Badania nad wpływem niektórych regulatorów wzrostu na rozwój konopi węgierskich

The influence of growth regulators on development of hemp

DZIERŻYKRAJ HULEWICZ

Myślą przewodnią wielu biologów w pracach eksperymentalnych nad czynnikami wyzwalającymi zakwitanie roślin wyższych była od czasów Chołodnego 1939 tak zwana hormonalna teoria rozwoju generatywnego. Zgodnie z nią w stymulowaniu reprodukcji generatywnej roślin przypisuje się, jeżeli nie jedyną, to w każdym razie dużą rolę hormonom wzrostu. Jednakże początkowe przypuszczenia, że na skutek określonego nagromadzenia się auksyn w roślinie następuje w odpowiednich warunkach wyzwolenie kwitnienia, nie znalazły potwierdzenia w wynikach przeprowadzonych badań. Traktując rośliny substancjami wzrostowymi stwierdzono, że stymulują one w pewnym stopniu zakwitanie szeregu gatunków roślin, przeważnie roślin dnia długiego (Leopold, Thimann 1949; Leopold 1949; Laibach, Kribben 1950; Lang, Livermann 1954; Zeeuw, Leopold 1956). Pełny rezultat, w formie niejako dowolnego kierowania rozwojem rośliny, osiągnięto jednak właściwie wyłącznie w odniesieniu do ananasa (van Overbeek 1946). Przeciwnie, u większości gatunków stwierdzono pod wpływem zadawanych regulatorów wzrostu przedłużenie fazy wegetatywnej. Liczne zaś prace wykazały, że dodatek substancji wzrostowych powodować może w zależności od koncentracji roztworów nawet powrót do stanu wegetatywnego roślin uprzednio zaindukowanych odpowiednim fotoperiodem (Dostal i Hošek 1937; Harder, von Senden 1949; Bonner, Thurlow 1949; von Denffer, Gründler 1950; von Senden 1951).

Konsekwencją tych poglądów jest drugi kierunek w ramach teorii hormonalnej. Nie negując wpływu innych czynników takich, jak światło, temperatura, stan odżywienia itd., kierunek ten opiera się na przeświadczeniu, że nie wysoki, lecz przeciwnie, odpowiednio zbalansowany, a nawet niski poziom auksyn w roślinie jest zasadniczym warunkiem zapoczątkowania procesów prowadzących do zakwitania, że zatem nie auksy-

nom, a raczej antyauksynom oraz różnym substancjom hamującym wzrost przypisać należy rolę regulatora procesu rozwojowego. Kierunek ten rozwinięty został w hipotezie Gregoriego 1948 i Denffera 1950. Powołując się na szereg przykładów hamującego oddziaływania auksyn na procesy generatywnego rozwoju, Denffer stawia zagadnienie reprodukcji na odmiennej płaszczyźnie. Mianowicie nie należy według niego opierać badań nad rozwojem roślin na przeświadczeniu co do istnienia jakiegoś czynnika, np. florigenu, wyzwającego reprodukcję. Przeciwnie, w badaniach takich stawiać się winno raczej pytanie, co reprodukcję tę hamuje. Tego rodzaju ujęcie zagadnienia uzasadnione jest według wymienionego autora przypuszczalną obecnością już w nasieniu i zarodku hormonu, powodującego tendencję do wegetatywnego rozwoju, przy czym hormon ten ma hamować korelatywnie rozwój generatywny.

Wbrew wysoce sugestywnym myślom i przykładom podanym przez tego autora stwierdzić trzeba, że dotychczasowe badania, oparte między innymi na stosowaniu różnych związków przeciwdziałających auksynom, nie dały spodziewanych wyników. Opierając się na zjawisku obniżania się poziomu auksyn pod wpływem przedłużonej nocy, co skojarzone jest u roślin dnia krótkiego z przyspieszeniem rozwoju generatywnego, należałoby sądzić, że obniżenie tego poziomu za pomocą substancji działających hamująco na wzrost winno również przyspieszać zakwitanie tych roślin. Istotnie, traktując rośliny kwasem 2, 3, 5-trójjodobenzoesowym, 2, 4-dwuchloroanizolem lub siarczanem nikotyny udało się kilku autorom przyspieszyć samo zakwitanie roślin bądź też spowodować tworzenie się zawiązków kwiatowych (Zimmerman i Hitchcock 1947—49 — pomidory; de Waarde i Roodenburg 1948 — pomidory; Bonner i Thurlow — 1949 — *Xanthium*; Fischer i Loomis 1954 — soja). Mimo, że w większości przypadków traktowanie takie nie dało oczekiwanych rezultatów (Claes 1952 — *Hyoscyamus niger*; Galston 1947 — soja; Harder i Oppermann 1952—53 *Kalanchoë Blossfeldiana*), większość autorów podkreśla niewątpliwą rolę antyauksyn, względnie substancji im pokrewnych na procesy generatywne, które uzależnione mogą być od pewnej specyficznej równowagi między auksynami a związkami im przeciwstawnymi.

Celem przeprowadzonych badań było pogłębienie znajomości zagadnienia oraz stwierdzenie możliwości przyspieszenia rozwoju generatywnego konopi węgierskich przez traktowanie ich szeregiem regulatorów wzrostu. Zagadnienie to posiada duże znaczenie nie tylko teoretyczne, ale i praktyczne, gdyż przyspieszanie rozwoju generatywnego roślin, zwłaszcza importowanych z południa, usunęłoby szereg trudności w zakresie ich hodowli, jak i uprawy.

WYNIKI BADAŃ

Wpływ kwasu 2, 3, 5-trójjodobenzoesowego oraz kumaryny na rozwój generatywny konopi (doświadczenie 1960 r.)

Bezpośrednim celem doświadczeń przeprowadzonych w 1960 r. było zbadanie wpływu na rozwój generatywny konopi kwasu 2, 3, 5-trójjodobenzoesowego oraz kumaryny w różnych koncentracjach i terminach. Dodatkowe badania stwierdzić miały ewentualne różnice ilościowe substancji wzrostowych na trzech piętrach liści pobranych z konopi w fazie wzrostu, w której stosowano roztwory substancji.

Doświadczenie z substancjami wzrostowymi przeprowadzono w wazonach Mitscherlicha na glebie murszowatej, powstałej z torfu niskiego, pobranej z małej niecki łąkowej. Z uwagi na brak hali wegetacyjnej całe doświadczenie przeprowadzono na dworze — w ogrodzie, w związku z czym, mimo ustalenia wilgotności ziemi zasadniczo na 75% pełnej jej nasiąkliwości, nie wykluczone były pewne jej wahania. Nawożenie na wazon składało się z 0,6 g N w saletrzaku, 0,8 g K₂O w soli potasowej oraz 0,4 g P₂O₅ w superfosfacie, danych jednorazowo przed siewem nasion konopi węgierskich pochodzących z importu w roku 1960. Na każdą z badanych kombinacji przeznaczono po 6 wazonów, w których pozostawiono zasadniczo po 10 roślin. Z uwagi jednak na późniejsze pobieranie roślin do analiz, ilość ich w poszczególnych wazonach była w czasie wegetacji niejednolita i wynosiła na kombinację średnio po 50 sztuk. Wysiew nasion przeprowadzono 7 czerwca, a wschody zanotowano w dniu 10 czerwca. W dniu 25 czerwca, przy średniej wysokości roślin równej 7 cm oraz dwóch parach rozwiniętych liści, rozpoczęto w odnośnych kombinacjach doświadczalnych stosowanie nocy przedłużonej do 16 godzin. W przeddzień, tzn. 24 czerwca pod wieczór, potraktowano rośliny roztworami substancji wzrostowych. Po uprzednim rozpuszczeniu tych substancji w alkoholu, przygotowano roztwory o odpowiednich koncentracjach w emulsji $\frac{3}{4}$ wody i $\frac{1}{4}$ oleju parafinowego.

Jak wykazały poprzednio przeprowadzone obserwacje, emulsja ta nie wpływała na rozwój konopi, natomiast podnosiła czepność kropeł roztworu na liściach. Roztwory zadawano za pomocą pipety na obie pary liści w ilości 0,12 ml na roślinę. W kombinacjach, w których konopie traktowano w okresie czterech rozwiniętych par liści przy średniej wysokości roślin równej około 50 cm, zastosowano w odstępach dwudniowych trzy opryski wodne po 20 ml roztworu na wazon. Z uwagi na dużą ilość badanych kombinacji różnice rozwojowe roślin poddawano zasadniczo wycenie wizualnej, którą w okresie formowania pąków kontrolowano dodatkowo pod binokulem. Za fazę „pąka” przyjęto stan,

przy którym u płaskoni wyróżnić można było wyraźne wzgórki zawiązka kwiatowego z charakterystycznie zagiętym zawiązkiem listka otulającego, u głowaczy zaś wyraźnie wykształcone dwa ząbki zawiązka kwiatowego. Niezależnie od fazy „pąka” uwzględniano przy ocenie fazę

Wykres 1. Wpływ regulatorów wzrostu zastosowanych przy dwóch parach rozwiniętych liści.

Procentowa ilość roślin z wykształconymi pąkami w terminach; 1 — 45 dni od siewu; 2 — 55 dni od siewu; 3 — 70 dni od siewu (słupki oznaczone dwiema kropkami: — procentowa ilość roślin kwitnących w terminie 70 dni po siewie). x — istotne różnice w porównaniu do kontrolnej przy $P = 5\%$, xx — przy $P = 1\%$.

Effect of TIBA and coumarin applied at a stage of 2 pairs of unfolded leaves. Percent of plants with flower buds: 1 — 45 days after sowing; 2 — 55 days after sowing; 3 — 70 days after sowing (stars — percent of flowering plants 70 days after sowing). Differences in relation to control distinct by $P = 5\%$ (x), by $P = 1\%$ (xx).

początku formowania kwiatostanów oraz fazę pylenia względnie kwitnienia. Z uwagi na niejednorodną ilość roślin w poszczególnych wazonach liczbowe różnice w stanie rozwoju roślin opracowano statystycznie przy pomocy testu χ^2 .

