Wstępne obserwacje nad wpływem czynników zewnętrznych na płęć u konopi

*Ein Beitrag zum Einfluss der Aussenfaktoren auf das Geschlecht des
di- und tetraploiden Hanfes*

T. ŁĄCZYŃSKA-HULEWICZOWA

DZIEDZICZENIE PŁCI U KONOPI JEDNOPIENNYCH DI- I TETRAPLOIDALNYCH

Konopie uprawne (*Cannabis sativa*) są rośliną dwupienną. Osobniki męskie (płaskonie) różnią się u nich od żeńskich (głowaczy) nie tylko wykształcaniem kwiatów płci przeciwnej, ale również pokrojem całej rośliny i fizjologią rozwoju. Budowa ich wiechy jest luźna, gałązki boczne dość długie, najczęściej nieulistnione. Słoma płaskoni jest cieńsza i smuklejsza, a zawartość włókna na ogół większa (ryc. 1). Cykl rozwojowy roślin męskich jest krótszy niż żeńskich. Początek kwitnienia przypada wprawdzie w tym samym czasie lub nieco później, usychanie jednak, czyli dojrzewanie słomy następuje znacznie wcześniej i rozpoczyna się zwykle bezpośrednio po przekwitnięciu, podczas gdy u głowaczy dopiero po dojrzewaniu nasion. Te różnice w rozwoju między osobnikami męskimi i żeńskimi wynikają nie tylko z różnych funkcji biologicznych płaskoni i głowaczy, ale również z nieco innej ich reakcji na czynniki zewnętrzne.

W przeciwieństwie do płaskoni głowacze to rośliny o zbitej wiesze, posiadające krótkie odgałęzienia (ryc. 2). Cały kwiatostan jest u nich silnie ulistniony. Rośliny są na ogół krótsze i grubsze, czyli wysmukłość ich jest mniejsza niż u płaskoni, a procentowa zawartość włókna zwykle nieco niższa.

U normalnych dwupiennych roślin konopi płęć, czyli wykształcanie kwiatów męskich i żeńskich związane jest ściśle z pokrojem rośliny. Trudno więc ustalić, czy obie te cechy uwarunkowane są różnymi, ściśle sprzężonymi ze sobą czynnikami dziedzicznymi, czy też jednym jakimś czynnikiem.

Na ogół przyjmuje się za *Corrensem*, *Hirata* i *Mc Phee*, że płęć u konopi warunkowana jest poprzez chromosomy płciowe X i Y. Osobniki żeńskie mają budowę homogametyczną XX, męskie zaś heterogametyczną XY. Jakkolwiek chromosomy płciowe nie zostały jeszcze dokładnie zidentyfikowane cytologicznie (*Hirata* 1928, *Breslavetz* 1936), to jednak hipoteza ta wydaje się bardzo prawdopodob-

Ryc. 1. Typowy płaskoń w czasie kwitnienia
Männliche Pflanze in voller Blüte

Ryc. 2. Typowy głowacz w czasie kwitnienia
Weibliche Pflanze in voller Blüte

na. Stosunek obu płci jest stały i układa się zwykle jak 1 : 1. Są jednak od tego liczne wyjątki. U przebadanych przez nas konopi szwedzkich stosunek osobników męskich do żeńskich kształtuje się zwykle jak 1 : 2. Według innych badaczy, u różnych ras i odmian konopi ilość osobników męskich i żeńskich jest niejednakowa. *Fisch* (1887) podaje, że na 100 płaskoni przypada 154 głowacze. *Crescini* (1937) znalazł stosunek jak 100 : 112, *Heuser* (1924) natomiast 100 płaskoni na 110—120 głowaczy. U konopi mających tendencję do wykształcania pewnej ilości osobników jednopiennych stosunek płaskoni do głowaczy jest jeszcze szerszy i wynosi według *Mc Phee* 100 : 212 (1925).

We wszystkich cytowanych przypadkach stwierdzono, że ilość osobników męskich jest mniejsza niż głowaczy. Nie przeczy to jednak możli-

wości chromosomowego dziedziczenia płci, gdyż zjawisko to może być spowodowane mniejszą żywotnością płaskoni, które zwłaszcza w słabszych warunkach wegetacyjnych mogą zanikać w większym stopniu niż główce. Czynniki zewnętrzne przyczyniają się więc w tym ujęciu do zmiany stosunków obu płci, ale tylko na skutek eliminowania roślin męskich, nie zaś przez istotną zmianę czynników dziedzicznych. Późne siewy, które mają jakoby przyczyniać się do zwiększania ilości osobników żeńskich przekształcają prawdopodobnie skład populacji również na skutek działania gorszych warunków wegetacyjnych (np. suszy), w których płaskonie giną w większym stopniu niż główce.

Wszystkie dotychczasowe obserwacje wskazują na to, że płęć u konopi dwupiennych jest raczej cechą stałą i dziedziczną, uzależnioną tylko w małym stopniu od czynników zewnętrznych. Zmiany w przekształcaniu się płci noszą więc także charakter dziedziczny i nie mogą być wywołane naturalnymi czynnikami środowiska*.

Dotyczy to między innymi pojawiania się form jednopiennych, których występowanie powodowane jest prawdopodobnie mutacjami genowymi w obrębie chromosomów. Dowodem na to może być z jednej strony dziedziczenie tych cech w potomstwie, z drugiej fakt, że naturalną częstotliwość ich występowania można zwiększyć przy pomocy tzw. środków mutagennych, tzn. wywołujących zmiany genowe. Są nimi odległe krzyżówki międzyodmianowe, promienie Roentgena (Hoffmann, Knapp 1940) lub ostatnio zbadane przez nas pierwiastki radioaktywne.

Wstępne doświadczenie dotyczące wpływu tych ostatnich na zmianę płci u konopi przeprowadzono w bieżącym roku w ramach prac Instytutu Przemysłu Włókien Łykowych przy współpracy Pracowni Izotopowej Wydziału Leśnego oraz Katedry Hodowli Roślin i Nasiennictwa WSR w Poznaniu. Naświetlania dokonano przy pomocy toru i uranu na odmianie konopi dwupiennych LKCS D. Nasiona uprzednio lekko podkiełkowane poddano działaniu pierwiastków przez moczenie w roztworach soli, lub przez naświetlanie z pewnej odległości.

Pragnę w tym miejscu podziękować doc. B. Kiełczewskiemu i mgr Wszkowi za umożliwienie przeprowadzenia doświadczenia i wykonanie naświetleń.

W czasie kwitnienia stwierdzono, że pojawiła się pewna ilość roślin jednopiennych o pokroju żeńskim. Wyniki doświadczenia przedstawiały się następująco:

* Istnieją wprawdzie wypadki, gdzie silne bodźce zewnętrzne wpływają na przekształcanie się płci i powstanie tzw. form jednopiennych względnie na pojawienie się kwiatów obojnaczych. Można je wywołać między innymi ogławianiem roślin względnie oblamywaniem niektórych rozgałęzień (Sengbusch). Zmiany te jednak nie noszą charakteru dziedzicznego i znikają w następnym pokoleniu.

K o m b i n a c j a	% osobników jednopiennych		
	I powtó- rzenie	II powtó- rzenie	średnio
1,2 μCu UO_4 moczenie nasion	0	6,3	3,2
2,4 μCu UO_4	5,0	3,0	4,0
0,2 μCu Th	7,0	5,0	6,0
0,6 μCu Th	1,0	2,0	1,5
0,4 μCu Th naświetlanie z odległości	0,0	1,0	0,5
0,8 μCu Th „ „ „	0	0	0
0,0 kontrolna	0	0	0

Trudno ze wstępnego doświadczenia, mającego tylko obserwacyjny charakter wyciągnąć jakieś ściślejsze wnioski. Stwierdzić można jedynie, że najlepszy efekt dała kombinacja 0,2 μCu Th, co jednak może być zupełnie przypadkowe. Nie można również przeprowadzić porównania działania toru i uranu, gdyż dawki obu pierwiastków były różne. Można natomiast zaobserwować w obrębie kombinacji z torem, że naświetlanie nasion z odległości dało gorsze rezultaty niż bezpośrednie moczenie w roztworach wodnych soli tego pierwiastka.

Powstawanie roślin jednopiennych zachodzi prawdopodobnie, jak wspomniano, na drodze mutacyjnych zmian genowych o charakterze recesywnym. Gdyby przyjąć, że pokrój rośliny (męski lub żeński) uwarunkowany jest układem chromosomów płciowych (XX i XY), płeć zaś samych kwiatów przez geny umieszczone w tych chromosomach, to wówczas można by wytłumaczyć zjawisko powstawania form jednopiennych o typie żeńskim zmianą mutacyjną w obrębie genu lub genów znajdujących się w chromosomach X. Stąd w myśl hipotezy Sengbuscha (1952) osobniki takie posiadałyby nadal budowę XX, byłyby więc głowaczami, u których zaszły tylko pewne mutacyjne zmiany genowe dotyczące płci samych kwiatów. Według Sengbuscha mogą one zachodzić w chromosomach płciowych, względnie w autosomach.

Potwierdzeniem tego przypuszczenia może być fakt, że wszystkie istniejące obecnie odmiany jednopienne mają pokrój żeński. Obecność pewnej nieznaczonej liczby płaskoni może być zawsze tłumaczona przypadkowym obcozapyleniem. Przeprowadzona przez Sengbuscha analiza stosunków rozszczepień w potomstwie krzyżówek wykonanych z roślinami jednopiennymi jest również dowodem słuszności wysuniętej hipotezy. Stosunki te przedstawiały się następująco:

głowacze z odmiany dwupiennej $\times$ jednopienne $\rightarrow$ 100% głowaczy, (rozszczepienie to świadczy, że jednopienność jest cechą recesywną),
głowacze heterozygotyczne z populacji jednopiennych $\times$ jednopienne $\rightarrow$ 50% głowaczy + 50% jednopiennych,

głowacze heterozygotyczne z populacji jednopien. $\times$ płaskonie $\rightarrow$ 50% głowaczy + 50% płaskoni,
jedenopienne $\times$ płaskonie $\rightarrow$ 50% głowaczy + 50% płaskoni.

Rośliny jednopienne o typie żeńskim mogą wykształcać różną ilość kwiatów męskich. Hodowcy uważają to zjawisko za dziedziczne i oznaczają odpowiednio osobniki jednopienne przy pomocy jednego, dwóch, trzech, czterech i pięciu krzyżyków, w zależności od ilości wykształconych kwiatów żeńskich. Za najodpowiedniejsze do hodowli uważa się rośliny o dwóch względnie trzech krzyżykach, czyli posiadające mniej więcej połowę kwiatów męskich.

Ta tendencja do wykształcania większej lub mniejszej ilości kwiatów męskich polegać może na różnej ilości warunkujących ją genów. W heterozygotycznym stanie lub przy za małej ilości zmutowanych genów ich działanie kumulatywne jest zbyt słabe, czego rezultatem jest pojawienie się czystych głowaczy.

Podobna koncepcja wysunięta została już uprzednio przez Corrensa (1928), Hartmanna (1939), Wettsteina (1936) i Goldschmidta (1934). Według nich wykształcenie się płci zależy od dużej ilości czynników polimerycznych. Osobniki czysto żeńskie posiadałyby wówczas budowę $XX F_{50}F_{50}$, jednopienne o połowie kwiatów męskich — $XX F_{35}F_{35}$, a zmaskulinizowane żeńskie — $XX F_{25}F_{25}$.

