and Yellow Transparent did not exhibit this effect.

11. The method of improving the crotch angles with auxine paste application may be used in nursery rather in special cases when nurseryman can not use temporary branches as producers of hormones for widening of crotches.

LITERATURA

1. Černík V., 1956, O řezu a tvaru ovocných dřevin, Sborník Českoslov. Akad. Zaměd. Věd. Rostlinna výroba **2** (29): 452—481.
2. Černík V., 1958, Zlepšené tvarování polopřirozených korun ve školce, Sborník Českoslov. Akad. Zaměd. Věd. Rostlinna výroba **4** (31): 101—106.
3. Jankiewicz L., 1956, The Effect of Auxines on Crotch Angles in Apple Trees. Bull. Acad. Polon. Sci. Cl. II, **4**: 173—178.
4. Jankiewicz L. S., 1957 a, Wpływ auksyn na formowanie się kąta rozwidlenia u jabłoni, Praca doktorska, wykon. w Szkole Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie.
5. Jankiewicz L., 1957 b, Formowanie się kąta między pniem a gałęzią u jabłoni, Prace Instytutu Sadownictwa, **2**: 131—147.
6. Jankiewicz L. S., Kostro A., Bohusz G., Radziszewska A., Formowanie okulantów jabłoni w roku następnym po okulizacji (w druku). Zeszyty Naukowe SGGW.

7. Kemula F., Uszczykiwanie pędów konkurujących z przewodnikiem jako metoda otrzymywania koron z dużymi kątami (w opracowaniu).
8. Łysenko B. F., 1958 a, Isprawlenije ostrych ugłow otchożdienija skieletnych suczew jabłoni pri pomoszczi rostowych wieszczestw, Dokład. T.S.Ch.A. **36**: 95—101.
9. Łysenko B. F., 1956 b, Kak priedupriedit' otłomy skieletnych suczew jabłoni, Priroda **47** (7): 113.
10. McDaniels L. H., 1923, The Apple Tree Crotch. N. Y. (Cornell) Agr. Exp. Sta. Bul. **419**.
11. Miller V. J., 1959, Crotch Influence on Strength and Breaking Point of Apple Tree Branches, Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. **73**: 27—32.
12. Preston A. P. i Barlow H. W. B., 1951, The Use of Growth Substances to Widen Crotch Angles, East Malling Res. Sta. Ann. Rep. 1950, p. 76—79.
13. Snyder J. C., 1957, Training Young Apple Trees. Inst. Agr. Sciences, Pullman, Washington, Ext. Bul. **522**: 1—15.
14. Verner L., 1938, The Effect of a Plant Growth Substance on Croth Angles in Young Apple Trees, Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. **36**: 415—422.
15. Verner L., 1955, Hormone Relations in the Growth and Training of Apple Trees, Univ. of Idaho Agr. Exp. Sta. Res. Bul. **28**: 1—31.