Przeprowadzone doświadczenie wykazało wyraźnie opóźniający wpływ kwasu 2,3,5-trójiodobenzoowego na rozwój generatywny konopi, przy czym wpływ ten zwiększał się w miarę wzrostu koncentracji roztworu. Mniej wyraźnie wpływ ten zaznaczył się przy stosowaniu kumaryny, przy której różnice w ilości wykształconych pąków leżały w porównaniu z kombinacją kontrolną we wszystkich trzech terminach

wyceny w granicach błędu. To samo dotyczyło również obu substancji zastosowanych w późniejszym terminie rozwoju wegetatywnego konopi. I tu jednak, zwłaszcza przy wzroście kwasu 2, 3, 5-trójjodobenzoowego, widoczna była pewna tendencja do silniejszego opóźnienia rozwoju.

Pragnąc wyświecić działanie kwasu 2, 3, 5-trójjodobenzoowego w warunkach słabej indukcji fotoperiodycznej, zastosowano dwie dodatkowe kombinacje doświadczalne, w których konopie traktowano w fazie rozwiniętych dwóch par liści. W jednej z tych kombinacji rozwój zbadano przed, w drugiej zaś po czterech cyklach nocy przedłużonej do 16 godzin. Cykl ten, mimo dużej tendencji do przyspieszenia

Wykres 2. Wpływ kwasu 2,3,5-trójjodobenzoowego i kumaryny zastosowanych przy czterech parach rozwiniętych liści. Objaśnienia jak na wykresie 1.

Effect of TIBA and coumarin applied at a stage of 4 pairs of unfolded leaves. Description as in diagram 1.

rozwoju generatywnego konopi, nie był jednakże wystarczająco długi, by spowodować istotną różnicę w porównaniu do kombinacji dnia długiego. Jak widać na wykresie, również w obu tych przypadkach, mimo braku istotnych różnic, ujawniła się wyraźna tendencja opóźnienia rozwoju generatywnego.

Materiał roślinny, potrzebny do badań nad poziomem ilościowym auksyn na poszczególnych piętrach konopi, przygotowywano w szklarni w skrzyniach drewnianych. Zastosowano ten sam rodzaj ziemi, którą napelniano skrzynki i to samo nawożenie, co w doświadczeniu wazonomym. Poziom ilościowy auksyn badano zarówno w roślinach wyrosłych

w warunkach dnia długiego — 16-godzinnego, jak i 5-dniowego cyklu dnia skróconego do 8 godzin. W tym celu, począwszy od wschodów kopii, stosowano dodatkowe naświetlanie roślin jarzeniówkami, dającymi na poziomie roślin światło o sile 1800 lux, zaś w kombinacji dnia skróconego przykrywano skrzynki przez 6 dni przed sporządzaniem ekstraktu tekturowymi pudłami. Do analizy pobierano rośliny mające obie pary liści całkiem rozwinięte oraz trzecią parę zaczynającą się

Wykres 3. Wpływ kwasu 2, 3, 5-trój-jodobenzoesowego zastosowanego przed i po czterech krótkich fotoperiodach. Objasnienia jak na wykresie 1.

Effect of TIBA applied before and after 4 short days. Description as in diagram 1.

rozwijać, a więc w stanie rozwoju, przy jakim w doświadczeniu wazonomowym rośliny traktowano substancjami wzrostowymi. Po zerwaniu i szybkim zważeniu liści oddzielnie z poszczególnych pięter, zamrażano je w temperaturze -20°C , po czym ekstrahowano je eterem według metody Leopolda (1949) pozwalającej wydzielić tzw. „wolne auksyny”. Ekstrakty czyszczone według metody Boysen Jansena (1940/41). Test biologiczny przeprowadzono zasadniczo w trzykrotnym powtórzeniu, mianowicie dwukrotnie przy pomocy metody Leopolda na odcinkach korzonków grochu oraz jednokrotnie przy pomocy metody Nitscha (1956). Stosując metodę Leopolda posługiwano się nasionami

grochu odmiany „Cesar” ze Stacji Hodowlanej w Sobiejuchach. Test wymienioną metodą przeprowadzano na ekstrakcie sporządzanym oddzielnie z 8 g świeżej masy liści drugiego i trzeciego piętra, przy czym określano zarówno substancje czynne typu auksyn, jak i tzw. substancje hamujące, przez stwierdzenie wzrostu wydłużania się odcinków korzonków po uprzednim dodaniu do ekstraktu kwasu β -indolylooctowego w koncentracji mol. 10^{-6} . Przy metodzie Nitscha posługiwano się odmianą owsa „Udycz Żółty”. Koleoptyle owsa hodowano na piasku w doniczkach umieszczonych w ciemni w temperaturze 25°C . Test przeprowadzano na ekstrakcie sporządzanym z 14 g świeżej masy liści, oddzielnie ze wszystkich trzech pięter. 5 ml roztworu buforu z ekstraktem i z 28 odcinkami koleoptyle owsa wstrząsano przez 20 godzin w elektrycznej wstrząsarce. Pomiar odcinków przy obu metodach przeprowadzano pod lupą o pięciokrotnym powiększeniu.

Wyniki otrzymane przy stosowaniu obu metod wykazały daleko posuniętą zbieżność. Ma to tym większe znaczenie, że czasokres między terminami wykonywania poszczególnych testów wynosił kilka tygodni. Należy tu równocześnie zaznaczyć, że zbieżność ta wystąpiła przy zastosowaniu metod silnie się różniących, co do których w literaturze (Leopold, Thimann 1949) wyrażany jest pogląd, że nie zawsze pozwalają sprawdzić obecność identycznych substancji wzrostowych.

Jak widać z tabeli 1, w warunkach długiego dnia obydwa testy stwierdziły w porównaniu do liści pozostałych pięter istotną wyższą zawartość substancji wzrostowych w liściach drugiego piętra. Wpływ pięciu krótkich fotoperiodów zaznaczył się zaś obniżeniem ilości tych substancji. Zwrócić tu należy równocześnie uwagę na to, że różnice te ujawniły się przy równym dla wszystkich pięter ciężarze świeżej masy liści wziętych do analizy. W rzeczywistości jednak wagowy stosunek liści z poszczególnych pięter wykazał dość znaczne różnice na korzyść ciężaru liści drugiego piętra. Oczywiście uwydatnia to tym bardziej różnice ilościowego poziomu substancji wzrostowych na korzyść tego piętra w warunkach dnia długiego, zwłaszcza jeżeli poziom ten odniesie się do pojedynczej rośliny.

Na uwagę zasługuje wysoka ilość substancji hamujących, charakterystyczna w warunkach dnia długiego dla liści drugiego piętra, i przeciwnie, bardzo silne obniżenie tej ilości pod wpływem dnia skróconego. Należy tu podkreślić, że wyniki te otrzymano przy nierozdzieleniu ekstraktu eterowego z liści na frakcję kwaśną i neutralną. Natomiast duża ilość testów, przeprowadzonych na liściach razem ze wszystkich trzech pięter metodą Skooga, a więc wprowadzie przy zastosowaniu odmiennych metod, wykazała we frakcji neutralnej w warunkach dnia długiego zupełny brak związków hamujących, a przeciwnie, w warunkach przedłużonej nocy ich obecność. Świadczy to o odmiennym charakterze

TABELA 1 - TABLE 1

Wpływ substancji wzrastowych i hamujących w liściach trzech pierwszych piętér, mierzony przyrostem odcinków korzonków grochu i odcinków koleoptyle owsa

Results of pea root test and *Avena* straight-growth test on leaves of first three nodes

Kombinacje - Combination	Śr. wydłużenie odcinków Elongation of sections		% przyrostu w stosunku do długości początkowej: % of growth in relation to initial length:		Przyrost odcinków grochu przy dodatku heterosuksynu mol.10-6 Elongation of pea root sections by adding IAA 10-6 M mm	% przyrostu w stosunku do długości przy dodatku heterosuksynu mol.10-6 % of growth in relation to length by adding IAA 10-6 M.
	grochu* pea root mm 1.	owsa avena coleoptile mm 2.	korzonków grochu pea root	koleoptyle owsa avena coleoptile sections		
dfp.I.piętro liści long day-leaves of I-st node	-	2,8	-	70,2	-	-
dfp.II.piętro liści long day-leaves of II-nd node	1,6	3,4	16,0	85,0	+ 0,7	+ 35,0
dfp.III.piętro liści long day-leaves of III-rd node	2,5	3,1	25,0	78,7	+ 0,1	+ 5,0
5 kfp.I.piętro liści 5 short days leaves of I-st node	-	3,1	-	77,2	-	-
5 kfp.II.piętro liści 5 short days leaves of II-nd node	2,8	2,9	28,0	72,5	- 0,4	- 20,0
5 kfp.III.piętro liści 5 short days leaves of III-rd node	2,7	2,8	27,0	70,7	+ 0,4	+ 20,0

2 sd dla testu 1 - for test 1. - 0,7 mm (P-1%)

2 sd dla testu 2 - for test 2. - 0,3 mm (P-1%)

2 sd dla testu 3 przy przroście - 2 mm dla heterosuksynu - for test 3 by elongation under IAA = 2 mm - 0,6 mm (P-5%)

* W teście opartym na przyroście korzonków grochu wzrost wartości odczytów oznacza obniżenie ilości auxyn.
The increase of values in pea root test determines a decrease of auxins.

wykazanych związków hamujących. Podczas gdy związki hamujące występujące pod wpływem przedłużonej nocy znajdują się we frakcji neutralnej ekstraktu, związki te przy dniu długim charakteryzować musią frakcję kwaśną.

Wpływ zmiennej liczby krótkich fotoperiodów na naturalny poziom substancji wzrostowych

Negatywne wyniki, jakie otrzymano przy stosowaniu substancji wzrostowych w doświadczeniu wazonowym, nasunęły podejrzenie, że spowodowane one mogły być zbyt wysoką koncentracją tych substancji w roztworach. Dla umożliwienia doboru właściwej koncentracji w nowym doświadczeniu, poddano więc badaniom zmiany naturalnego układu substancji wzrostowych w roślinach pod wpływem wzrastającej liczby nocy przedłużonych.