Podsumowując dotychczasowe rozważania na temat dziedziczenia płci u diploidalnych konopi jednopiennych przypuścić można, że formy jednopienne występujące w obrębie ustalonych odmian są zasadniczo głowaczami, u których uległy mutacji geny warunkujące płęć kwiatów.

Poza osobnikami jednopiennymi o typie żeńskim pojawiać się mogą jednak również rośliny jednopienne o pokroju męskim, względnie żeńskie o typie męskim lub mieszanym, tzn. wytwarzające jedno lub kilka odgałęzień o budowie luźnej wiechy płaskoni. Powstawanie tych osobników tłumaczy Sengbusch możliwością dalszych mutacji genowych względnie utratą części lub całego chromosomu w obrębie ustalonych roślin jednopiennych o pokroju żeńskim. W tym wypadku jednak nie wydaje się to słuszne, gdyż w niektórych populacjach jednopiennych (np. w odmianie Hoffmanna) częstotliwość występowania tych form jest tak duża, iż w żadnym wypadku nie można przypisywać ich obecności jedynie spontanicznym mutacjom. Wydaje się natomiast, że rośliny o typie męskim i to zarówno żeńskie, jak i jednopienne mogłyby posiadać budowę XY. Cecha jednopienności byłaby w tym wypadku również warunkowana mutacją względnie mutacjami genowymi, tym razem jednak w kierunku żeńskim. W obrębie roślin jednopiennych o typie męskim działałaby przy tym mniejsza ilość zmutowanych genów niż u form o ty-

T a b e l a 1

Wyniki selekcji pojedynk konopi jednopiennych wyrażone w procentach, w latach 1949 — 1956
 Ergebnisse der Einzelpflanzenselektion von einhäusigem Hanf in Prozent der Gesamtpflanzenzahl 1949 — 1956

Rok Jahr	Płaskonie o typie męskim		Jednopienne o typie Einhäusige Pflanzen		Głowacze o typie Weibchen		R a z e m I n s g e s a m t		
	Männchen von männ- lichem Typus	męskim v. männ- lichem Typus	męskim v. männ- lichem Typus	żeńskim i mieszanym v. weibli- chem u. gemisch- tem Typus	męskim v. männli- chem Typus	żeńskim i mieszanym v. weibli- chem u. gemisch- tem Typus	Płaskoni Männchen	Jednopiennych Einhäusige Pflanzen	Głowacze Weibchen
1949	38.9	4.1	—	—	2.8	54.2	38.9	4.1	57.0
1950	36.2	5.5	—	—	22.7	35.6	36.2	5.5	58.3
1951	28.2	4.0	5.5	5.5	14.6	45.7	28.2	9.5	60.3
1952	42.7	24.4	2.8	2.8	5.0	25.1	42.7	27.2	30.1
1953	23.0	12.5	8.1	8.1	20.9	35.5	23.0	20.6	56.4
1954	15.3	30.8	8.9	8.9	6.2	38.8	15.3	39.7	45.0
1955	31.3	8.1	24.0	24.0	—	36.6	31.3	32.1	36.6
1956	18.8	12.4	22.0	22.0	—	46.8	18.8	34.4	46.8

pie męskim, ale posiadających wyłącznie kwiaty żeńskie. U tych ostatnich ilość czynników polimerycznych byłaby większa.

Ponieważ materiał jednopienny Hoffmanna (1952) wykazywał bardzo dużą ilość osobników jednopiennych względnie żeńskich o typie męskim, uważa on również, że występowanie tych form nie może być uwarunkowane tylko spontanicznymi mutacjami. Zakłada natomiast możliwość istnienia różnych form jednopiennych o budowie XY i YY. Sądzi ponadto, że w obrębie populacji jednopiennej istnieje również możliwość występowania głowaczy i płaskoni o podobnych układach chromosomów. Ponieważ badania jego nie są oparte na ustalonym materiale i skutkiem tego analizy genetyczne są niepewne, hipoteza jego nie jest dostatecznie udowodniona. Ponadto wydaje się nader wątpliwe, by mogły istnieć w obrębie tego samego gatunku rośliny żeńskie o właściwym im pokroju głowaczy i zupełnie podobne do nich pod względem morfologicznym osobniki, ale o innej budowie genetycznej, jeżeli chodzi o układ heterochromosomów (XY i YY). Wówczas bowiem cała teoria dziedziczenia płci u konopi sformułowana przez Corrensa i Hiratę stałaby pod znakiem zapytania.

Odmienny od omówionego przypadek stanowią tetraploidalne konopie jednopienne. Jak już wspomniano, po zdwojeniu liczby chromosomów ilość otrzymanych przez nas osobników jednopiennych w C₁ wynosiła od 1,30 do 8,00% (średnio 4,15%) w zależności od potomstwa. Rośliny te wybrano i rozmnożono. Początkowo nie zwracano uwagi na pokrój roślin, wybierając wszystkie te rośliny, które cechowało występowanie kwiatów obu płci. Gdy przekonano się jednak w C₂ i C₃, że osobniki o pokroju męskim dają w potomstwie bardzo dużą ilość płaskoni, do dalszej selekcji przeznaczono tylko formy jednopienne o typie żeńskim. Mimo rokrocznie stosowanej starannej selekcji negatywnej płaskoni, mającej na celu wykluczenie pyłku roślin męskich od zapylenia form jednopiennych, ilość osobników męskich była nadal dość duża, a procent roślin jednopiennych o typie żeńskim wzrastał wprawdzie, ale bardzo powoli. Miały one przy tym w przeciwieństwie do formy diploidalnej najczęściej pokrój męski albo też mieszany, tzn. część rośliny posiadała wiechę zbitą, część zaś luźne gałązki o typie płaskoni. Zamieszczona tabela 1 ilustruje rezultaty hodowli w ciągu 8-miu lat selekcji.

Mimo bardzo starannych zabiegów hodowlanych nie udało się jeszcze doprowadzić do uzyskania ustalonej tetraploidalnej odmiany jednopiennej, a osobniki jednopienne nawet o pokroju czysto żeńskim dają zawsze w potomstwie pewną ilość płaskoni oraz roślin jednopiennych o typie męskim. Wysunięto stąd wniosek, że kształtowanie się płci u tetraploidalnych konopi jednopiennych ma inny niż u diploidalnych charakter i po-

lega prawdopodobnie na różnej segregacji samych chromosomów płciowych.

Dziedziczenie płci u poliploidalnych roślin mogło mieć w ogólnych zarysach następujący przebieg: tetraploidalne główce C_0 zostały zapyłone pyłkiem tetraploidalnych płaskoni dając w C_1 następujące rozszczepienie:

Płaskonie \ Główce	XX	Stosunek genotypów
XX	XXXX	1 XXXX : 4 XXXY : 1 XXYY
XY	XXXY	
XY	XXXY	
XY	XXXY	
XY	XXXY	
YY	XXYY	

Tylko rośliny XXXX były prawdopodobnie czystymi główkami. W obrębie roślin XXXY mogły znajdować się formy przejściowe między główkami a płaskoniami, a więc żeńskie o typie pośrednim (tzn. posiadające pewną ilość gałązek o typie męskim) lub też zupełnie męskim oraz jednopienne o różnorodnym pokroju. Wreszcie do grupy tej winny również być zaliczone osobniki jednopienne, które nie wykształciły na skutek tych czy innych warunków zewnętrznych kwiatów obojga płci i fenotypowo wyglądały jak płaskonie lub główki. W przeciwieństwie do nich osobniki o budowie XXYY to formy czysto męskie, nie zmieniające swojej płci w zależności od czynników zewnętrznych.

W następnym pokoleniu rozmnażano tylko formy jednopienne o budowie XXXY. Mogły one zapylić się własnym pyłkiem, względnie pyłkiem nie usuniętych jeszcze w porę płaskoni. W ten sposób w C_2 powstać mogły następujące kombinacje:

Przy zapyleniu własnym pyłkiem

♂ \ ♀	XX	XY	Stosunek genotypów
XX	XXXX	XXXY	1 XXXX : 2 XXXY : 1 XXYY
XY	XXXY	XXYY	

Z zestawień tych wynika, że przy zapylaniu roślin jednopiennych własnym pyłkiem ilość czystych płaskoni w potomstwie wynosi około 25%, przy zapyleniu natomiast pyłkiem z roślin męskich (XXYY) jest jeszcze

Przy zapyleniu pyłkiem płaskoni

σ^a \ φ	XX	XY	Stosunek genotypów
XX	XXXX	XXXY	1 XXXX : 5 XXXY : 5 XXYY : 1 XYYY
XY	XXXY	XXYY	
XY	XXXY	XXYY	
XY	XXXY	XXYY	
XY	XXXY	XXYY	
YY	XXYY	XYYY	

wyższa i sięga 50%. Równocześnie powstają genotypowo nowe formy tzw. superpłaskonie o budowie XYYY. Obecność ich w populacji roślin jednopiennych jest bardzo niepożądana, gdyż jak łatwo jest wywnioskować dają one w potomstwie po skrzyżowaniu z osobnikami jednopiennymi jeszcze większą ilość płaskoni, mianowicie około 75% (stosunek rozszczepień 1 XXXY : 2 XXYY : 1 XYYY). W ten sposób ilość płaskoni może przy zaniedbaniu odpowiedniej selekcji zwiększyć się bardzo znacznie i cała populacja ulegnie bardzo szybko zmaskulinizowaniu. Przekonano się o tym wysiewając przez 2 lata nie selekcionowane konopie jednopienne, które w potomstwie wykazały aż 58% płaskoni i roślin jednopiennych, przeważnie o typie męskim.

Jeżeli jednak przestrzegać ściśle zasad izolacji i eliminować przed kwitnieniem cały pyłek płaskoni, pozwalając jedynie na wzajemne zapyłanie się roślin jednopiennych, to i wówczas według powyższego założenia otrzymamy zawsze około 25% czystych płaskoni i 25% głowaczy. Reszta, tzn. 50% roślin będą to formy o genotypie XXXY, na które — jak wspomniano — składać się mogą formy żeńskie o typie mieszanym, jednopienne, a nawet męskie.

Jak wskazują przeprowadzone przez nas doświadczenia, na wykształcenie tej czy innej płci i pokroju wpływają zasadniczo warunki zewnętrzne, formy XXXY mogą więc zmieniać się bardzo znacznie w miarę zmiany środowiska i przybierać ten czy inny fenotyp. Według naszych obserwacji pod wpływem dnia krótkiego część roślin XXXY może ulec tak daleko idącym zmianom, że zewnętrznie wyglądać one będą jak czyste głowacze, przy dniu długim natomiast pewna ilość osobników może przekształcić się w płaskonie. Stąd analizy genetyczne, polegające na obliczaniu stosunków liczbowych pomiędzy poszczególnymi grupami osobników, są niezmiernie utrudnione albo też w ogóle uniemożliwione.

Jako pewne potwierdzenie wysuniętej hipotezy dziedziczenia płci u konopi tetraploidalnych mógłby posłużyć fakt, że ilość płaskoni w potom-

stwie naszych form jednopiennych jest zawsze bardzo duża i mimo 8-letniej selekcji sięga jeszcze w r. 1956 prawie 19% (razem z jednopiennymi o typie mieszanym 31%).

Tabela 1 przedstawia szczegółowe wyniki selekcji prowadzonej od 1949—1956. Widać z niej, że udział płaskoni i jednopiennych o typie męskim został wprawdzie zmniejszony, ale w dalszym ciągu jest jeszcze bardzo znaczny. Należy więc wątpić, czy z tego materiału da się uzyskać przy pomocy stosowanej metody hodowlanej ustaloną odmianę jednopienną, gdyż być może, że wybrane osobniki jednopienne będą się zawsze rozszczepiać na formy niepożądane. Nie tylko bowiem rośliny jednopienne o charakterze męskim, ale również i o typie żeńskim dają w potomstwie niekorzystne rozszczepienia, co świadczy prawdopodobnie o ich heterogametycznej budowie. Mimo więc kierunkowego wyboru pojedynków nie udało się dotychczas uzyskać jednorodnej odmiany jednopiennnej, aczkolwiek zwiększono tym sposobem wyraźnie udział osobników jednopiennych o typie żeńskim.

T a b e l a 2

Procentowy udział poszczególnych typów konopi w doświadczeniu 1953 r. zasianym nasionami z tetraploidalnych główaczy

Der Prozentsatz verschiedener Pflanzentypen im Versuch von 1953 angelegt mit Samen von weiblichen Pflanzen

Nr rodu Stammnummer	Ilość główaczy Zahl der weiblichen Pflanzen	Ilość roślin jednopiennych Zahl der einhäusigen Pflanzen	Ilość płaskoni Zahl der männlichen Pflanzen
362 4 x	74,9	22,8	2,3
373 4 x	78,2	21,2	0,6
369 4 x	74,3	22,5	3,2
387 4 x	75,5	22,9	1,6
365 4 x	78,5	19,3	2,2
421 4 x	77,6	17,7	4,7
273 4 x	80,9	18,3	0,8
379 4 x	74,2	24,2	1,6
363 4 x	79,6	18,8	1,6
374 4 x	79,3	18,7	3,0
Szwedzkie 2 x			
Schwedischer Hanf 2 x	67,8	—	32,2

Inaczej kształtować się będzie płeć populacji tetraploidalnej, jeżeli zapylić główacze pyłkiem osobników jednopiennych. Wówczas w potomstwie wystąpi przeważająca ilość osobników żeńskich, o czym świadczy

złączone zestawienie oparte na przeprowadzonym doświadczeniu polowym (tab. 2).

Przypuszczalnie rozszczepienie to wynika z następującej segregacji chromosomów:

	XX	
XX	XXXX	Stosunek genotypów: 1 XXXX : 1 XXXY
XY	XXXY	

W naszym przykładzie stosunek ten nie jest zachowany, gdyż głowaczy jest we wszystkich badanych wypadkach więcej, roślin jednopiennych zaś mniej. Wynika to prawdopodobnie z niewykształcenia przez część „głowaczy“ kwiatów męskich na skutek nie sprzyjających warunków.

Jeżeli zapylenie dokonane zostało jedynie przy pomocy pyłku z roślin jednopiennych, wówczas w potomstwie płaskonie o budowie XXYY nie powinny w ogóle wystąpić. Obecność pewnej, zresztą bardzo małej ilości osobników męskich wynika prawdopodobnie z przypadkowego obcozapylenia pyłkiem męskim, względnie z pojawienia się osobników męskich o typie XXXY.

Powyższe rozważania prowadzą do wniosku, że wyhodowanie ustaloonej i wyrównanej odmiany jednopiennej winno opierać się podobnie jak u odmian diploidalnych na osobnikach o jednorodnej, homogametycznej budowie genomu (XXXX) o charakterze żeńskim, u których charakter jednopienności wynika nie z różnego układu heterochromosomów, ale z mutacji genowych. Uzyskanie odmiany jednopiennej polegałoby wówczas jedynie na doprowadzeniu do homozygotyczności tych genów w całej populacji. Ze względu na tetraploidalny charakter materiału, uzyskanie pełnej homozygotyczności trwać musi oczywiście znacznie dłużej niż u form diploidalnych. Być może, że posiadane przez nas osobniki jednopienne o czysto żeńskim pokroju noszą już ten charakter i że w przyszłości uda się na ich podstawie uzyskać wyrównaną i nie rozszczepiającą się odmianę.

WPŁYW KRÓTKIEGO DNIA NA PŁEĆ KONOPI DI- i TETRAPLOIDALNYCH

Ośmioletnie obserwacje hodowlane nad zachowaniem się konopi jednopiennych doprowadziły do wniosku, że wykształcanie się płci, aczkolwiek uwarunkowane czynnikami dziedzicznymi, uzależnione jest w dużej mierze od warunków zewnętrznych. Płaskonie i głowacze wykazujące wy-

rażne zróżnicowanie nie ulegają przy tym wcale, lub też w bardzo małym stopniu zmianom w charakterze płci, osobniki jednopiennie jednak mogą w zależności od tych czy innych warunków zewnętrznych przekształcić się w formy bardziej zbliżone do płaskoni lub główaczy. Ścisłe określenie więc składu danej populacji może mieć miejsce jedynie w różnych i ustalonych warunkach zewnętrznych.

W celu zbadania wpływu tych czynników, przeprowadzono kilka doświadczeń wstępnych, których wyniki zostaną pokrótce omówione.

Pierwszych obserwacji nad wpływem skróconego dnia na rośliny konopi dostarczyły wczesne siewy konopi jednopiennych w szklarni (połowa lutego). Siew ten miał na celu przyspieszenie rozwoju i uzyskanie w ten sposób dwóch pokoleń w ciągu roku. Jako materiał wyjściowy posłużyły nasiona z pojedyniek konopi jednopiennych, które wysiano w 20 wazonach. Obserwacje wykonane w ciągu wegetacji wykazały, że najczęściej było roślin żeńskich, mniej więcej połowa tej ilości płaskoni i nieznaczny procent osobników jednopiennych. Wykazują to poniższe cyfry:

głowacze	płaskonie	jednopiennie	razem roślin
63,8%	30,4%	5,8%	312

W tym samym roku potomstwo pojedyniek jednopiennych dało w szkółce przy siewach polowych następujące rozszczepienie:

głowacze	płaskonie	jednopiennie
60,3%	28,2%	11,5%

Wczesne siewy w szklarni wykazały więc w przeciwieństwie do polowych prawie o połowę mniejszą ilość osobników jednopiennych, natomiast nieco większą liczbę główaczy i płaskoni. Równocześnie należy zaznaczyć, że w obrębie płaskoni 13,4% ogólnej ilości wszystkich roślin posiadało kwiaty obojnacze, tzn. takie, które obok pręcików, miały słabo wykształcone słupki. Ze względu na to, że organy żeńskie były zupełnie niepłodne, rośliny te zaliczono do płaskoni tym bardziej, że tego rodzaju zjawisko, tzn. pojawianie się na płaskoniach obupłciowych kwiatów jest znane przy stosowaniu skróconego dnia (E. Matusewicz, 1953).

Dodatkowe obserwacje tego typu przeprowadzono w roku bieżącym (1956) na jednopiennych konopiach Bredemanna, wysianych do krzyżówek w wazonach. Siew nastąpił również we wczesnym terminie wiosennym. Po obliczeniu roślin okazało się, że główaczy było 85,7%, osobników jednopiennych zaś tylko 14,3%. Płaskoni nie zaobserwowano. W warunkach polowych natomiast ilość osobników jednopiennych sięgała zwykle 60% lub więcej.

Zarówno nasze obserwacje, jak i badaczy niemieckich (Huhnke, Jordan, Neuer, Sengbusch, 1950) wskazują na różne kształ-

towanie się płci roślin jednopiennych w zależności od terminu siewu i długości dnia. Wczesne siewy szklarniowe wywierają wpływ feminizujący, dzięki czemu część osobników jednopiennych nie wykształca kwiatów męskich i pozostaje czystymi głowaczami, u płaskoni natomiast działanie to zaznacza się w wykształcaniu dodatkowych niepłodnych organów żeńskich. Obserwacje te nasunęły myśl dokładniejszego zbadania tego zagadnienia przy sztucznie skróconym dniu. W tym celu założono w 1953 r. pierwsze doświadczenie tego rodzaju. Doświadczenie obejmowało potomstwo 10 roślin jednopiennych oraz konopie szwedzkie jako kontrolne. Nasiona wysiane były w rzędach co 25 cm, w rzędzie zaś w odstępach co 5 cm. Dwa rzędy na każdym poletku przykrywano budką drewnianą (około 60 roślin), rośliny na dwóch pozostałych rzędach rosły w warunkach dnia naturalnego. Osobniki nakrywane otrzymały przez 30 dni dzień skrócony do 10 godz. na dobę. Wyniki doświadczeń przedstawia tabela 3.

Z zestawienia tego widać, że wpływ krótkiego dnia przejawiał się u konopi tetraploidalnych wyraźnym przesunięciem płci w kierunku żeńskim. W potomstwie jednopiennych o typie męskim ilość głowaczy wzrosła z 44,2% na 94,2%, zaś w potomstwie jednopiennych o typie mieszanym z 41,5 na 82,5%. Pod wpływem zaciemniania w pierwszym przypadku znikły zupełnie płaskonie, w drugim ilość ich zmalała z 38,4 na 2,5%. Ilość osobników jednopiennych również wyraźnie się zmniejszyła na korzyść głowaczy. Zaciemnienie wpłynęło również na zanik form jednopiennych o typie męskim, natomiast zwiększenie się w tej grupie osobników o typie mieszanym. W obrębie głowaczy zniknęły również formy o charakterze mieszanym, a pozostały jedynie osobniki o pokroju czysto żeńskim. Rośliny dwupienne diploidalne nie wykazały pod tym względem żadnej reakcji.