Podobnie jak w opisanych już doświadczeniach, konopie przeznaczone do ekstrakcji uprawiono w skrzyniach w szklarni, w warunkach dnia 16-godzinnego oraz wzrastającej liczby nocy przedłużonych do 16 godzin. Do ekstrakcji brano liście łącznie ze wszystkich trzech pięter, zachowując przy tym naturalny ich wagowy stosunek na poszczególnych piętrach. Ekstrakt eterowy sporządzano według metody uprzednio opisanej z tą jednak różnicą, że rozdzielano go na frakcję neutralną i kwaśną, z których testowaniu poddawano jedynie frakcję kwaśną. Same badania przeprowadzono w czterech powtórzeniach, mianowicie w dwóch powtórzeniach przy pomocy metody Skooga (1937) na 28 g świeżej masy liści oraz w dwóch powtórzeniach przy pomocy opisanego już testu Leopolda na odcinkach korzonków grochu, na 8 gramach świeżej masy liści. Przy metodzie Skooga, polegającej na pomiarze stopnia wygięcia koleoptyle owsa pozbawionego uprzednio ziarniaka, posługiwano się superelitą odmiany „Udycz Żółty”. Koleoptyle hodowano w termostacie w temperaturze 25°C na płytkach ze szkła, owiniętych dwukrotnie bibułą filtracyjną i umieszczonych pionowo w szalkach Petriego z nawilżoną bibułą. Po wyrośnięciu kielków do wysokości 1 cm, segregowano materiał, oddzielano ziarniak, a samo koleoptyle z korzonkami umocowywano za pomocą waty w sporządzonych do tego celu szklanych agregatach znajdujących się nad szklanymi wanienkami z wodą. Kostki 3% agaru z ekstraktem, rozcieńczone do 1,5% buforem Sörrensa i roztworem CaCl_2 , nanoszono na dekapitowane koleoptyle o wysokości 2,5 do 3 cm, po czym wstawiano agregaty na 2 godziny do obrotowej komory o temperaturze 25°C i wilgotności względnej 95% (Avery, Creighton, Hock 1939). Pomiar stopnia wygięcia koleoptyle przeprowadzano za pomocą kątomierza sporządzonego według Södinga

(1952). Należy zaznaczyć, że wszystkie czynności związane z przeprowadzaniem testu wykonywano począwszy od moczenia ziarna owsa w ciemności względnie przy świetle czerwonym.

Podobnie jak w poprzednich doświadczeniach, wyniki badań przeprowadzonych przy pomocy obu metod testowania wykazały dużą zgodność. Jest ona też sprawdzianem tych wyników nawet w przypadkach, w których analiza statystyczna różnic tych nie uwypukliła. Z uwagi na dużą liczbę kombinacji nie było możliwe zbadanie ich w jednym teście. Z tego też powodu przedstawione krzywe (wykres 4) nakreślone zostały na podstawie wyników trzech oddzielnych testów, obejmujących prócz kombinacji dnia długiego jako kontrolnej, dwie do trzech kombinacji przedłużonych

Wykres 4. Poziom ilościowy „wolnych auksyn” pod wpływem różnej ilości krótkich fotoperiodów obliczony w stosunku do poziomu przy dniu 16-godzinnym.

a — poziom ilościowy stwierdzony przy pomocy testu wg Skooga; b — przy pomocy metody wg Leopolda

Effect of different number of short days on the quantitative level of „free auxins” expressed in relation to the level by 16—hours long day.

a — quantitative level in test with „seed removed” after Skoog; b — quantitative level in pea root test after Leopold.

nocy. Okresowe wahania, jakie występują w ogólnym poziomie substancji wzrostowych, sprawiły, że przedstawienie wyników w liczbach bezwzględnych byłoby niecelowe, niemniej należy zaznaczyć, że zróżnicowanie między kombinacją dnia długiego a kombinacją pięciu przedłużonych

nocy, obliczone na liczbach faktycznych, było istotne przy metodzie Skooga na poziomie $P = 1,3\%$, zaś przy metodzie Leopolda na poziomie $P = 0,12\%$.

W celu sprawdzenia, w jakiej mierze przedstawiony układ zawartości auksyn zbiega się z faktycznym przebiegiem początku rozwoju generatywnego, a ściślej biorąc, w którym miejscu krzywej układu następuje właściwa indukcja tego rozwoju, badano pod binokulem rozcięte pączki wierzchołkowe roślin poddanych w warunkach szklarni pięciu cyklom przedłużonych nocy.

TABELA 2 - TABLE 2

Wagowy stosunek liści trzech pięter w teście wzrostowym
koleoptyle owsa
Weight proportion of leaves from three nodes in *Avena*
straight growth test

Piętro - Node	Dzień długi Long day %	Dzień krótki Short day %
I	35,0	40,7
II	44,7	43,0
III	20,3	16,3

Stwierdzono przy tym, że pierwsze oznaki zróżnicowania się pączków kwiatowych w kształcie pięciu wyraźnych wzgórków zawiązka kwiatowego ujawniały się już siódmego dnia po rozpoczęciu traktowania przedłużoną nocą. Faza ta skojarzona była z wizualnie łatwo dającym się zaobserwować pewnym pogrubieniem pączka. Zbiegała się ona w czasie z wznoszeniem się krzywej zawartości auksyn po jej największym obniżeniu piątego dnia po rozpoczęciu traktowania przedłużoną nocą. Ze względu na to, że fakt ten nie wyjaśnia dostatecznie terminu, w którym następowała właściwa indukcja rozwoju generatywnego, badano dodatkowo, czy trzydniowy cykl dnia skróconego jest wystarczająco długi na to, by przyspieszyć rozwój. Okazało się, że i w tym przypadku zmiany morfologiczne, identyczne z uprzednio stwierdzonymi, ujawniały się już ósmego dnia po rozpoczęciu traktowania przedłużoną nocą. Zmiany te były jednak mniej jaskrawe, co wyraziło się również w ilości pąków 10 dnia po rozpoczęciu skracania dnia. Mianowicie, podczas gdy w przypadku pięciu cykli przedłużonej nocy ilość wyraźnie wykształconych pąków wynosiła $82,1\%$, w przypadku trzech cykli ilość ta spadła do $46,7\%$, przy czym pąki te w rozwoju swym były mniej zaawansowa-

ne. Należy zaznaczyć, że w obu przypadkach konopie znajdowały się zarówno przed, jak i po zakończeniu skracania dnia w dniu długim 16-godzinnym.

Pragnąc w następnym doświadczeniu wazonowym spowodować obniżenie ilości auksyn do poziomu, jaki stwierdzono po zadziałaniu dniem skróconym, analizowano w dalszym ciągu badań stopień, w jakim określone koncentracje substancji działających antagonistycznie w stosunku do substancji wzrostowych obniżają ten poziom. Analizę przeprowadzono przy pomocy testu wzrostowego owsa według metody Nitscha (1956). Konopie wyhodowano w szklarni w warunkach identycznych z uprzednio przedstawionymi i potraktowano je odpowiednimi koncentracjami wymienionych substancji, przy trzech parach w pełni rozwiniętych liści. Roztwory wodne z dodatkiem szarego mydła zadawano pipetą po 2 krople na rozwinięty liść, co równa się 0,2 ml na roślinę. W celu sporządzenia eterowego ekstraktu z tak potraktowanych liści, pobierano po upływie dwóch dni 10 g świeżej ich masy.

TABELA 3 - TABLE 3

Wpływ substancji wzrostowych na poziom ilościowy auksyn wyrażony przyrostem odcinków koleoptyle owsa (met.Nitscha)

Effect of growth inhibiting substances on the level of plant growth substances expressed by growth of *Avena* coleoptyle sections (meth.Nitsche's)

Regulatory wzrostu Growth inhibiting substances	Przyrost odcinków owsa Growth of coleoptyle sections mm	Obniżenie przyrostu w stosunku do kontrolnej Decrease of growth in relation to control %
Kontrolna Control	2,9	-
Kwas 2,3,5-trójjobenzoesowy TIBA 20 mg/l	1,9	33,8
2,4-dwuchloroanizol DCA 20 mg/l	2,0	30,3
Kumaryna Coumarin 15 mg/l	2,0	30,3
Sierpczan nikotyny Nicot.sulph. salt 2 g/l	2,7	6,5
2 sd przy P=1% = 0,58 mm		

Okazało się, że już jednorazowe potraktowanie roślin roztworami o koncentracji 15—20 mg/l obniżyło poziom ilościowy auksyn mniej więcej do stanu stwierdzonego po działaniu pięciu cykli dnia skróconego do 8 godzin.

Wpływ niskich koncentracji związków hamujących na rozwój generatywny konopi

(Doświadczenie 1961 r.)

Wpływ odpowiednio obniżonych koncentracji substancji działających antagonistycznie w stosunku do auksyn zbadano w doświadczeniu wazowym prowadzonym w roku 1961.

Doświadczenie to rozszerzono o szereg dodatkowych kombinacji. Mianowicie uzupełniono ilość badanych substancji 2,4-dwuchloroanizolem, działającym, według danych literatury Bonner, Thurlow (1949) podobnie do kwasu 2,3,5-trójjodobenzoowego oraz siarczanem nikotyny, który w doświadczeniu Fischera Loomisa (1950) przyspieszył rozwój generatywny soi.

Niezależnie od traktowania liści konopi roztworami kwasu 2,3,5-trójjodobenzoowego oraz kumaryny, obydwie te związki dano w oddzielnych kombinacjach, w formie roztworu wodnego do ziemi, bezpośrednio przed siewem konopi. W oddzielnych dwóch kombinacjach potraktowano liście konopi trzykrotnie w odstępach dwudniowych tymi związkami, zaś w celu zbadania ewentualnego uczulającego działania trwałej ciemności zastosowano dodatkowo kumarynę oraz kwas α -naftylooctowy, po trwałym zaciemnieniu roślin w ciągu trzech dni. Pragnąc wreszcie w pewnej mierze upodobnić sukcesywny układ substancji wzrostowych w roślinie do poziomu spowodowanego działaniem przedłużonej nocy, potraktowano jednorazowo liście konopi kwasem α -naftylooctowym w koncentracji 0,1 mg/l cztery dni przed zastosowaniem kwasu 2,3,5-trójjodobenzoowego. Podobnie do doświadczenia przeprowadzonego w roku 1960 zastosowano na koniec wszystkie badane substancje, po uprzednim zadziałaniu trzema cyklami dnia skróconego, co winno było jaskrawiej uwypuklić ich działanie stymulujące rozwój.

Metodyka przeprowadzenia doświadczenia była zasadniczo taka sama, jak w roku poprzednim. Z uwagi jednak na dużą ilość kombinacji zastosowanych w pięciokrotnym powtórzeniu, całe doświadczenie podzielono na dwie części i założono w dwóch terminach (tabela 4).