Drugie doświadczenie tego samego typu założono w r. 1956 (tab. 4). W doświadczeniu tym brały udział konopie tetraploidalne pochodzące z pojedynków jednopiennych oraz głowaczy, jednopienne konopie Brede-manna (diploidalne) oraz dwupienne LKCS D. Każda forma zasiana była w jednym powtórzeniu, z czego dwa rzędy roślin rosły w warunkach dnia naturalnego, dwa były zaciemniane przez 20 dni i dwa przez 40 dni. W każdej kombinacji było około 100 roślin. Rośliny zaciemniane znajdowały się w dniu 10-godzinny. Przy rozpatrywaniu wyników zauważyć można, że u obu form tetraploidalnych w miarę zwiększania się ilości dni krótkich rosła ilość głowaczy i to w potomstwie jednopiennych roślin z 44 na 80,7%, w potomstwie zaś głowaczy z 57,1 na 90,0%. Przy kombinacji 40-dniowej jednopienne formy o typie żeńskim zanikały zupełnie i przekształcały się prawdopodobnie w czyste głowacze. Ilość płaskoni

T a b e l a 3

Wpływ krótkiego dnia na płec u konopi di- i tetraploidalnych (1953)

Kurztagwirkung auf das Geschlecht des di- und tetraploiden Hanfes (1953)

Rozszczenie w % Spaltungsver- hältnisse in % der Gesamt- pflanzen- zahl	Kombinacja Kombina- tion	Płaskonie o typie męskim Männ- chen v. männ- lichem Typus	Jednopienne o typie Einhäusige Pflanzen			Głowcze o typie Weibchen			Razem Insgesamt		
			męskim v. männ- lichem Typus	miesz- nym v. ge- misch- tem Typus	żeńskim v. weib- lichem Typus	męskim v. männ- lichem Typus	miesz- nym v. ge- misch- tem Typus	żeńskim v. weib- lichem Typus	Płasko- nie Männ- chen	Jedno- pienne Einhäu- sige Pflanzen	Głowa- cze Weib- chen
Jednopienne 4 x o typie męskim Einhäusige Pflanzen 4 x v. männlichem Typus	Kontrolne Kontrolle Zaciem- niane Verdunkelt	31.7	15.8	8.3	—	—	9.0	35.2	31.7	24.1	44.2
		—	—	5.8	—	—	—	94.2	—	5.8	94.2
		38.4	10.8	8.3	1.0	1.7	7.3	32.5	38.4	20.1	41.5
Jednopienne 4 x o typie miesz- nym Einhäusige Pflanzen 4 x v. mieszanym Typus	Kontrolne Kontrolle Zaciem- niane Verdunkelt	2.5	—	15.0	—	—	—	82.5	2.5	15.0	82.5
Dwupienne 2 x	Kontrolne Kontrolle Zaciem- niane Verdunkelt	37.5	—	—	—	—	—	62.5	37.5	—	62.5
		36.0	—	—	—	—	—	64.0	36.0	—	64.0

Tabella 4

Wpływ krótkiego dnia na pleć u konopi di — i tetraploidalnych (1956 r.)

Einfluss des Kurztages auf das Geschlecht des di — und tetraploiden Hanfes (1956 r.)

Rozszczepienie w % Spaltungsverhältnisse in Prozent	Diługość okresu zaciemnienia w dniach Länge der Kurztagbehandlung in Tagen	Plaskonie o typie Männchen			Jednopienne o typie Einhäusige Pflanzen			Głowacze o typie Weibchen				Razem Insgesamt		
		męskim Typus	mieszany Typus	żeńskim Typus	męskim Typus	mieszany Typus	żeńskim Typus	męskim Typus	mieszany Typus	żeńskim Typus	Plaskonie Männchen	Jednopienne Einhäusige Pflanzen	Plaskonie Männchen	Głowacze Weibchen
Materiał siewny Aussaatmaterial	4x	3,6	—	—	26,3	9,5	16,6	—	—	44,0	3,6	52,4	3,6	44,0
	4x	6,6	—	—	—	15,0	6,7	—	—	71,7	6,6	21,7	6,6	71,7
	40	15,8	—	—	—	3,5	—	—	—	80,7	15,8	3,5	15,8	80,7
Głowacze Weibchen	4x	5,7	—	—	1,4	11,5	22,9	1,4	—	57,1	5,7	35,8	5,7	58,5
	4x	1,6	—	—	1,6	4,8	20,6	—	—	71,4	1,6	27,0	1,6	71,4
	40	5,0	—	—	—	5,0	—	—	—	90,0	5,0	5,0	5,0	90,0
Jednopienne Bredemanna Bredemanns einhäusiger Hanf	2x	—	—	0,9	—	—	79,8	—	—	19,3	0,9	79,8	0,9	19,3
	2x	—	—	3,8	—	—	61,6	—	—	34,6	3,8	61,6	3,8	34,6
	40	—	—	—	—	—	4,2	—	—	95,8	—	4,2	—	95,8
LKCS dwupienne LKCSD zweihäusige	2x	42,4	—	—	—	—	—	—	—	57,6	42,4	—	42,4	57,6
	2x	33,8	—	—	—	—	—	—	—	66,2	33,8	—	33,8	66,2
	40	47,9	—	—	—	—	—	—	—	52,1	47,9	—	47,9	52,1

pozostawała mniej więcej taka sama, czyli że nie wykazywały one jakiejś określonej reakcji na skutek działania skróconego dnia.

Jednopienne konopie *Bredemanna* (diploidalne) miały wszystkie charakter żeński i nie zawierały form o typie pośrednim tak, jak konopie tetraploidalne. Wpływ krótkiego dnia ujawnił się więc u nich tylko w zmianie płci, a nie typu rośliny. Podobnie jak u konopi tetraploidalnych zauważyć można było zwiększenie się ilości osobników żeńskich kosztem form jednopiennych.

W przeciwieństwie do konopi jednopiennych odmiana dwupienna LKCS D nie wykazywała określonego wpływu skróconego dnia. Wprawdzie przy 20-dniowej kombinacji ilość głowaczy była o 11% większa niż w kontrolnej, ale przy 40-dniowej znów spadła. Wahania te mają prawdopodobnie charakter przypadkowy.

Mimo, że omówione doświadczenie przeprowadzone było, podobnie zresztą jak i poprzednie, w jednym tylko powtórzeniu, ta sama tendencja w reakcji i podobne wyniki obu doświadczeń pozwalają niewątpliwie stwierdzić, że skrócony dzień wpływa zarówno na zmianę w wykształcaniu się płci, przesuwając ją wyraźnie w kierunku żeńskim i hamując powstawanie organów męskich, jak również powodując zmiany w pokroju roślin i zmniejszenie ilości form o typie męskim. Dane te wskazują, że zarówno płeć jak i typ rośliny uwarunkowane są wprawdzie czynnikami dziedzicznymi, ale wykształcenie tej lub innej płci zależy od odpowiednich czynników zewnętrznych. Te same rośliny, które w warunkach dnia długiego wykształciłyby obok organów żeńskich kwiaty męskie, przy dniu krótkim tworzą tylko organy żeńskie.

Odwrotnie płaskonie nie tylko, że wykazują opóźnienie w rozwoju organów wegetatywnych, ale tworzące się w dniu nadmiernie skróconym pylniki są często zdegenerowane i posiadają niedorozwinięty i niepłodny pyłek. Często wykazują one na końcach czerwone antocjanowe zabarwienie, wysuwają się tylko do połowy okwiatu i nie pękają. W porównaniu do roślin żeńskich, płaskonie kwitną o parę dni później. Jak już wspomniano, na płaskoniach i roślinach jednopiennych pojawiają się kwiaty obojnacze o niepłodnych słupkach (ryc. 3).

Podsumowując można więc stwierdzić, że nadmiernie skrócony dzień hamuje rozwój płci męskiej stymulując równocześnie wykształcanie organów żeńskich. Pokrój roślin przybiera poza tym charakter bardziej żeński, czyli krótki dzień, również i w tym wypadku, wywiera wpływ feminizujący.

Opisane dotąd wyniki dotyczą głównie obserwacji na roślinach bezpośrednio zaciemnianych. Należy przy tym zaznaczyć, że zabieg ten stosowano zaraz po wzejściu roślin, w zależności od kombinacji przez 20

względnie przez 40 dni. Rośliny wykazywały wówczas charakterystyczne dla krótkiego dnia zmiany, tzn. bardzo ciemne zabarwienie, sztywność i kruchość liści, wyraźnie skrócony wzrost (nieraz do 40 cm) oraz pewne zniekształcenia blaszki liściowej. Nie wchodząc bliżej w opis tych zmian, które opracowane są już dokładniej przez innych autorów (E. Matusewicz), stwierdzić tylko można, że 10-godzinny dzień wpłynął na przekształcenie cech morfologicznych zarówno w kombinacji 20-dniowej, jak i 40-dniowej. W ciągu dalszego rozwoju rośliny znajdowały się już

Ryc. 3. Obojnaczy kwiat rośliny męskiej posiadający niepłodny słupek

Diözyische Blüte einer männlichen Pflanze mit steriler Fruchtknote

w dniu długim, który modyfikował wyraźnie zmienione pod wpływem dnia krótkiego właściwości. Wpływ dnia długiego ujawnił się głównie w kombinacji 20-dniowej, w której zaciemnienie trwało krócej. Obie formy tetraploidalne zachowały się przy tym podobnie. Po pewnym czasie mianowicie rośliny zaczęły wypuszczać boczne pędy, bardzo silnie się rozgałęziając. Część tych pędów była wyraźnie zmieniona i słabo ulistniona. Liście były najczęściej pojedyncze, ciemnozielone i nieraz pozwijane do wewnątrz (ryc. 4 i 5). Ciekawym był fakt, że pewna, znaczna ilość roślin nie tworzyła zupełnie kwiatów, względnie znikomą ich ilość. Organy generatywne i to zarówno męskie, jak i żeńskie tworzyły się wówczas pojedynczo, w pachwinach liści. Rośliny takie często nie tworzyły zupełnie wiechy kwiatowej (ryc. 6). Krótki dzień wykazywał więc w tym wypadku wyraźne działanie następcze i to wpływając zarówno na morfologię liści, jak i hamując rozwój organów generatywnych. W tym wypadku jednak zahamowaniu temu ulegały nie tylko kwiaty męskie, ale również i żeńskie. Zjawisko to jest prawdopodobnie wynikiem nagłej zmiany

w warunkach zewnętrznych, czyli przeniesienia roślin z nadmiernie skróconego dnia w dzień długi. Równowaga fizjologiczna i rozwojowa roślin może być wówczas silnie zachwiana, a kumulatywne działanie następcze dnia krótkiego oraz wpływ dnia długiego jest być może przyczyną tego rodzaju patologicznych objawów. Ciekawe jest, że zjawisko to zachodzi głównie u form tetraploidalnych oraz jednopiennych Bredemanna, u konopi LKSD natomiast w znacznie słabszym stopniu. Jak widać z za-

Ryc. 4. Tetraploidalna roślina konopi o zmienionych pędach. Widoczne słabe ulistnienie, pojedyncze i zniekształcone blaszki liściowe (20 dni krótkich, a następnie dzień naturalny)

Eine tetraploide Pflanze mit anormalen Verzweigungen, schwacher Belaubung und deformierten Einzelblättern (20 Kurztage und später Normaltag)

Ryc. 5. Tetraploidalna roślina konopi o zmienionych pod wpływem zróżnicowanej długości dnia pędach bocznych. Liście pojedyncze silnie zwinięte i zdeformowane. Brak kwiatostanu głównego (20 dni krótkich, potem dzień naturalny)

Eine tetraploide Pflanze deren Verzweigungen durch verschieden langen Tag verändert wurden. Einzelblätter stark gerollt und deformiert. Der Hauptspross fehlt (20 Kurztage und später Normaltag)

łączonego opisu (tab. 5), przerosty wegetatywne wystąpiły u tetraploidalnych konopi tylko w kombinacji 20-dniowej, w 40-dniowej natomiast zahamowanie wzrostu było widocznie tak silne, że rośliny te nie potrafiły już zmienić swojego pokroju na skutek dnia długiego i bardzo szybko

Tabela 5

Wpływ różnej długości dnia na cechy morfologiczne konopi (1956 r.)
Einfluss verschiedener Tageslänge auf die morphologischen Eigenschaften des Hanfes (1956)

Odmiana—Sorte	Długość okresu zaciemnienia w dniach Länge der Kurztagbehandlung in Tagen	Zmiany cech morfologicznych. Veränderungen der morphologischen Eigenschaften
Jednopienne 4x Einhäusige	Kontr. 20	Rośliny normalne — Normalpflanzen Rośliny silnie skrócone o dużej ilości słabo ulistnionych pędów. Liście na pędach bocznych pojedyncze, nieraz poskręcane. Duża ilość roślin nie wytwarza kwiatów Pflanzen stark verkürzt mit vielen schwach belaubten Schösslingen. Blätter an den Seitenschösslingen oft einzeln und gerollt. Viele Pflanzen sind ohne Blüten.
	40	Rośliny bardzo silnie skrócone o pokroju żeńskim, bez bocznych pędów. Pflanzen sehr stark verkürzt, von weiblichen. Typus, ohne Seitenschösslingen.
Głowacze 4x Weibchen 4x	Kontr. 20	Rośliny normalne. — Normalpflanzen Rośliny silnie skrócone o dużej ilości słabo ulistnionych bocznych pędów. Liście na pędach bocznych pojedyncze, nieraz poskręcane. Bardzo duża ilość roślin nie wytwarza organów generatywnych.—Pflanzen stark verkürzt mit vielen schwach belaubten Seitenschösslingen Blätter an den Schösslingen oft einzeln und gerollt. Sehr viele Pflanzen bilden keine generativen Organe.
	40	Rośliny bardzo silnie skrócone, o pokroju żeńskim, bez bocznych pędów. Pflanzen sehr stark verkürzt, von weiblichem Typus, ohne Seitenschösslingen
Jednopienne Bredemana 2x Bredemanns Einhäusiger Hanf 2x	Kontr. 20	Rośliny normalne — Normalpflanzen Rośliny o typie żeńskim, częściowo skrócone, początkowo wiecha silnie zbita, potem wyciąga się i jest bardzo luźna. Część roślin o znikomej ilości kwiatów. Pflanzen von weiblichem Typus, teilweise verkürzt. Anfangs der Blütenstand stark verkürzt, später locker. Ein Teil der Pflanzen bildet keine generat. Organe.
	40	Rośliny bardzo silnie skrócone o pokroju żeńskim bez bocznych pędów. Pflanzen sehr stark verkürzt, von weiblichen Typus, ohne Seitenschösslingen.
LKCSO dwupienne 2x LKCSO zweihäusig 2x	Kontr. 20	Rośliny normalne — Normalpflanzen Rośliny średnio wysokie, boczne pędy normalne i bardzo liczne. Niektóre rośliny zawiązują bardzo małą ilość kwiatów — Pflanzen von mittlerer Höhe, Seitenschösslinge normal und sehr zahlreich. Einige Pflanzen bilden sehr wenig Blüten.
	40	Rośliny skrócone. Boczne pędy luźne o zmienionych pojedynczych liściach. Pflanzen verkürzt Seitenschösslinge locker, mit veränderten Blättern.

Ryc. 6

Ryc. 7

Ryc. 6. Roślina tetraploidalna bez organów generatywnych. Zmieniony pęd o pojedynczych szerokich blaszkach liściowych (20 dni krótkich, potem dzień naturalny) — Eine tetraploide Pflanze ohne generative Organen. Ein veränderter Spross mit breiten Einzelblättern (20 Kurztage und später Normaltag).

Ryc. 7. Konopie diploidalne zmienione pod wpływem skróconego dnia. Widoczna pewna ilość odgałęzień bocznych o normalnie wykształconych liściach (20 dni krótkich, a potem dzień naturalny). — Diploide Hanfpflanze durch den Kurzttag verändert. Eine grosse Zahl von Verzweigungen mit normalen Blättern (20 Kurztage u. später Normaltag).

Ryc. 8. Konopie jednopienne diploidalne Bredemans zmienione pod wpływem zróżnicowanej długości dnia. Kwiatostan silnie wydłużony i luźny o pojedynczych, częściowo zmienionych liściach (20 dni krótkich, potem dzień naturalny). Diploider Bredemans einhäusiger Hanf durch verschieden langen Tag verändert. Blütenstand stark verlängert und locker mit teilweise veränderten Einzelblättern (20 Kurztage und später Normaltag).

Ryc. 8

zakończyły swoją wegetację. U konopi dwupiennych pojawienie się zmienionych bocznych pędów nastąpiło natomiast dopiero w kombinacji 40-dniowej. Przy krócej trwającym zaciemnieniu, ilość pędów bocznych była wprawdzie bardzo duża (ryc. 7) i przewyższała pod tym względem znacznie rośliny tetraploidalne, ale pędy te były normalne i nie wykazywały już wtórnego działania dnia krótkiego. Rozwój kwiatów był w kombinacji tej (po przerwaniu działania dnia krótkiego) również silnie zahamowany, a część roślin w ogóle nie wytworzyła pędów generatywnych.

Nieco inaczej zachowały się konopie jednopiennie Bredemanna. Pod wpływem dnia krótkiego trwającego 20 dni długość roślin uległa wyraźnemu skróceniu, potem jednak zbita i krótka wiecha bardzo się wydłużyła i powstało na niej szereg zmienionych, jednodzielnych liści (ryc. 8). Przy 40-dniowej kombinacji, podobnie jak i u form tetraploidalnych, wpływ krótkiego dnia był tak duży, że boczne pędy już się w ogóle nie wytworzyły.

Te ciekawe obserwacje wskazują na to, że rośliny mogą wyraźnie zmieniać swój fenotyp w zależności od warunków zewnętrznych. Krótki dzień, który działa bezpośrednio na przyspieszenie rozwoju generatywnego, gdy po jego działaniu przenieść rośliny w warunki dnia długiego, może wpłynąć niekorzystnie na tworzenie się organów generatywnych lub zupełnie zahamować ich powstawanie. Konopie tetraploidalne są bardziej wrażliwe na następce działanie krótkiego dnia niż rośliny diploidalne, dwupiennie, ponieważ zmienione pędy boczne powstawały u nich już w kombinacji 20-dniowej, podczas gdy u form dwupiennych dopiero po 40 dniach krótkich. W kombinacji 40-dniowej natomiast tetraploidalne formy zareagowały na skrócony dzień tak silnym zahamowaniem wegetacji, że nie wypuściły już żadnych pędów bocznych.

ANALIZY CYTOLOGICZNE

Celem bliższego zbadania wpływu dnia krótkiego na kształtowanie się organów męskich i pyłku przeprowadzono analizy cytologiczne na materiale konopi jednopiennych wysadzonych w r. 1956 w szklarni oraz w omówionym powyżej doświadczeniu. Rośliny pochodzące z wazonów obserwowano w ciągu całego okresu kwitnienia, biorąc do analizy pyłek z wykształconych w różnym czasie pylników. Przy każdej analizie liczono około 150 ziarn pyłku, czyli że ostateczne średnie oparte są na 300 obserwacjach. Z zamieszczonego zestawienia widać (tab. 6), że wcześniejsze pylniki czyli te, które rozwijały się w sztucznie skróconym dniu, posiadały pyłek słabo wykształcony i po większej części pusty. Ilość tego pyłku była jednak podobna jak w pylnikach rozwijających się w normalnych warunkach. Przypuszczać więc należy, że skrócony dzień nie ha-

mował samego tworzenia się komórek generatywnych, ale wpływał tylko niekorzystnie na ich dalszy rozwój i płodność.

Wykonana po 20 dniach analiza na późniejszych pylnikach wykazała, że pyłek był lepiej wykształcony i wykazywał większą płodność (średnio 82,7% żywotnych ziarn pyłku). Wy tłumaczyć to można tym, że rozwój pylników późniejszych zachodził już w dniu dłuższym, normalnym. Obniżenie więc płodności pyłku spowodowane jest nadmiernie skróconym dniem i ma charakter czysto fizjologiczny.

Płodność pyłku kwiatów obojnaczych była w jednym wypadku bardzo dobra, w drugim słaba. Przypuszczać można, że w tym drugim przypadku kwiaty były wcześniejsze i rozwijały się w dniu krótszym. Obecność słupka nie ma prawdopodobnie ujemnego wpływu na wykształcanie się pyłku.

Tabela 6

Ilość płodnych ziarn pyłku roślin zaciemnianych w procentach
Zahl der fertilen Pollenkörner der verdunkelten Pflanzen im Prozent

	Data pró- by Proben- datum	I powtórzenie I Wiederholung		II powtórzenie II Wiederholung		Średnio Durchschnittlich	
		Pyłek płod- ny Fertile Pol- lenkörner	Pyłek pusty Sterile Pol- lenkörner	Pyłek płod- ny Fertile Pol- lenkörner	Pyłek pusty Sterile Pol- lenkörner	Pyłek płod- ny Fertile Pol- lenkörner	Pyłek pusty Sterile Pol- lenkörner
Pylniki najwcześ- niejsze Früheste Staub- beutel	15. V.	31,7	68,3	3,9	96,1	17,8	82,2
Pylniki późniejsze Spätere Staubbeu- tel	4. VI.	77,3	22,4	88,1	11,9	82,7	17,3
Pylniki z kwiatów obojnaczych Staubbeutel von den zwittrigen Blüten		99,1	0,9	56,1	43,9	77,6	22,4

Równocześnie przeprowadzono podobne analizy na roślinach w doświadczeniu ze sztucznie skróconym dniem (tab. 7). Podobnie jak i poprzednio okazało się, że przy dniu krótkim ilość pustego pyłku znacznie wzrastała i to tym intensywniej, im bardziej przedłużało się zaciemnienie. U roślin dwupiennych obniżenie płodności pyłku nastąpiło tylko w 40-dniowej kombinacji.

Uzupełnieniem badań cytologicznych było przeprowadzenie analizy podziałów redukcyjnych. Dotyczyły one konopi jednopiennych oraz odmiany LKCS D. Dla każdej kombinacji przeprowadzono ok. 25 analiz pojedynczych komórek.

T a b e l a 7

Wpływ krótkiego dnia na wielkość komórek i płodność pyłku u konopi
 Einfluss des Kurztages auf die Zellengrösse und Pollenfertilität

Odmiana Sorte	Długość okresu zaciemnia- nia w dniach Dauer der Kurztagebe- handlung in Tagen	Długość komórek szparko- wych w μ Länge der Spaltöff- nungszellen in μ	Średnica pyłku w μ Pollen- durch- messer in μ	Ilość nie- płodnych ziarn pyłku w % Zahl der sterilen Pollen- körner in %
Jednopienne 4x	Kontr.	34,0	32,8	1,9
Einhäusige Pfl. 4x	20	34,6	30,9	19,2
	40	40,9	32,3	35,6
Głowacze 4x	Kontr.	36,3	28,0	8,9
Weibchen 4x	20	38,4	25,5	38,4
	40	44,0	28,6	87,1
Jednopienne Bredemanna 2x	Kontr.	28,0	25,0	4,2
Bredemanns einhäusiger Hanf 2x	20	27,1	26,1	4,6
	40	29,6	23,6	82,9
LKCSD dwupienne 2x	Kontr.	24,8		
LKCSD zweihäusig 2x	20	24,0		
	40	33,8		
Najmniejsza różnica udowodniona Grenzliche Diff.		3,3	4,0	

T a b e l a 8

Analiza podziałów redukcyjnych zaciemnianych roślin konopi di- i tetraploidalnych
 Analyse der Reduktionsteilungen der verdunkelten di- und tetraploiden Hanfpflanzen

Rośliny — Pflanzen	Długość okresu zaciemnienia w dniach Länge der Kurztagebe- handlung	Ilość — Anzahl der			
		uniwalent. w % Univalenten	biwalentów w % Bivalenten	triwalentów w % Trivalenten	kwadriwal. w % Quadrival.
Jednopienne 4x	Kontr.	—	96,5	—	3,5
Einhäusige 4x	20	7,7	86,7	2,8	2,8
	40	2,3	89,5	1,8	6,4
LKCSD 2x dwupienne	Kontr.	—	100	—	—
LKCSD 2x zweihäusig	20	—	100	—	—
	40	2,0	98,0	—	—

Miarą regularności podziałów redukcyjnych jest grupowanie się chromosomów w biwalenty. Im więcej biwalentów, tym regularniejszy jest podział, a pyłek powstający na tej drodze płodniejszy. Odwrotnie, im więcej niezgrupowanych chromosomów, czyli uniwalentów, względnie grup po 3 i 4 chromosomy, tym zaburzenia w obrębie mejozy są większe.