W chwili traktowania roślin substancjami wzrostowymi wysokość ich wynosiła około 40 cm. Posiadały one w tym terminie trzy pary liści w pełni rozwiniętych, w związku z czym pojedyncze rośliny otrzymały po 0,2 ml odpowiedniego roztworu wodnego z dodatkiem szarego mydła.

Posługując się tą samą metodą oceny działania badanej substancji co w roku poprzednim, nie zdołano stwierdzić w żadnym przypadku jakiegokolwiek ich działania stymulującego przejście konopi do stanu generatywnego. Pod wpływem kwasu 2,3,5-trójjodobenzoowego ustalono natomiast nawet w dwóch przypadkach istotne opóźnienie rozwoju,

Wykres 5. Wpływ substancji zastosowanych na liście oraz pod korzeń (Z) w pierwszym terminie siewu przy trzech parach rozwiniętych liści. Objasnienia jak na wykresie 1.

Effect of growth substances applied at a stage of three pairs of unfolded leaves in trial of first sowing date (Z — applied to soil). Description as in diagram 1.

które się zaznaczyło wyjątkowo silnie przy 50 ml roztworu danego w koncentracji 20 mg/l pod korzeń. Stwierdzono również w odniesieniu do terminu kwitnienia płaskoni i główczy istotne jego opóźnienie w porównaniu do kombinacji kontrolnej. Na wykresie 6, przedstawiającym wyniki dotyczące drugiego terminu siewu, powtórzono dla porównania dane kombinacji kontrolnej z pierwszego terminu siewu oraz roku 1960. Stwierdzono bowiem ogólnie bardzo silne (różnica istotna przy $P = 1\%$) przyspieszenie rozwoju konopi w 1961 r. w porównaniu do 1960, ponadto zaś rozwoju konopi z drugiego terminu siewu 1961 r. w porównaniu do pierwszego. Charakterystyczne jest, że przyspieszenie rozwoju konopi w 1961 r. uwydatniło się we wszystkich terminach oceny. Między zaś pierwszym a drugim terminem siewu roku 1961 dotyczyło ono głównie drugiego terminu oceny przeprowadzonej 55 dnia od daty siewu. Dowodzi to, że — w odróżnieniu od wyników 1960 r. — przyspieszenie rozwoju konopi w drugim terminie siewu w stosunku do pierwszego zaznaczyło się głównie w odniesieniu do morfologicznego rozwoju organów generatywnych.

TABELA 4 - TABLE 4

Termin siewu i traktowania roślin w wazonach w roku 1961

Date of sowing and treating plants

Część doświadczenia Part of experiment	Termin siewu Date of sowing	Termin wschodów Date of rising	Termin zaciemnienia Date of shading	Termin stosowania regulatorów wzrostu Date of applying plant regulators
I	5.V	13.V	-	8.VI
II	12.V	20.V	9-11.VI	12.VI

Nie udało się jednakże ustalić istotnych różnic w rozwoju konopi pod wpływem kwasu 2,3,5-trójjodobenzoesowego zastosowanego po kwasie α -naftylooctowym, jak również pod wpływem trzykrotnej dawki kwasu 2, 3, 5-trójjodobenzoesowego względnie kumaryny, wreszcie pod wpływem kwasu α -naftylooctowego względnie kumaryny, zastosowanych po trzech dobach trwałego zaciemnienia roślin.

Hamujący wpływ zastosowanych regulatorów wzrostu uwidocznił się jaskrawiej niż to zostało dotychczas przedstawione po zastosowaniu indukcji fotoperiodycznej trwającej trzy dni. Indukcja taka spowodowała wyraźne przyspieszenie rozwoju generatywnego w porównaniu do kombinacji kontrolnej (różnica istotna przy $P = 1\%$), tak że przeprowadzenie pierwszej oceny należało nawet przesunąć na termin o 10 dni

Wykres 6. Wpływ substancji wzrostowych zastosowanych w drugim terminie siewu przy trzech parach rozwiniętych liści

T — kwas 2, 3, 5-trójjodobenzoesowy; K — kumaryna; N — kwas α -naftylooctowy. Objasnienia jak na wykresie 1.

Effect of growth substances applied at a stage of three pairs of unfolded leaves in trial of second sowing date.

T — TIBA; K — coumarin; N — NAA. Description as in diagram 1.

wcześniejszy. Jak to widać na wykresie 7, z wyjątkiem 2,4-dwuchloro-anizolu oraz zastosowanego dodatkowo w dwóch koncentracjach kwasu α -naftylooctowego, wszystkie pozostałe substancje wpłynęły na istotne zahamowanie rozwoju bądź jedynie w pierwszym, bądź też w pierwszym i drugim terminie oceny.

Wpływ substancji wzrostowych na tempo wzrostu konopi oraz niektóre ich cechy morfologiczne i anatomiczne

Opierając się na znanej tezie na temat pewnej przeciwstawności rozwoju i wzrostu, materiał roślinny wyprodukowany w doświadczeniach wazonowych poddano pomiarom, które miały wykazać różnice spowodowane przez zastosowane substancje w tempie przyrostu dziennego roślin, ich ostatecznej wysokości, ilości okółków liści, wreszcie wielkości komórek szparkowych, będących pośrednim wskaźnikiem względnej wielkości komórek roślinnych. Na załączonych dwóch wykresach (8 i 9), przedsta-

Wykres 7. Wpływ substancji wzrostowych zastosowanych w drugim terminie siewu po trzech krótkich foteriodach.

T — kwas 2, 3, 5-trójiodobenzoesowy; K — kumaryna; D — 2, 4-dwuchloroanizol; S — siarczan nikotyny; N — kwas α-naftylooctowy. Opisy jak na wykresie 1.

Effect of growth substances applied at the second date of sowing after three short days.

T — TIBA; K — coumarin; D — DCA; S — nicot. sulph. salt; N — NAA. Description as in diagram 1.

Wykres 8. Sześciodniowe przyrosty długości płaskoni pod wpływem kwasu 2,3,5-trójjodobenzoowego w roku 1960.

Six-days growth rate of staminate plants influenced by TIBA.

a — długi dzień (long day); b — 20 krótkich fotoperiodów (20 short days); c — kw. 2, 3, 5-trójjodobenzoowy (TIBA—200 mg/l); d — kw. 2, 3, 5-trójjodobenzoowy (TIBA 100 mg/l); e — kw. 2, 3, 5-trójjodobenzoowy (TIBA 200 mg/l) przy późnym oprysku (late spraying); f — kw. 2, 3, 5-trójjodobenzoowy przy późnym oprysku (TIBA 100 mg/l late spraying).

wiających sześciodniowe średnie przyrosty długości płaskoni, uwzględniono dla jasności obrazu prócz roślin kontrolnych wyłącznie zmiany spowodowane przez kwas 2,3,5-trójjodobenzoowy, zastosowany w różnych koncentracjach. Porównując oba wykresy, stwierdzić trzeba przede wszystkim ogólnie krótszy o około dwa tygodnie okres wzrostu konopi w roku 1961 niż w roku 1960. Przyrosty dzienne długości roślin były

Wykres 9. Sześciodniowe przyrosty długości płaskoni pod wpływem kw. 2, 3, 5-trój-jodobenzoesowego i trzech cykli przedłużonych nocy.

Six days growth rate of staminate plants influenced by TIBA and three cycles of short days

a — dzień długi I terminu siewu (long day at first date of sowing); b — dzień długi II terminu siewu (long day at second date of sowing); c — 15 krótkich fotoperiodów (15 short days); d — 3 krótkie fotoperiody (3 short days); e — kw. 2, 3, 5-trójjodobenzoesowy (TIBA 20 mg/l); f — kw. 2, 3, 5-trójjodobenzoesowy 20 mg/l po 3 krótkich fotoperiodach (TIBA 20 mg/l after 3 short days).

w związku z tym dużo większe w roku drugim niż pierwszym, zwłaszcza że jak to wykazano uprzednio, średnia ostateczna długość roślin kształtowała się w obu latach na mniej więcej tym samym poziomie.

Przy porównaniu wykresu z datami przedstawionymi w tabeli 5 zauważyć można niewspółmiernie wysokie przyrostyienne długości

roślin pod wpływem krótkich fotoperiodów i to począwszy od pierwszych dni wykształcania kwiatostanów. Po pewnym okresie obniżania się przyrostów dziennych w trakcie ukazywania się pąków, zaobserwować się daje zarówno przy długim dniu, jak i w kombinacjach traktowanych kwasem 2, 3, 5-trójjodobenzoowym gwałtowne zwiększenie przyrostów dziennych długości w czasie wykształcania kwiatostanów. Zwiększenie to jest jednak daleko słabsze niż pod wpływem dnia skróconego. Charakterystyczne jest równocześnie, że krzywa przyrostów przy dniu krótkim jest wyraźnie jednoszczytowa w przeciwieństwie zarówno do krzywej przyrostów przy dniu długim, jak i przy traktowaniu kwasem 2, 3, 5-trójjodobenzoowym, gdzie odnośne krzywe mają dwa szczyty.

T A B E L A 5 - T A B L E 5
Niektóre daty fenologiczne piaskoni w roku 1960
Some fenological dates of staminate plants in 1960

11.VI	wschody - risings
24.VI	wczesne traktowanie roślin kw. 2,3,5-trójjodobenzoowym - early application of TIBA
25.VI	początek 20 krótkich fotoperiodów - beginning of 20 short days
7.VII	ukazywanie się pąków pod wpływem dnia skróconego - appearing of buds under short day conditions
14.VII	wykształcanie się kwiatostanów przy dniu skróconym - development of inflorescences under short day conditions
14.VII	późne traktowanie roślin kw. 2,3,5-trójjodobenzoowym - late spraying of TIBA
26.VII	pełnia pylenia przy dniu skróconym - full of dusting under short day conditions
26.VII	początek ukazywania się pąków przy dniu długim - beginning of budding under long day conditions
30.VII	początek wykształcania się kwiatostanów przy dniu długim - beginning of development of inflorescences under long day conditions
20.VIII	pełnia pylenia przy dniu długim - full of dusting under long day conditions

Badania przyrostów dziennych długości roślin traktowanych kwasem 2, 3, 5-trójjodobenzoowym wykazały, że kształtowały się one podobnie do przyrostów roślin nie traktowanych, a znajdujących się w dniu długim. Jedynie w okresie mniej więcej trzytygodniowym, następującym bezpośrednio po zastosowaniu kwasu, przyrosty te, podobnie zresztą jak przy dniu skróconym, były wyraźnie obniżone. Biorąc też pod uwagę pewną nierównomierność rozwoju roślin w wazonach, stwierdzić można dużą zgodność przebiegu odnośnych krzywych wzrostu z danymi tabeli 2, dotyczącymi rozwoju generatywnego roślin. Wszędzie zaobserwować

można wyraźne przyhamowanie tempa wzrostu w okresie pojawiania się pąków, po czym okres wykształcania się kwiatostanów skojarzony był z największymi przyrostami dziennymi, które w okresie pylenia gwałtownie się znowu zmniejszały, wreszcie całkiem zanikały.