Obserwując wyniki przeprowadzonych analiz widać (tab. 8), że różnice w ilości poszczególnych multiwalentów są nieduże, aczkolwiek spostrzec można, że ilość biwalentów jest nieco niższa u roślin znajdujących się pod działaniem dnia krótkiego. Równocześnie z obniżaniem się ilości biwalentów pojawia się pewna ilość uniwalentów i wzrasta liczba tri- i kwadriwalentów. Załączona rycina przedstawia chromosomy konopi tetraploidalnych w czasie mejozy (ryc. 9).

Ryc. 9. Chromosomy konopi di- i tetraploidalnych w czasie podziałów redukcyjnych
Chromosomen des di- und tetraploiden Hanfes während der reduktionsteilungen.

U konopi diploidalnych podziały miały regularniejszy przebieg niż u tetraploidów. Zarówno u roślin kontrolnych, jak i zaciemnianych przez 20 dni wszystkie chromosomy zgrupowane były w biwalentach, przy 40-dniowej kombinacji jednak 2% chromosomów pozostawało niepołączonych, w postaci luźnych uniwalentów.

Poza samymi podziałami redukcyjnymi przeprowadzono jeszcze obserwacje nad tworzeniem się tetrad i obecności w nich tzw. mikrojąder, powstających na skutek nierozchodzenia się chromosomów na bieguny. W obrębie roślin pochodzących z pojedynk jednopiennych zauważono, że przy 20-dniowej kombinacji pewna, znikoma ilość komórek wykazywała obecność mikrojąder, których nie było w kombinacji 40-dniowej. W kombinacji tej jednak, mniej więcej w połowie komórek zauważono

podczas mejozy jedyncze uniwalenty leżące poza płytką metafazalną. Być może, że były one później resorbowane przez plazmę i nie pojawiały się w tetradach w postaci mikrojąder.

U roślin zaciemnianych tetrady formowały się na ogół dość regularnie, aczkolwiek znajdowano nieraz, zwłaszcza w kombinacji 20-dniowej zgrupowania z pięciu względnie trzech komórek. U roślin diploidalnych nie zauważono podobnych zmian. Zarówno normalne wykształcanie się tetrad, jak i brak mikrojąder wskazywał u tych ostatnich na dość regularny przebieg mejozy.

Ponieważ dotychczasowe obserwacje wykazują tylko nieznaczne zaburzenia w przebiegu podziałów redukcyjnych, sądzić można, że niepłodność pyłku i nienormalne wykształcanie się pylników wynika raczej z opóźnienia i częściowego zahamowania rozwoju organów męskich i pyłku niż z wywołanego skróconym dniem nieregularnego przebiegu samych procesów cytologicznych. Wpływ krótkiego dnia jest ponadto krótkotrwały i nie ma działania następczego. W momencie, gdy przerwie się zaciemnianie, wytwarzające się już później, w normalnych warunkach pylniki i pyłek są zupełnie normalne i płodne.

Poza badaniami nad podziałami redukcyjnymi i płodnością pyłku przeprowadzono dodatkowo analizy dotyczące wielkości komórek. Wykonano je, mierząc długość komórek szparkowych oraz średnicę pyłku. Uwzględniono przy tym po 5 roślin z każdej kombinacji, mierząc na każdej roślinie po 10 szparek oddechowych i średnicę 10 ziarn pyłku. Na podstawie wyników załączonych w tab. 7 łatwo można stwierdzić, że wielkość pyłku nie uległa zmianie na skutek sztucznie skróconego dnia, natomiast długość komórek szparkowych wyraźnie wzrosła, zwłaszcza w kombinacji 40-dniowej. Zjawisko to zachodzi u wszystkich badanych form konopi. Stosunkowo najslabszą reakcję przejawiają pod tym względem konopie Bredemanna, u wszystkich innych różnice między kombinacją 40-dniową a kontrolną są udowodnione.

Fakt, że na skutek skróconego dnia zwiększają się wymiary komórek wegetatywnych jest niezmiernie interesujący. Najwidoczniej wzrost komórek ma różny przebieg w zależności od długości dnia. Być może nawet, że zachodzi tu somatyczne zdwojenie liczby chromosomów, czego wynikiem jest zawsze zwiększenie objętości komórek. Niestety nie udało się tego stwierdzić cytologicznie, gdyż w analizowanych liściach nie zachodziły już podziały mitotyczne.

Na wielkość komórek generatywnych i ewentualne zmiany w ilości ich chromosomów długość dnia nie wywiera widocznego wpływu, co wykazały omówione powyżej wyniki. Krótki dzień nie może więc wywołać u konopi trwałych zmian dziedzicznych, gdyż ewentualne zdwojenie liczby chromosomów mogłoby jedynie dotyczyć organów wegetatywnych.

DOŚWIADCZENIA Z WPŁYWEM RÓŻNEGO TERMINU SIEWU I ŚRODOWISKA
NA PŁEĆ U KONOPI

Wpływ różnej długości dnia na konopie jednopiennie zaznaczył się w naszych doświadczeniach bardzo wyraźnie, powodując przekształcenie się płci i typu roślin oraz zmiany różnych cech morfologicznych i anatomicznych. Chcąc stwierdzić, czy i w naturalnych warunkach można uzyskać podobne zróżnicowanie, zaprojektowano doświadczenie z różnymi terminami siewu. Jako materiału siewnego użyto nasion z tetraploidalnych pojedynk jednopiennych, wysiewając je na poletkach o powierzchni 5 m² co 15 dni. Pierwszy wysiew nastąpił 15.4., ostatni 1.6. Niestety z powodów od nas niezależnych nie wykonano już projektowanych siewów w późniejszych terminach. Jak widać z zestawienia (tab. 9), ilość czystych główaczy w ostatnim terminie siewu 1.6. wyraźnie zmalała, wzrosła natomiast, w porównaniu z dwoma poprzednimi terminami, ilość płaskoni. W obrębie osobników jednopiennych ilość form o typie męskim zmniejszała się, natomiast o pokroju żeńskim wzrastała. Niezgoda ta w stosunku do poczynionych poprzednio obserwacji jest jednak tylko pozorna. Wzrastanie ilości osobników o typie żeńskim przypisywać bowiem można temu, że część „główaczy“ zaliczana poprzednio do grupy osobników żeńskich wykształciła kwiaty męskie i dlatego powiększyła w ten sposób ilość roślin jednopiennych. Odwrotnie, zmniejszenie się ilości roślin jednopiennych o typie męskim przypisać można temu, że pewna ilość tych osobników na skutek wydłużającego się dnia nie wykształciła kwiatów żeńskich i stąd zaliczona została do płaskoni. Przeprowadzone doświadczenie potwierdza więc w zupełności poprzednio poczynione spostrzeżenia, że w miarę przedłużania się dnia, czyli w miarę opóźniania się siewu płeć konopi jednopiennych ulega coraz to większemu przesunięciu w kierunku męskim. Dalsze terminy siewu, które przypadłyby na II połowę czerwca, lipiec i sierpień miałyby już prawdopodobnie tendencję przeciwną, tzn. wywierałyby wpływ feminizujący.

Obserwacje polowe nad zachowaniem się roślin jednopiennych w szkołkach wskazują również na możliwość zmiany typu i płci tej samej rośliny w zależności od otaczających ją czynników zewnętrznych. Wybierane w szkołce przed kwitnieniem osobniki jednopienne mają charakter żeński, rośliny zaś o typie męskim są zawczasu usuwane. Wyselekcjonowane do dalszej hodowli i zaetykietowane pojedynki zmieniają jednak często swój pokrój, wytwarzając w miarę dalszego rozwoju boczne pędy o typie rozstrzelonej wiechy płaskoni i dużej ilości kwiatów męskich. Równocześnie na główaczach posiadających początkowo tylko kwiaty żeńskie, powstaje pod wpływem coraz to dłuższego dnia pewna ilość pylników. Pod wpływem więc wydłużającego się dnia cała populacja ulega

T a b e l a 9

Wpływ różnego terminu siewu na płeć u konopi tetraploidalnych. Materiał siewny: nasiona roślin jednopiennych.

Baborówko (1956 r.)

Einfluss verschiedenes Saattermines auf das Geschlecht des tetraploiden Hanfes. Aussaatmaterial: Samen aus einhäusigen Pflanzen. Baborowko (1956)

Data siewu Aussaattermin	Rozszerzenie w % Spaltungsver- hältnisse in prozent der Gesamt- pflanzen- zahl	Plaskonie o typie Männchen		Jednopienne o typie Einhäusige Pflanzen			Głowacze o typie Weibchen		R a z e m I n s g e s a m t			Ilość roślin
		męskim v. männ- lichem Typus	żeńskim v. weib- lichem Typus	męskim v. männ- lichem Typus	miesz- nym v. ge- misch- tem Typus	żeńskim v. weib- lichem Typus	męskim i mieszanym v. männ- lichem u. gemisch- tem Typus	żeńskim v. weib- lichem Typus	plaskonie Männ- chen	jedno- pienne einhäu- sige Pflanzen	gło- wacze Weib- chen	
15.IV.		23.8	—	8.7	5.9	12.6	0.5	48.5	23.8	27.2	49.0	404
1.V.		19.2	0.2	7.5	2.0	20.8	—	50.3	19.4	30.3	50.3	350
15.V.		17.6	0.9	3.1	1.6	24.0	0.7	52.1	18.5	28.7	52.8	445
1.VI.		23.3	1.3	2.8	—	28.7	—	43.9	24.6	31.5	43.9	471

T a b e l a 10

Kształtowanie się płci konopi tetraploidalnych w zależności od miejscowości. Materiał siewny: nasiona z roślin jednopiennych (1956 r.)

Einfluss des verschiedenen Standortes auf das Geschlecht des tetraploiden Hanfes.