Poza omówionymi już uprzednio różnicami między tempem wzrostu roślin w obu latach, wzajemny stosunek poszczególnych krzywych przyrostu dziennego był w roku 1961 zasadniczo podobny do roku 1960, mimo, że zastosowana koncentracja kwasu 2, 3, 5-trójjodobenzoesowego była bardzo niska. Zwrócić tu należy uwagę na to, że jednoszczytowa krzywa wystąpiła tu również pod wpływem 15 krótkich fotoperiodów, natomiast przy trzech krótkich fotoperiodach zarysowała się już dwuszczytowa krzywa przyrostu. Zasługuje to na podkreślenie z tego względu, że nasuwająca się uprzednio sugestia co do ścisłego skojarzenia jednoszczytowej krzywej z przyspieszeniem rozwoju generatywnego nie znalazła potwierdzenia, jeśli wziąć pod uwagę, że w warunkach wiosny 1961 roku już trzy cykle krótkich fotoperiodów wystarczyły, by spowodować udowodnione statystycznie przyspieszenie rozwoju.

Jak już uprzednio zaznaczono, mimo odmiennego tempa wzrostu w obu latach, ostateczna długość konopi przy dniu długim kształtowała się na mniej więcej równym poziomie. Zaznaczyły się natomiast istotne różnice pod wpływem badanych substancji wzrostowych. Analizując załączone trzy wykresy 10, 11, 12 stwierdzić trzeba przede wszystkim, że zastosowane substancje wzrostowe nie obniżyły ostatecznej wysokości konopi do poziomu spowodowanego stosowaniem dnia krótkiego, wpływającego na przyspieszenie rozwoju generatywnego. Wyjątek stanowią jedynie trzy kombinacje zastosowane w drugim terminie siewu w roku 1961, a mianowicie trzykrotnie stosowana kumaryna w koncentracji 10 mg/l, trzykrotnie stosowany kwas 2, 3, 5-trójjodobenzoesowy w koncentracji 10 mg/l oraz tenże kwas, zastosowany trzeciego dnia po potraktowaniu konopi kwasem α -naftylooctowym. W wymienionych przypadkach nastąpiło obniżenie długości wyłącznie głowaczy do poziomu stwierdzonego przy zastosowaniu trzech krótkich fotoperiodów. Należy jednak zaznaczyć, że tak mała ilość cykli dnia krótkiego nie spowodowała już istotnych różnic wysokości płaskoni w porównaniu do wysokości przy dniu długim, mimo statystycznie udowodnionego przyspieszenia rozwoju generatywnego.

Poza wymienionymi przypadkami na istotne obniżenie wysokości konopi wpłynął właściwie wyłącznie kwas 2, 3, 5-trójjodobenzoesowy, przy czym stopień tego obniżenia był proporcjonalny do użytej koncentracji, schodząc do zera przy koncentracji 10 mg/l. Bardzo silny wpływ obniżający wysokość zaznaczył się natomiast przy zastosowaniu tegoż

1960 r.

Wykres 10. Ogólna wysokość roślin — Height of plants — 1960 rok.

1 — dzień długi (long day); 2 — 20 krótkich fotoperiodów (20 short days); 3 — 2, 3, 5-trójjodobenzoesowy 25 mg/l (TIBA 25 mg/l); 4 — kw. 2, 3, 5-trójjodobenzoesowy 100 mg/l (TIBA 100 mg/l); 5 — kw. 2, 3, 5-trójjodobenzoesowy 200 mg/l (TIBA 200 mg/l); 6 — kw. 2, 3, 5-trójjodobenzoesowy 300 mg/l (TIBA 300 mg/l); 7 — kumaryna 20 mg/l (coumarin 20 mg/l); 8 — kumaryna 100 mg/l (coumarin 100 mg/l); 9 — kw. 2, 3, 5-trójjodobenzoesowy późny oprysk 25 mg/l (TIBA 25 mg/l late spraying); 10 — kw. 2, 3, 5-trójjodobenzoesowy późny oprysk 100 mg/l (TIBA late spraying 100 mg/l); 11 — kw. 2, 3, 5-trójjodobenzoesowy późny oprysk 200 mg/l (TIBA late spraying 200 mg/l); 12 — kw. 2, 3, 5-trójjodobenzoesowy późny oprysk 300 mg/l (TIBA late spraying 300 mg/l); 13 — kumaryna późny oprysk 20 mg/l (coumarin late spraying 20 mg/l); 14 — kumaryna późny oprysk 100 mg/l (coumarin late spraying 100 mg/l); 15 — 4 krótkie fotoperiody (4 short days); 16 — kwas 2, 3, 5-trójjodobenzoesowy 100 mg/l przed czterema krótkimi fotoperiodami (TIBA 100 mg/l applied before 4 short days); 17 — kw. 2, 3, 5-trójjodobenzoesowy 100 mg/l po czterech krótkich fotoperiodach (TIBA 100 mg/l applied after 4 short days).

kwasy pod korzeń, gdzie nawet koncentracja 1 mg/l spowodowała istotną różnicę w stosunku do kontrolnej.

Charakterystyczny jest wreszcie wpływ stymulujący wzrost konopi, jaki stwierdzono w roku 1960 przy opóźnionym stosowaniu kwasu, 2, 3, 5-trójjodobenzoesowego, a nawet i kumaryny. Wzrost wysokości konopi wynosił tu około 11—13%. Należy zaznaczyć, że kumaryna znana

Wykres 11. Ogólna wysokość roślin w doświadczeniu 1961 roku przy pierwszym terminie siewu

Height of plants in trial of 1961 at the first date of sowing.

1 — dzień długi (long day); 2 — 15 krótkich fotoperiodów (15 short days); 3 — kw. 2, 3, 5-trójjodobenzoowy 20 mg/l (TIBA 20 mg/l); 4 — kw. 2, 3, 5-trójjodobenzoowy 10 mg/l; (TIBA 10 mg/l); 5 — kumaryna 20 mg/l (coumarin 20 mg/l); 6 — kumaryna 10 mg/l; (coumarin 10 mg/l); 7 — 2, 4-dwuchloroanizol 20 mg/l (DCA 20 mg/l); 8 — 2, 4-dwuchloroanizol 10 mg/l (10 mg/l); 9 — siarczan nikotyny 2 g/l (Nicot. Sulph. Salt 2 g/l); 10 — kw. 2, 3, 5-trójjodobenzoowy 1 mg/l dany pod korzeń (TIBA 1 mg/l applied to soil); 11 — kw. 2, 3, 5-trójjodobenzoowy 20 mg/l dany pod korzeń (TIBA 20 mg/l applied to soil); 12 — kumaryna 20 mg/l dana pod korzeń (coumarin 20 mg/l applied to soil).

jest od dawna jako występujący w naturze inhibitor kiełkowania i wzrostu korzeni. Stymulujący charakter kumaryny stwierdzony w odniesieniu do łodyg konopi jest tu zgodny z wynikami doświadczeń laboratoryjnych Neumanna (1959), przeprowadzonych na hypokotylach słonecznika. Jednakże fakt, że związek ten zastosowany w początkowym okresie wzrostu zachowuje się w stosunku do niego neutralnie, zaś w fazie późniejszej działa stymulująco, wskazuje na pewne zmiany ilościowe bądź jakościowe auksyn w roślinach. Zmiany te, jak widać, prowadzą do pewnego synergistycznego z auksynami działania kumaryny.

Zróznicowane traktowanie konopi wpłynęło niezależnie od ich ostatecznej wysokości na ilość okółków liści przeliczoną na 100 cm długości

1961 r.

Wykres 12. Ogólna wysokość roślin w doświadczeniu 1961 roku przy drugim terminie siewu.

Height of plants in trial of 1961 at the second date of sowing.

1 — dzień długi (long day); 2 — 3 × kw. 2, 3, 5-trójjodobenzoowy 10 mg/l (3 × TIBA 10 mg/l); 3 — 3 × kumaryna 10 mg/l (3 × coumarin 10 mg/l); 4 — kw. 2, 3, 5-trójjodobenzoowy 10 mg/l zastosowany po kw. α-naftylooctowym 0,1 mg/l (TIBA 10 mg/l applied 3 days after NAA 0,1 mg/l); 5 — kw. α-naftylooctowy 0,5 mg/l zastosowany po 3 dniach ciemności (NAA 0,5 applied after 3 days of darkness); 6 — kumaryna 10 mg/l zastosowana po 3 dniach ciemności (coumarin 10 mg/l applied after 3 days of darkness); 7 — 3 krótkie fotoperiody (3 short days); 8 — kw. 2, 3, 5-trójjodobenzoowy 20 mg/l po 3 krótkich fotoperiodach (TIBA 20 mg/l applied after 3 short days); 9 — kw. 2, 3, 5-trójjodobenzoowy 10 mg/l po 3 krótkich fotoperiodach (TIBA 10 mg/l applied after 3 short days); 10 — kumaryna 20 mg/l po 3 krótkich fotoperiodach (coumarin 20 mg/l applied after 3 short days); 11 — kumaryna 10 mg/l po 3 krótkich fotoperiodach (coumarin 10 mg/l applied after 3 short days); 12 — 2,4-dwuchloro-anizol 20 mg/l po 3 krótkich fotoperiodach (DCA 20 mg/l applied after 3 short days); 13 — siarczan nikotyny 2 g/l po 3 krótkich fotoperiodach (Nicot. Sulph. Salt 2 g/l applied after 3 short days); 14 — kw. α-naftylooctowy 0,1 mg/l po 3 krótkich fotoperiodach (NAA 0,1 mg/l applied after 3 short days); 15 — kw. α-naftylooctowy 0,5 mg/l po 3 krótkich fotoperiodach (NAA 0,5 mg/l applied after 3 short days).