Aussaatmaterial: Samen aus einhäusigen Pflanzen (1956)

Rozszczenie potomstwa w % Spaltungsverhältnisse in der Nachkom- menschaft in Pro- zent der Gesamt- pflanzenzahl Miejscowość i powiat Ort und Bezirk	Plaskonie o typie Mężnchen		Jednopienne o typie Einhäusige Pflanzen			Głowacze o typie Weibchen		Razem Insgesamt			Ilość roślin Zahl der Pflanzen	
	męskim Typus	żeńskim Typus	męskim Typus	v. męskim Typus	mieszanym Typus	żeńskim Typus	męskim i mieszanym v. męskim u. ge- mischtem Typus	żeńskim v. weiblichem Typus	Plaskonie Mężnchen	Jednopienne Einhäusige Pflanzen		Głowacze Weibchen
Strugi pow. Sochaczew	19.8	—	—	—	—	21.0	—	59.3	19.8	21.0	59.3	162
Smolice pow. Gostyń	7.1	—	9.1	1.0	—	6.1	2.5	74.3	7.1	16.2	76.7	198
Minikowo pow. Bydgoszcz	13.0	—	7.3	0.6	—	12.4	0.6	66.1	13.0	20.3	66.7	177
Nagradowice pow. Środa	12.6	—	3.0	2.5	—	15.1	0.5	66.3	12.6	20.6	66.8	199
Puławy pow. Puławy	25.6	—	3.7	0.5	—	32.5	—	37.7	25.9	36.7	37.7	191
Złotów pow. Złotów	18.7	—	3.2	—	—	28.8	0.9	48.4	18.7	32.0	49.3	219
Baborówko pow. Szamotuły	19.2	0.2	7.5	2.0	—	20.8	—	50.3	19.4	30.3	50.3	350

Tabela 11

Kształtowanie się płci konopi tetraploidalnych w zależności od miejscowości. Materiał siewny: nasiona z głowaczy (1956 r.)
 Einfluss verschiedenes Standortes auf das Geschlecht des tetraploiden Hanfes. Aussaatmaterial:
 Samen aus weiblichen Pflanzen (1956)

Rozszczepienie w % Spaltungsverhältnis in Prozent zent der Gesamt-pflanzenzahl	Płaskonie o typie Männchen		Jednopienne o typie Einhäusige Pflanzen			Głowacze o typie Weibchen		R a z e m I n s g e s a m t			Ilość roślin Zahl der Pflanzen
	męskim v. mäännlichem Typus	żeńskim v. weiblichem Typus	męskim v. männlichem Typus	mieszanym v. gemischtem Typus	żeńskim v. weiblichem Typus	męskim i mieszanym v. männlichem u. gemischtem Typus	żeńskim v. weiblichem Typus	Płaskonie Männchen	Jednopienne Einhäusige Pflanzen	Głowacze Weibchen	
Miejscowość i powiat Ort und Bezirk	9.9	—	—	—	19.2	70.9	—	9.9	19.2	70.9	172
Strugi pow. Sochaczew	19.1	—	6.8	2.6	12.2	58.7	1.6	19.1	20.6	60.3	189
Smolice pow. Gostyń	15.5	—	6.1	2.8	9.9	62.9	2.8	15.1	18.8	65.7	213
Minikowo p. Bydgoszcz	15.3	1.0	5.4	2.0	14.9	60.9	0.5	16.3	22.3	61.4	202
Nagradowice pow. Środa	7.1	—	11.6	—	23.2	58.1	—	7.1	34.8	58.1	198
Złotów pow. Złotów	17.5	0.6	8.8	2.6	19.4	51.1	—	18.1	30.8	51.1	339
Baborówko p. Szamotuły											

częściowemu zmaskulinizowaniu, czyli płęć jej przesuwają się w kierunku męskim.

Celem stwierdzenia, czy różne warunki klimatyczne i siedliskowe mają również wpływ na płęć u konopi, porównano zachowanie się potomstwa pojedynków jednopiennych oraz tetraploidalnych główaczy w różnych punktach kraju (tab. 10 i 11). Pragnę w tym miejscu podziękować serdecznie wszystkim kierownikom stacji hodowlanych i doświadczalnych, którzy bezinteresownie podjęli na swoich placówkach trud założenia, pielęgnacji i zbioru poletek porównawczych.

Mimo, że wszystkie stacje otrzymały taki sam materiał siewny i dokonały zasiewu w podobnym terminie (około 1 maja), różnice w wykształcaniu płci były dość znaczne. Największą ilość główaczy wykazała próba ze Smolic, najmniejszą (o 50% mniej) Puławy. Ilość osobników męskich wahała się w znacznie mniejszym stopniu, kształtując się średnio na poziomie około 16,0%, jednopiennych zaś nawęcej wykazały Puławą (aż 36,7%), Złotów i Baborówko.

Znacznie mniejsze wahania dały się zaobserwować w obrębie potomstwa główaczy (tab. 11). Ilość osobników żeńskich wahała się tu od 51 do 63% z wyjątkiem Stacji Selekcji Roślin Strugi, w której próby były jednak przedwcześnie zebrane i dlatego wyniki tamtejsze są niemiarodajne. Podobnie jak poprzednio ilość płaskoni nie ulegała dużym zmianom w zależności od miejscowości z wyjątkiem Złotowa, gdzie była ona bardzo niska. Procent roślin jednopiennych natomiast kształtował się znów na najwyższym poziomie dla Baborówka i Złotowa (brak niestety Puław). Ze względu na to, że doświadczenie miało charakter obserwacyjny i założone było w jednym powtórzeniu, nie można było przeprowadzić analizy statystycznej i udowodnić, czy różnice między poszczególnymi punktami kraju są istotne czy też nie. To samo dotyczy także doświadczenia z różnymi terminami siewu. O ile jednak w ostatnim widać określoną tendencję w wykształcaniu się płci w miarę opóźniania zasiewów, o tyle przy porównaniu próbek z poszczególnych punktów kraju, oprócz Złotowa i Baborówka, u których występuje w obu wypadkach (potomstwo główaczy i roślin jednopiennych) zwiększona ilość jednopiennych, nie zaobserwowano dotychczas określonego wpływu środowiska na płęć.

DYSKUSJA WYNIKÓW

Rozważając wyniki tych fragmentarycznych doświadczeń i obserwacji trudno jeszcze określić dokładnie, jaki jest mechanizm dziedziczenia płci u konopi di- i tetraploidalnych oraz jaka jest jego zależność od czynników zewnętrznych. Można by jednak postawić następującą hipotezę roboczą: Konopie jednopienne są to formy, które posiadają zdolność wytwarzania kwiatów obojga płci, co uzależnione jest jednak od panują-

cych czynników zewnętrznych. Są więc one interseksami, u których ujawnienie się cech jednopienności następuje tylko w odpowiednich warunkach zewnętrznych; natomiast w warunkach niesprzyjających wytwarzają się kwiaty tylko jednej płci: żeńskiej lub męskiej. Określenie właściwości tych osobników na podstawie ich fenotypu może być więc zupełnie niewłaściwe, gdyż w niesprzyjających warunkach rośliny jednopienne mogą być fenotypowo główaczami lub płaskoniami. Należy je jednak wyraźnie odróżnić pod względem genotypowym od czystych główaczy i płaskoni występujących również w potomstwie roślin jednopiennych.

Wpływ czynników zewnętrznych dotyczy nie tylko wykształcenia tej czy innej płci kwiatów, ale również i pokroju roślin. Ulega on mianowicie maskulinizacji w miarę coraz to dłuższego dnia, natomiast przesunięcia w kierunku żeńskim przy dniu krótkim. Dowodem na to jest fakt, że w warunkach nadmiernie skróconego dnia ilość osobników żeńskich może sięgać do 90%, podczas gdy przy długim dniu jest ich ok. 40—50% względnie mniej. Podobne zjawisko zauważył K a t a y a m a (1953) na szpinaku, u którego krótki dzień powodował występowanie większej ilości roślin żeńskich.

Przekształcanie się płci i pokroju tych samych roślin w miarę zmiany warunków zewnętrznych, świadczy również o tym, że interseksy mogą przy tym samym genotypie przekształcać wyraźnie w ciągu jednej ontogenezy płęć oraz pokrój rośliny.

Wobec takiego stwierdzenia nasuwa się wniosek, że wszelkie badania genetyczne nad kształtowaniem się płci u roślin jednopiennych winny odbywać się w różnych i to kontrolowanych warunkach zewnętrznych (przy dniu długim nadmiernie skróconym i pośrednim), gdyż opieranie się na danych z jednej tylko długości dnia i przy nie kontrolowanych czynnikach prowadzić może do bardzo poważnych błędów i zupełnie uniemożliwić wyciągnięcie prawdziwych wniosków. Ponieważ w badaniach H o f f m a n n a nie przestrzegano tych zasad, teoria jego dotycząca dziedziczenia płci może okazać się zupełnie niesłuszna.

Również prace hodowlane, a w szczególności selekcja konopi jednopiennych winna być prowadzona zawsze w tych samych warunkach polowych i uprawowych i to takich, dla jakich przeznaczona będzie dana odmiana. Prowadząc hodowlę w dniu krótkim można zanadto przesunąć populację w kierunku męskim, jeżeli w zbyt długim — w kierunku żeńskim.

Nasza hipoteza postawiona na początku pracy ma charakter roboczy i nie została jeszcze potwierdzona odpowiednimi badaniami. Oparta jest tylko na obserwacjach zachowania się jednopiennych konopi tetraploidalnych w kolejnych latach hodowli. Zasiewy szkółek dokonywane były wprawdzie zawsze na tym samym polu na Sołaczu i to zwykle około

15.IV. Warunki glebowe i termin siewu były więc zawsze podobne. Mimo tego nie ma jeszcze, w świetle poczynionych obserwacji przeprowadzonych w zbliżonych warunkach i na bardzo licznym materiale szkółkowym, dostatecznych danych na to, by potwierdzić słuszność wysuniętej hipotezy.

Dalsze prace będą szły z jednej strony w kierunku stwierdzenia wpływu jeszcze innych czynników zewnętrznych na wykształcenie się płci u konopi, a to takich, jak uszkodzenia mechaniczne, przeszczepianie, badanie wpływu różnych hormonów itp., z drugiej strony w kierunku przeprowadzenia analizy stosunków zachodzących w rozszczepieniach różnych krzyżówek z roślinami jednopiennymi na tle zróżnicowanych warunków zewnętrznych. Być może, że całość tych badań pozwoli rzucić bliższe światło na ten nader skomplikowany problem dziedziczenia.

Mgr H. Jaruszewskiej serdecznie dziękuję za pomoc przy przeprowadzaniu doświadczeń, jak również P. Grabasowi dziękuję za starannie wykonane pomiary i obliczenia.

WNIOSKI

Na podstawie dotychczasowych obserwacji i doświadczeń wstępnych stwierdzić można, że:

1. Dziedziczenie płci u konopi tetraploidalnych odbywa się prawdopodobnie na drodze segregacji chromosomów płciowych X i Y. Głowacze mają przy tym budowę XXXX, rośliny jednopienne XXXY, a płaskonie XXYY lub YYYY.

2. Długość dnia wpływa bardzo wyraźnie na wykształcenie płci u konopi tetraploidalnych, zwłaszcza u roślin jednopiennych. Krótki dzień wywołuje przesunięcie płci w kierunku żeńskim, długi w męskim.

3. Krótki dzień hamuje rozwój pylników i pyłku. Podziały redukcyjne wykazują w tych warunkach nieznaczne tylko zaburzenia. Płodność pyłku jest jednak bardzo niska.

4. Po przeniesieniu roślin do warunków dnia długiego tworzący się pyłek jest normalny i płodny.

5. Rośliny konopi, zwłaszcza tetraploidalnych wykazują wyraźne deformacje na skutek gwałtownej zmiany dnia (z krótkiego na długi) nie wytwarzając nieraz w zupełności organów kwiatowych.

6. Krótki dzień wpływa na znaczne zwiększenie rozmiarów komórek somatycznych, wielkość pyłku natomiast nie zostaje zmieniona.

7. W ciągu jednej ontogenezy rośliny konopi tetraploidalnych mogą zmieniać swój pokrój i płeć w zależności od panujących warunków.

Instytut Przemysłu Włókien Łykowych

oraz

Zakład Hodowli Roślin i Nasiennictwa WSR

w Poznaniu

(Wpłynęło dn. 29.I.57 r.)

ZUSAMMENFASSUNG

Der Mechanismus der Geschlechtsvererbung im Hanf ist noch nicht genügend erforscht. Die klassische Theorie von Correns, Mc Phee und Hirata vermag nicht die Entstehung von einhäusigen Pflanzen zu erklären. Verf. stimmt mit Sengbusch überein, dass die diözischen Pflanzen, der zur Zeit gezüchteten Sorten den XX-Typus besitzen, sind also Weibchen, in denen Mutationen in männlicher Richtung stattgefunden haben. Dagegen besitzen diözische Pflanzen von männlichem Typus wahrscheinlich XY-Chromosomen. In diesen Pflanzen haben sich dank Genmutationen weibliche Blüten entwickelt. Der Habitus der Pflanze dürfte in dem diploiden Hanf durch ganze Heterochromosomen, das Geschlecht der Blüten — durch polymer wirkende Gene hervorgerufen sein.

In dem tetraploiden Hanf (der durch Colchicin im Jahre 1948 erzogen wurde) sind die Verhältnisse etwas anders. In C_1 trat 4,15% einhäusigen Pflanzen auf Trotz achtjähriger Auswahl und sorgfältiger Ausmerzungen von Männchen erschien immer in der Nachkommenschaft eine grosse Zahl der männlichen Pflanzen (Tab. 1). Die Diözie beruht wahrscheinlich in den tetraploiden Pflanzen nicht auf Genmutationen, sondern ist durch ganze Geschlechtschromosomen bedingt. Die tetraploiden Weibchen können XXXX-, einhäusige Pflanzen XXXY- und Männchen XXYY-Typus besitzen. Kreuzungen der diözischen Pflanzen ergeben in der Nachkommenschaft 25% Männchen. Die Spaltungsverhältnisse sind wie folgend: 1 XXXX (Weibchen); 2 XXXY (einhäusige Pflanzen); 1 XYYY (Männchen). Die XXXY Pflanzen sind sehr labil und können einen verschiedenen Phänotypus haben, je nachdem in welchen Aussenbedingungen sie sich befinden. Phänotypisch können sie sogar als normale Weibchen oder Männchen erscheinen. Dies macht die genaue Prüfung der Spaltungen und die Bestimmung des Genotypus unmöglich.

Werden XXXY Pflanzen mit Männchen von XXYY-Typus gekreuzt, so wird die Spaltung folgend: 1 XXXX: 5 XXXY: 5 XXYY: 1 XYYY. Die Anwesenheit von XYYY-Pflanzen ist in der einhäusigen Population sehr schädlich, da nach der Kreuzung mit einhäusigen XXXY-Pflanzen 75% männliche Pflanzen entstehen (Spaltungsverhältnisse: 1 XXXY: 2 XXYY: 1 XYYY). So kann in kurzer Zeit die ganze Population im ganzen in männlicher Richtung verschoben werden.

Kreuzt man tetraploide Weibchen mit einhäusigen Pflanzen, so entsteht in der Nachkommenschaft eine Hälfte Weibchen und eine Hälfte XXXY-Pflanzen. Unsere Resultate ergeben zwar 75% Weibchen. Möglicherweise kann dies dadurch verursacht werden, dass ein Teil der XXXY Pflanzen keine männlichen Blüten entwickelt und deswegen als Weibchen erscheint.

Umwelteinflüsse spielen bei der Ausprägung des Geschlechtes in tetraploidem und diözischem Hanf eine durchaus wichtige Rolle. Unsere Vorversuche hatten zum Ziel die Tageslänge- und Standortwirkung nachzuprüfen. Wie aus Tab. 3 und 4 ersichtlich ist erhöhte, die Verkürzung der Tagesbeleuchtung auf 10 Stunden fast um das Doppelte die Zahl der Weibchen und verminderte in einem Fall sehr bedeutend die Zahl der Männchen. Der Anteil der einhäusigen Pflanzen wurde auch auf Kosten der Weibchen vermindert. Der Kurztag verursacht also eine Verschie-

bung des Geschlechtes in weiblicher Richtung. Zweihäusige Pflanzen der Sorte LKCSO zeigten dagegen keine Wirkung des Kurztages, während Bredemanns einhäusiger Hanf auch mit einer bedeutender Hemmung der Entwicklung von männlichen Blüten reagierte: Fast alle Pflanzen erschienen als Weibchen.

Die mikroskopischen Analysen erwiesen, dass die Entwicklung von Pollen im Kurztag auch stark gehemmt wurde: die Zahl der Pollenkörner war vermindert und die Fertilität sehr niedrig (Tab. 6). Die Staubbeutel der männlichen Pflanzen, die sich später bei dem Normaltag entwickelten, hatten aber vollkommen normalen Pollen.

Die Reduktionsteilungen waren durch den Kurztag auch etwas gestört. Die Zahl der Bivalenten war nämlich etwas niedriger und der Univalenten höher. Bei starker Kurztagbehandlung (40 Tage), ungefähr die Hälfte der Pollenmutterzellen besass Univalenten. In den Tetraden erschien eine Zahl von Micronuclei, die später durch das Plasma resorbiert wurden. Im ganzen aber waren die Störungen der Reduktionsteilungen nicht gross und die Kurztagwirkung prägte sich vorwiegend in der Hemmung von Staubbeutel- und Pollenentwicklung.

Die Pollengrösse der verdunkelten Pflanzen war im Vergleich zu den Kontrollpflanzen nicht verändert (Tab. 7). Die Länge der Spaltöffnungen war dagegen besonders bei längerer Kurztagbehandlung bedeutend vergrössert (40 Tage).

Die Zahl der Chromosomen wurde in den vegetativen Organen nicht festgestellt. In den generativen Zellen war sie nicht verändert.

Um die Wirkung der Tageslänge in natürlichen Umweltverhältnissen nachzuprüfen, wurde ein kleiner Vorversuch mit Samen aus tetraploiden einhäusigen Pflanzen in 4 Saatterminen angelegt. Wie es aus der Tab. 9 ersichtlich ist, wurde der Anteil an Weibchen in dem letzten Saattermin stark vermindert (Wirkung des Langtages). Sehr bedeutend stieg dagegen die Anzahl der diözischen Pflanzen von weiblichem Habitus, was auf Kosten der „Weibchen“ sich vollzog, die zusätzlich männliche Blüten im Langtag ausbildeten.

Die Wirkung des Standortes wurde noch nicht genügend geklärt. Die Resultate der Tab. 10 und 11 zeigen, dass der Anteil verschiedener Pflanzentypen in verschiedenen Orten sehr abweichend ist. Da aber keine Wiederholungen angelegt wurden, ist die Schätzung der Unterschiede unmöglich.

Zusammenfassend kann man feststellen, dass der Kurztag sich stark auf dem diözischen und tetraploiden Hanf auswirkt und dies in einer Verschiebung des Geschlechtes in weiblicher Richtung und gleichzeitiger Hemmung der Entwicklung von männlichen Blüten, Staubbeuteln und Pollen. Im Langtag wird dagegen die Entwicklung von männlichen Organen bevorzugt. Die diözischen tetraploiden Pflanzen, die sowohl die Möglichkeit besitzen männliche und weibliche Blüten zu bilden, können, je nach dem, in welchen Umweltbedingungen sie sich befinden, ihren Habitus und Geschlecht wechseln und sowohl wie reine Weibchen, als auch wie Männchen erscheinen. Diese Umschaltung von einem Geschlecht ins andere kann sich sogar in einer Ontogenese vollziehen und die Pflanze kann z. B. in frühen Stadien den weiblichen Habitus besitzen und später bei, sich verlängerndem Tag männliche Verzweigungen bilden.

LITERATURA

- Breslawetz Z. P., 1936, Untersuchungen der Entwicklung von Hanfblüten, die ihr Geschlecht durch photoperiodische Wirkung geändert haben, Bjul. Mosk. obszcz. ispyt. prirody, 45: 182, Moskwa.
- Correns C., 1928, Bestimmung, Vererbung und Verteilung des Geschlechtes bei höheren Pflanzen, Handbuch der Vererbungswissenschaft.
- Crescini F., 1937, Über das Verhalten der männlichen und weiblichen Pflanzen des italienischen Hanfes in Bezug auf ihre Faserquantität und — qualität, Züchter 9: 130.
- Fisch C., 1887, Über Zahlenverhältnisse der Geschlechter bei Hanf, Ber. d. deutsch. Bot. Gesellschaft 5: 78.
- Goldschmidt R., 1934, Untersuchungen über Intersexualität VI, Zeit. f. Abstamm.- u. Vererbungslehre 67: 1.
- Hartmann M., 1929, Verteilung, Bestimmung und Vererbung des Geschlechtes bei Protisten und Thallophyten, Handbuch d. Vererbungswissenschaft.
- Heuser O., 1924, Untersuchungen über den Anteil der männlichen und weiblichen Hanfpflanzen an der Erntemasse, Faserforschung 4: 43.
- Hirata K., 1928, Sex determination in hemp (*Cannabis sativa*), Journ. Genetics 19: 65.
- Hoffmann W., 1938, Das Geschlechtsproblem des Hanfes in der Züchtung, Z. f. Züchtung 22: 453.
- Hoffmann W., 1952, Die Vererbung der Geschlechtsformen des Hanfes (*Cannabis sativa*), Züchter 22: 147.
- Hoffmann W. u. Knapp E., 1940, Röntgenbestrahlungen beim Hanf, Züchter 12: 1.
- Huhnke W., Jordan Ch., Neuer H., v. Sengbusch R., 1950, Grundlagen für die Züchtung eines monözischen Hanfes, Z. f. Pflanzenzüchtung 29: 54.
- Katayama, 1953, Sex determination in spinach, Pl. Breed. Abstr. 23: 143.
- Matusiewicz E., 1953, Studia nad fotoperiodyzmem u konopi, Poz. Tow. Przyjaciół Nauk 2 (2), Prace Kom. Nauk Roln. i Leśnych.
- Mc Phee H., 1925, The genetics of sex in hemp, Journ. Agric. Res. 31: 935.
- Neuer H., v. Sengbusch R., 1943, Die Geschlechtsvererbung bei Hanf und die Züchtung eines monözischen Hanfes, Züchter 15: 41.
- Sengbusch R., 1952, Ein weiterer Beitrag zur Vererbung des Geschlechtes bei Hanf als Grundlage für die Züchtung eines monözischen Hanfes, Z. f. Pflanzenzüchtung 31: 319.
- Wettstein F., 1936, Gesichertes und Problematisches zur Geschlechtsbestimmung, Ber. d. Deutsch. Bot. Gesellschaft 54.