łodygi. Wykazano to na wykresach 10, 11 i 12, na których stwierdzić można istotny wzrost ilości okółków liści, a więc skrócenie międzywęzła pod wpływem dnia krótkiego oraz wczesnego traktowania kwasem 2, 3, 5-trójjodobenzoowym. Trzeba tu zwrócić uwagę na to, że późne potraktowa-

nie roślin zarówno kumaryną, jak i kwasem 2, 3, 5-trójjodobenzoesowym nie tylko że nie zwiększyło ilości okółków, lecz przeciwnie, wydatnie ją obniżyło i to bez względu na zastosowaną koncentrację tych substancji. Pragnąc, jak już zaznaczono uprzednio, zbadać powiązanie wielkości komórek roślin z ostateczną wysokością konopi, dokonano dodatkowych pomiarów długości komórek szparkowych ze spodniej strony liści pięciu pierwszych pięter u główaczy, pochodzących z kilku najbardziej charak-

Wykres 13. Długość komórek szparkowych liści z czterech pięter główaczy.

Length of stomatas of leaves on four nodes of carpellate plants.

a — dzień długi (long day); b — 20 krótkich fotoperiodów (20 short days); c — kw. 2, 3, 5-trójjodobenzoesowy (TIBA 200 mg/l); d — kw. 2, 3, 5-trójjodobenzoesowy późny oprysk (TIBA late spraying 200 mg/l); e — kumaryna (coumarin 100 mg/l); f — kumaryna późny oprysk (coumarin late spraying 100 mg/l). O — różnice nie udowodnione (differences non distinct);

● — różnice udowodnione przy P = 5% (distinct differences P = 5%).

terystycznych kombinacji. Pomiary te przeprowadzono przy 800-krotnym powiększeniu na liściach dwóch roślin zrywanych sukcesywnie po całkowitym ich wykształceniu. Średnie wyliczono z 30 pomiarów dokonanych w polu widzenia mikroskopu.

TABELA 6 - TABLE 6

Charakterystyka głowaczy pobranych do analizy szparek w 1960 r.
Characteristics of carpellate plants analysed for length of stomatas in 1960.

Sposób traktowania Treatment	Wysokość łodyg Length of stems	Termin pobrania liści do analizy Date of collecting leaves piętra-stages				Termin traktowania Date of treatment	Średnia długość komórek szparko- wych Mean length of stomatas
Długi dzień Long day	97,9	28.VI	6.VII	12.VII	17.VII	-	33,5
20 dni krótkich 20 short days	41,5	28.VI	9.VII	12.VII	17.VII	25.VI-15.VII	35,6
Kw.2,3,5-trójjodo- benzoesowy TIEA 200 mg/l	82,9	28.VI	6.VII	12.VII	14.VII	24.VI	35,6
Kw.2,3,5-trójjodoben- zoesowy późny oprysk TIEA late spraying 200 mg/l	108,5	28.VI	6.VII	17.VII	19.VII	14,18,21.VII	34,6
Kumaryna 100 mg/l Coumarin 100 mg/l	101,5	28.VI	6.VII	12.VII	16.VII	24.VI	36,8
Kumaryna późny oprysk Coumarin late spraying 100 mg/l	122,7	28.VI	6.VII	17.VII	19.VII	14,18,21.VII	34,8

Porównując dane tablicy 6 z wykresem 13 spostrzec można wyraźny, statystycznie udowodniony wzrost długości szparek pod wpływem zarówno dnia skróconego, jak i zastosowanych substancji wzrostowych. Z uwagi na to, że z wyjątkiem późnego oprysku obu substancjami we wszystkich pozostałych przypadkach wydłużenie komórek szparkowych skojarzone było z wydatnym skróceniem wysokości roślin, należy wnioskować, że ogólnie biorąc, pod wpływem omawianego traktowania roślin ich tkanki zbudowane musiały być z mniejszej ilości komórek.

Wiąże się to ze zjawiskiem sukkulencji, stwierdzonej w liściach roślin różnie traktowanych. Mianowicie, w terminie pobierania liści do analizy wielkości szparek określano na równoległe zrywanych liściach tych samych pięter ciężar ich zielonej masy, po czym po sporządzeniu fotokopii oznaczano wielkość powierzchni poszczególnych liści oraz ciężar 1 cm² liścia. Oznaczenia te przeprowadzono wyłącznie w odniesieniu do niektórych tylko kombinacji doświadczalnych, i to zaledwie w dwóch powtórzeniach, niemniej wyniki wskazują, że w obu latach zarówno pod

wpływem dnia skróconego, jak i kwasu 2, 3, 5-trójjodobenzoesowego ciężar liści wyraźnie się zwiększał, co zgodne jest z wynikami badań Witscha (1940/41).

Dla przedstawienia całości zmian morfologicznych, spowodowanych traktowaniem roślin substancjami wzrostowymi, należy zaznaczyć, że opisane przez Matysiewicza (1953) zniekształcenia liści w formie zaniku podzielnosci liścia złożonego, zaniku ząbkowania brzegów liści, zmienionego kształtu blaszek, ich deformacji oraz skręcania się wystąpiły jedynie w doświadczeniu 1960 roku i to wyłącznie na roślinach po-traktowanych w fazie trzech par wykształconych liści kwasem 2, 3, 5-trój-

Wykres 14. Ciężar 1 cm² powierzchni liścia pod wpływem przedłużanej nocy i kwasu 2, 3, 5-trójjodobenzoesowego.

Effect of short days and TIBA on the weight of 1 cm² of leaf.

1 — dzień długi (long day); 2 — 20 krótkich fotoperiodów (20 short days); 3 — kw. 2, 3, 5-trójjodobenzoesowy (TIBA 200 mg/l); 4 — kw. 2, 3, 5-trójjodobenzoesowy późny oprysk (TIBA late spraying 20 mg/l); 5 — 6 krótkich fotoperiodów (6 short days); 6 — 3 krótkie fotoperiody (3 short days); 7 — kw. 2, 3, 5-trójjodobenzoesowy (TIBA 20 mg/.)

jodobenzoesowym w koncentracji 200 i 300 mg/l. Na roślinach tych dało się równocześnie zaobserwować pewne zgrubienie hypokotyli. W szeregu przypadków stwierdzono również tak zwane wegetatywne przerastanie roślin, polegające na powrotnym wykształcaniu nowych pędów kwiatowych i ponownym zakwitaniu w okresie dojrzewania pierwszych nasion. Przerastanie to wystąpiło jednakże w słabym stopniu i dotyczyło wyłącznie roślin poddanych 6-ciu cyklom skróconego dnia oraz roślin traktowanych kwasem 2, 3, 5-trójjodobenzoesowym w koncentracji 200 i 300 mg/l.

Na skutek szkód wyrządzonych przez ptaki nie zdołano zebrać nasion w ilości dostatecznej dla przeprowadzenia ich analizy.

Nie zaobserwowano jednakże jakiegokolwiek wpływu opisanego traktowania roślin na liczbę i wielkość kwiatów. W okresie poprzedzają-

cym pylenie płaskoni stwierdzić się dało na roślinach potraktowanych kwasem 2, 3, 5-trójjodobenzoesowym w koncentracji 200 i 300 mg/l pewne opóźnienie w rozwoju kwiatków, które przez dłuższy czas w porównaniu do roślin pozostałych kombinacji wyróżniały się małymi rozmiarami. Kwiatki te osadzone były na trzy do czterokrotnie dłuższych szypułkach. Pobrany do analizy pyłek był jednakże zdrowy i wymiarami swymi nie różnił się od pyłku pozostałych roślin.

DYSKUSJA

Badania wielu autorów nad przyspieszaniem rozwoju generatywnego roślin wyższych opierały się, jak już zaznaczono we wstępie, na przeświadczeniu, że zwłaszcza w odniesieniu do roślin dnia krótkiego, istotne dla tego rozwoju jest obniżenie nadmiernego poziomu ilościowego auksyn w roślinach. Analogia, jaką znaleziono w obniżeniu się tego poziomu pod wpływem skracania długości dnia oraz na ogół negatywna reakcja na traktowanie roślin dnia krótkiego heteroauksyną (Harder, Senden 1949; Senden 1951), zdawały się to przeświadczenie potwierdzać. Natomiast w większości przypadków negatywne rezultaty, jakie stwierdzono po stosowaniu substancji obniżających ilość auksyn, bądź to w ogóle nie były tłumaczone, bądź też przypisywano je niedostatecznemu zrównoważeniu w roślinie wzajemnego stosunku auksyn do substancji im przeciwstawnych (Resende 1949). Na podstawie negatywnych wyników traktowania rośliny dnia krótkiego — *Kalanchoë Blossfeldiana* — kwasem 2, 3, 5-trójjodobenzoesowym jedynie Harder i Oppermann (1952/53) wyrażają zdanie, że samo obniżenie poziomu auksyn w roślinie przez kwas 2, 3, 5-trójjodobenzoesowy lub jakikolwiek inny czynnik nie może przyspieszyć kwitnienia. Dowodem tego jest według wspomnianych autorów fakt, że oberwanie liści nie przyspiesza kwitnienia u *Kalanchoë*, ponadto zaś stwierdzenie, iż w ich doświadczeniu rośliny w ogólności zakwitły, a zastosowany kwas 2, 3, 5-trójjodobenzoesowy jedynie zakwitanie to opóźnił, a więc podziałał na obecny w roślinach czynnik kwitnienia negatywnie.

Wyniki przeprowadzonych doświadczeń wazonowych potwierdziły w pełni brak jakiegokolwiek wpływu na rozwój generatywny konopi, bądź też wyraźnie hamujący wpływ nie tylko kwasu 2, 3, 5-trójjodobenzoesowego, lecz również szeregu innych substancji, które, jak wykazały wyniki testu biologicznego, są wyraźnymi antagonistami auksyn. Jest też faktem wysoce interesującym, że mimo dużej analogii zmian szeregu cech morfologicznych, spowodowanych zastosowanymi substancjami, do zmian tychże cech pod wpływem przedłużonej nocy, analogia ta nie dotyczy przyspieszenia rozwoju generatywnego. Jednakże fakt silnie

przyspieszonego w stosunku do roku 1960 rozwoju generatywnego konopi w doświadczeniu roku następnego, mimo że np. wysokość konopi kształtowała się dzięki większym przyrostom dziennym na tym samym poziomie, świadczy o tym, że bujny wzrost stymulowany przeciw aktywnością auksyn niekoniecznie neguje możliwość wczesnego rozwoju generatywnego. Już z tego stwierdzenia wynikałby wniosek, że wywołane działaniem stosowanych substancji zmiany morfologiczne nie są dowodem pozytywnego dla rozwoju generatywnego wpływu tych substancji i że nawet identyczne zmiany morfologiczne, obserwowane pod wpływem przedłużonej nocy, niekoniecznie związane być muszą aktywnie z przejściem roślin do stanu generatywnego.

Odpowiedź na zasadnicze pytanie, czy obniżenie poziomu auksyn jest dla indukcji kwitnienia konopi jako rośliny dnia krótkiego istotne, dały jednakże dopiero wyniki testów biologicznych oraz prowadzonych z nimi równocześnie analiz wierzchołków wzrostu konopi. Jak widzieliśmy, analizy te wykazały, że pod wpływem pięciu cykli nocy przedłużonej do 16 godzin indukcja przejścia do stanu generatywnego nastąpić musiała w terminie znacznie krótszym od 7-dniowego czasokresu, dzielącego początek stosowania przedłużonej nocy od terminu pojawienia się pierwszych zmian morfologicznych zawiązku kwiatu. Jednakże nawet przy zastosowaniu trzech cykli skróconego dnia, co skojarzone było z pewnym przejściowym wzrostem, a nie obniżeniem poziomu ilościowego auksyn w liściach, wyraźne oznaki zmian morfologicznych zawiązku ujawniły się w tym samym mniej więcej terminie. Dowodzi to więc, że okresowe obniżenie poziomu auksyn w roślinach traktowanych przedłużoną nocą nie może mieć bezpośredniego wpływu na indukcję fotoperiodyczną. Związane ono jest raczej ze zmianami w ogólnym metabolizmie rośliny przystosowującej się do odmiennych warunków asymilacji. Potwierdzałyby to badania Thimanna i Speara (1954), którzy stwierdzając odmienność metabolizmu CO_2 pod wpływem skróconego dnia wiążą to zjawisko z procesami generatywnymi. Na prawdopodobne powiązanie tych procesów również z metabolizmem samych auksyn wskazują jednakże wyniki testów biologicznych, w których stwierdzono odmienność zarówno ilościową, jak i jakościową związków hamujących obecnych w roślinie przy długim dniu i przy dniu skróconym. Posługując się testem wygięciowym „Avena” Khudairi i Bonde (1952) wykazali na *Xanthium* sukcesywne obniżanie się ilości inhibitorów wzrostu w miarę zwiększania ilości cykli dnia skróconego. Pomijając jednak fakt, że obiektem doświadczalnym była roślina dnia długiego, posługiwali się oni wyłącznie jedną metodą, która odrębności charakteru inhibitorów nie mogła wykazać. U konopi, jako rośliny dnia krótkiego, nie jest wykluczone, że właśnie zmiany w charakterze związków hamujących, za-

chodzące pod wpływem przedłużonej nocy, mogą posiadać aktywną rolę w indukcji fotoperiodycznej.

Zachodzi z kolei pytanie, czy dla indukcji kwitnienia konopi istotny jest okresowy, słaby wzrost poziomu ilościowego auksyn w liściach. Na pewien uczulający wpływ niskich koncentracji kwasu α -naftylooctowego zwracają uwagę de Zeeuw i Leopold (1956), którzy stwierdzili ilościowy wzrost zawiązków kwiatowych między innymi u soi, gdy roślina ta po potraktowaniu wymienioną substancją poddana została działaniu dnia skróconego. Przeprowadzone doświadczenie, w którym kwas α -naftylooctowy stosowano zarówno przed potraktowaniem roślin kwasem 2, 3, 5-trójjodobenzoesowym, jak i po uprzednim poddaniu ich trzem cyklom przedłużonej nocy, wykazało jedynie słabą tendencję przyspieszenia procesów generatywnych. Wydaje się też, że Cooke słusznie tłumaczy początkowy wzrost ilości auksyn (1954) zmniejszoną ich destrukcją przy dniu nagle skróconym, zanim jeszcze nastąpi zmniejszenie syntezy auksyn i ich prekursorów.

Pewien korzystny wpływ, wzmagający następce działanie dnia skróconego znaleźli Harder i Bünsow (1953/54) po zastosowaniu niedługiego okresu trwałego zaciemnienia *Kalanchoë Blossfeldiana*. Zdaniem tychże autorów zaciemnienie to ma niweczyć substancję hamującą tworzącą się w roślinie przy dniu długim, która przeciwdziałać ma syntezie hipotetycznego florigenu. Mimo silnej insolacji w okresie przeprowadzania doświadczenia, zaciemnianie konopi przez okres trwający trzy doby, poprzedzające traktowanie ich kwasem α -naftylooctowym, jak i kumaryną nie dało jednakże żadnego pozytywnego rezultatu.

Należy na koniec zwrócić uwagę na stwierdzony w doświadczeniach fakt silnego przyspieszenia rozwoju generatywnego konopi w roku 1961 w porównaniu do roku poprzedniego. Jak zaznaczono uprzednio, wschody konopi posianych do wazonu zanotowano w roku 1960 w dniu 10 czerwca, zaś w roku 1961 w dniu 13 i 20 maja. Z uwagi na to, że w obu latach początkowy wzrost konopi następował przy 16-godzinnej długości dnia, przewyższającej krytyczną długość dnia w przechodzeniu stadium świetlnego konopi węgierskich (Matusiewicz 1955), odmienna długość dnia w obu latach i różnice w zastosowanych terminach siewu, nie mogły być istotną przyczyną przyspieszenia rozwoju. Analizując jednak przebieg warunków atmosferycznych obydwóch lat stwierdzić można, że podczas gdy w roku 1960 suma średnich temperatur dobowych po wschodach konopi, tj. w okresie dwóch ostatnich dekad czerwca, wynosiła 313,5°C, to w analogicznym dla rozwoju roślin okresie dwóch ostatnich dekad maja 1961 roku suma ta wynosiła tylko 231,1°C. Na tle tych danych wnioskować należy, że główną przyczyną przyspieszenia rozwoju konopi w roku 1961 była znacznie niższa temperatura w okre-

sach dla rozwoju generatywnego krytycznych. Jak wynika z porównania przebiegu rozwoju konopi trzymanyh w roku 1961 na dniu długim z konopiami traktowanymi w roku 1960 czterema cyklami przedłużonej nocy, wpływ temperatury przesłonić nawet zdołał efekt osiągnięty przez krótkotrwałe poddanie roślin warunkom przedłużonej nocy. Widać więc z tego, jak czynnik temperatury jest dla rozwoju konopi ważny, co zresztą zgodne jest z wypowiedziami innych autorów (Went 1954), którzy stwierdzili nie tylko znaczne przyspieszenie rozwoju generatywnego innych roślin pod wpływem niskich temperatur w pierwszych fazach ich wzrostu i rozwoju, ale nawet pewien modyfikujący wpływ tych temperatur na reakcję roślin na długość dnia.

Rozważając na tle przedstawionych badań istotę czynników wpływających bezpośrednio na rozwój generatywny konopi dojść należy do ogólnego wniosku, że poziom ilościowy auksyn w roślinie nie może być czynnikiem decydującym. Nasuwa się raczej sugestia co do złożoności i wielorakości form tego czynnika. Uwarunkowane w swej syntezie oraz w oddziaływaniu zewnętrznymi warunkami rozwoju rośliny (Lona 1954) formy te mogą się wzajemnie zastępować lub też ze sobą współdziałać w zależności od wzajemnego stosunku ilościowego.

STRESZCZENIE I WNIOSKI

W roku 1960 i 1961 przeprowadzono na wolnym powietrzu trzy doświadczenia wazonowe nad wpływem substancji wzrostowych na rozwój generatywny konopi węgierskich. Celem badań było stwierdzenie możliwości przyspieszania rozwoju tych konopi w warunkach dnia długiego przy pomocy substancji wzrostowych oraz pogłębienie zagadnienia rozwoju konopi w ogólności, jako rośliny dnia krótkiego.

Wyniki doświadczeń wazonowych, jak również dodatkowo przeprowadzonych badań dotyczących naturalnego układu auksyn w roślinach dadzą się ująć w następujących stwierdzeniach i wnioskach:

1. Zbadane substancje wzrostowe, a mianowicie kwas 2,3,5-trój-jodobenzoesowy, 2,4-dwuchloroanizol, kumaryna i siarczan nikotyny wpływają na rozwój generatywny konopi bądź wyraźnie hamująco, bądź też nie wykazują żadnego wpływu. Szczególnie wyraźnie zaznacza się hamujący wpływ kwasu 2,3,5-trójjodobenzoesowego, który uzależniony jest w wielkiej mierze od koncentracji używanego roztworu.

2. Poziom ilościowy auksyn w roślinach, poddanych wzrastającej liczbie nocy przedłużonych do 16 godzin, wykazuje z początku krótkotrwały wzrost, następnie zaś obniża się do minimum pod wpływem pięciu nocy przedłużonych, by na koniec wznosić się powrotnie do stanu istniejącego przy dniu długim.

3. Głównym receptorem bodźca nocy przedłużonej jest pierwsza para liści w pełni rozwiniętych, położona najbliższej wierzchołka wzrostu. W liściach tych zachodzą pod wpływem nocy przedłużonej przemiany ilościowe i jakościowe substancji wzrostowych w roślinach.

4. Zapoczątkowanie procesów wewnętrznych, które poprzedzają morfologiczne zmiany stożka wzrostu związane z generatywnym rozwojem, występuje przy oddziaływaniu nocą przedłużoną już w okresie wysokiego poziomu ilościowego auksyn w liściach. Okresowe obniżenie tego poziomu nie jest więc dla zapoczątkowania procesów generatywnych istotne.

5. Regulacja poziomu ilościowego auksyn w roślinach przez sukcesywne traktowanie ich substancjami wzrostowymi o własnościach sobie przeciwstawnych, bądź też samymi substancjami o charakterze anty-auksyn, po uprzednio zastosowanej krótkiej indukcji fotoperiodycznej, pozostaje bez wpływu na rozwój generatywny konopi.

6. Skojarzone z indukcją fotoperiodyczną zmiany niektórych cech morfologicznych występują również pod wpływem kwasu 2, 3, 5-trójjodobenzoesowego, przy czym wielkość tych zmian uzależniona jest od koncentracji tego związku oraz od sposobu traktowania roślin.

7. Wzrost wysokości konopi pod wpływem średnich koncentracji kwasu 2, 3, 5-trójjodobenzoesowego, a przede wszystkim kumaryny, zastosowanych w terminie poprzedzającym wykształcanie się pąków wymaga sprawdzenia w warunkach polowych, w celu ewentualnego wykorzystania go w agrotechnice.

8. Stwierdzone w 1961 roku przyspieszenie rozwoju generatywnego roślin pod wpływem niskich temperatur w pierwszym okresie wzrostu nie wykazało skojarzenia z jakimikolwiek zmianami cech morfologicznych. Skojarzone z indukcją fotoperiodyczną zmiany cech morfologicznych nie mogą więc być aktywnie związane z przejściem roślin do stanu generatywnego.

9. Wyniki przeprowadzonych badań nasuwają sugestię co do złożonego charakteru czynnika warunkującego zapoczątkowanie rozwoju generatywnego. Wielorakie formy tego czynnika uzależnione mogą być zarówno w swej syntezie, jak i w działaniu od zewnętrznych warunków rozwoju rośliny. Mogą się one wzajemnie zastępować lub ze sobą współdziałać w zależności od stosunków ilościowych.

Miło mi jest podziękować pani mgr J. Kondratowicz za pomoc przy przeprowadzaniu doświadczeń.

*Zakład Roślin Przemysłowych WSR
w Olsztynie*

(Wpłynęło: 21.10.1961 r.)

SUMMARY

Three experiments with Hungarian Hemp were carried out in 1960 and 1961 in Mitscherlich's tops, located in the field. They had to explain the possibilities of hastening of the generative development of hemp, in conditions of long day, by treating plants with growth substances. Generally, an enlargement of the knowledge of development of hemp was aimed as well.

In the first experiment TIBA at concentrations of 25 up to 300 mg/l and coumarin at concentrations of 20 and 100 mg/l were used, but no stimulating effect on the development was noticed. On the contrary, a distinct inhibition was found, depending on the concentration used, especially of TIBA, applied at a stage of two pairs of unfolded leaves. By spraying TIBA and coumarin on plants about 40 cm high, no hastening of development was observed as well, but the height of plants grew up about 10—13% above that of untreated plants.

As the negative results of experiments could be caused by too high concentrations of both substances used, a number of bio-assays was undertaken. They had to find out the quantitative level of plant regulators in the first three pairs of leaves of plants growing at conditions of long day respectively various number of short days. It was hoped, that this, as well as an assertion of the quantitative diminution of auxins in leaves, caused by a treatment with TIBA DCA, coumarin, respectively nicotinic sulphite salt at concentrations of 15—20 mg/l respectively 2 g/l might help to choose the right concentrations of these substances for further experiments.

The assays were performed using methods of *Avena* „seed removed” test after Skoog, the *Avena* straight growth test after Nitsch and the pea root test after Leopold. They all gave results consistent with each other, revealing that the reduction of the quantity of auxins in the leaves, which follows the treatment with the growth regulators at concentrations mentioned above, approximatively agrees with the level provoked by submitting plants to five short days. The main reception of the photoinduction takes place in the first fully expanded and developed pairs of leaves nearest to the growing point. It is this pair of leaves as well, in which the deepest quantitative as well as qualitative changes are observed. The increasing number of short days provokes at first a slight rise of the amount of „free auxins”, that declines vehemently to the lowest point after five short days and grows slowly again up to the level of that, which takes place in conditions of long day. Simultaneous investigations of dissected growing points of plants revealed, that the first signs of the floral primordia development appeared already in 7—8 days from the beginning

of the 3-short-days treatment. This proves that the decrease in the quantitative level of auxins, caused by short days, is not in causal relation with the initiation of generative development.

In two further experiments applying of 3 short days respectively NAA was used, followed by the treatment with the above mentioned growth regulators at low concentrations. No stimulation of the generative development was obtained as well. However, in 1961 a significant hastening of budding and flowering of hemp plants at long day conditions was noticed in comparison with the rate of generative development in 1960. This was caused by a much lower level of average temperature during the first periods of growth and development of plants in 1961 than in 1960. Taking into account the great importance of temperature for the floral development, a suggestion is made, as to the manifoldness of forms of the agent responsible for the initiation of generative development.

LITERATURA

1. Avery G. S., Creighton H. B., Hock C. W., 1939, A low cost chamber for phytohormone tests, *Am. Jour. Bot.* 26.6.
2. Bonner J. and Thurlow J., 1949, Inhibition of photoperiodic induction in *Xanthium* by applied auxin, *Bot. Gazet.* 110.4.
3. Chołodny N. G., 1939, *Herbage Rev.* 7.
4. Claes H., 1952, Die Wirkung von α -indolylessigsäure und 2, 3, 5-trijodbenzoesäure auf die Blütenbildung von *Hyoscyamus niger*, *Zeitschr. für Naturforsch.* 7.1.
5. Cooke A. R., 1954, Changes in free auxin content during the photoinduction of shortday plants, *Plant. Physiol.* 29.5.
6. Denffer D., 1950, Blühhormon oder Blühhemmung? Neue Gesichtspunkte zur Physiologie der Blütenbildung, *Die Naturwissenschaften.* 37, 13, 14.
7. Denffer D., Gründler H., 1950, Über Wuchstoffinduzierte Blühhemmung bei Langtagpflanzen, *Biol. Zbl.* 69.
8. Dostal R., Hošek M., 1937, Über den Einfluss von Heterauxin auf die Morphogenese bei *Circae* (Das Sachssche Phänomen), *Flora* 131.
9. Fischer I. E., and Loomis W. E., 1954, Auxin — Florigen ballance in flowering of soybeans, *Science* 119.3080.
10. Galston W., 1947, The effect of 2,3,5-triiodobenzoic acid on the growth and flowering of soybeans, *Amer. Jour. Bot.* 34.7.
11. Gregory F. G., 1948, The control of flowering in plants, *Symp. Soc. Exp. Biol.* 2.
12. Harder R. u. Bünsow R., 1953/54, Über die Wirkung der Tageslänge vor der Kurztaginduktion auf die Blütenbildung von *Kalanchoë Blossfeldiana*, *Planta* 43.

13. Harder R. u. Oppermann A., 1952/53, Einfluss von 2,3,5-trijodbenzoessäure auf die Blütenbildung und die vegetative Gestaltung von *Kalanchoë Blossfeldiana*, *Planta* 41.
14. Harder R. u. Senden H., 1949, Antagonistische Wirkung von Wuchsstoff und Blühhormon, *Die Naturwissenschaften* 36.
15. Boysen Jansen — 1940/41, Quantitative Bestimmung der beschleunigenden Streckungswuchsstoffe in der sauren Fraktion der Ätherextrakte aus höheren Pflanzen. — *Planta* 31. 4.
16. Khudairi A. C. and Bonde E. K., 1954, Growth inhibitor activity in *Xanthium* in relation to photoperiodism, *Plant Physiol.* 29. 6.
17. Laibach F. and Kribben F. J., 1950, Über die β -indolylessigsäure für die Blütenbildung, *Ber. Deutsch. Bot. Ges.* 63.
18. Lang A. and Liverman I. L., 1954, Huitième Congrès International De Botanique — Rapports et Communications, Paris.
19. Leopold A. C., 1949, Physiological effects of flower forcing in pineapple, A. A. A. S., New York.
20. Leopold A. C., 1955, Auxins and Plant Growth, Univ. Cal. Pr. Berk. and Los Angeles.
21. Leopold A. C. and Thimann K. V., 1949, The effect of auxin on flower initiation, *Amer. Jour. Bot.* 36.
22. Lona F., 1954, Huitième Congrès International de Botanique — Rapports et Communications, Paris.
23. Matusiewicz E., 1953, *Studia nad fotoperiodyzmem konopi*, P. T. P. N., Poznań.
24. Matusiewicz E., 1955, Krytyczna długość dnia w przechodzeniu stadium świetlnego u konopi na podstawie faz rozwojowych, *Roczn. Nauk Roln.* 72 -A-1.
25. Neumann J., 1959, An auxin-like action of coumarin, *Science* 129.
26. Nitsch J. P., 1956, *Methodes for the investigation of natural auxins and growth inhibitors, The Chemistry and Mode of Action of Plant Growth Substances* R. L. Wain and F. Wightman Butterw. Scient. Public., London.
27. Overbeek J., 1946, Control of flower formation and fruit size in pineapple, *Bot. Gaz.* 108.
28. Resende F., 1949, Auxin and antiauxin, the hormones responsible for the change of the vegetative into floral phenotypes, *Bull. Soc. Portug. Sci. Nat.* 2, Ser. 2:17.
29. Senden H., 1951, Untersuchungen über den Einfluss von Heteroauxin und andere Factoren auf die Blütenbildung bei der Kurztagepflanze *Kalanchoë Blossfeldiana*, *Biol. Zbl.* 70. 1/2.
30. Skoog F., 1937, A deseeded *Avena* test method for small amounts of auxin and auxin precursors, *Jour. Gen. Physiol.* 20.
31. Söding H., 1952, *Die Wuchsstofflehre*, Georg Thieme Verl. Stuttgart.
32. Thimann K. V., Spear I. (in part) Gregory F. G., 1954, Huitième Congrès International De Botanique — Rapports et Communications, Paris.

33. De Waarde, J. and Roodenburg J. W. M., 1948, Premature flowerbud initiation in tomato seedlings caused by 2,3,5-tri-iodbenzoic acid, Proc. Kon. Neder. Akad. Wetensch. Amsterdam 51.
34. Went F. W., 1954, Huitième Congrès International de Botanique. Rapports et Communications, Paris.
35. Witsch H., 1940/41, Über den Zusammenhang zwischen Membranbau, Wuchsstoffwirkung und der Sukkulenzzunahme von *Kalanchoë Blossfeldiana* im Kurztag, Planta 31.4.
36. Zeeuw D. and A. C. Leopold, 1956, The promotion of floral initiation by auxin, Amer. Jour. Bot. 43.
37. Zimmerman P. W. and Hitchcock A. E., 1947—1949, Triiodobenzoic acid influences flower formation of tomatoes, Contr. from Boyce Thompson Institute, New York 15.