

TERESA ŁĄCZYŃSKA-HULEWICZ

UWAGI O BIOLOGII KWITNIENIA NIEKTÓRYCH ROŚLIN MOTYLKOWYCH DROBNONASIENNYCH ZE SPECJALNYM UWZGLĘDNIENIEM SZTUCZNYCH POLIPLOIDÓW

Poznanie biologii kwitnienia danego gatunku ma pierwszorzędne znaczenie dla ustalenia właściwych metod hodowlanych i sposobu prowadzenia rozmnożeń nasiennych.

Wszystkie uprawiane u nas rośliny motylkowe drobnonasienne są, jak wiadomo, roślinami obcopylnymi, u których proces zapylania dokonywany jest przez owady. Najważniejszymi zapylaczami przy tym są pszczoły i różne gatunki trzmieli. U takich gatunków, jak nostrzyk (biały i żółty), koniczyna biała i koniczyna szwedzka proces zapylania nie następuje poważniejszych trudności, ponieważ gatunki te ze względu na dużą zawartość nektaru i nieraz silny zapach przywabiają owady w dużej ilości. Inne natomiast, jak przede wszystkim lucerna i koniczyna czerwona, nie wykazują tak dużych właściwości atrakcyjnych dla owadów, w związku z czym proces zapylania na ogół jest niewystarczający, a plony nasion niskie. U lucerny, jak wiadomo, istnieje ponadto specjalne przystosowanie kwiatów do obcozapylania, a to w postaci mechanizmu, który poprzez eksplozję wyrzuca na zewnątrz organa kwiatowe. Eksplozja ta, jak stwierdzono, przyczynia się do lepszego kiełkowania pyłku na znamieniu, a więc w konsekwencji i wiązania nasion. U lucerny pyłek dojrzewa już przed otwarciem się kwiatu i obficie otacza znamie; nie kiełkuje jednak, dopóki nie zostanie uszkodzona błona okrywająca znamie. W trakcie eksplozji błona pęka, zawartość znamienia wylewa się w postaci kropelki na zewnątrz i powstają warunki do kiełkowania pyłku. Charakterystyczne zjawisko eksplodowania kwiatów nie jest zawsze bezwzględnie konieczne przy powstawaniu nasion, gdyż również i nie eksplodujące kwiaty mogą w rzadkich wypadkach wiązać nasiona, najczęściej jednak zjawisko to jest potrzebne do wywołania normalnego zapylania. Armstrong i White (1) znaleźli wysoki istotny współczynnik korelacji ($r = + 0,90$) między liczbą eksplodujących kwiatów i liczbą zawiązanych nasion. Nawet przy braku obcozapylania zjawisko eksplozji wywołuje zawsze zawiązywanie się pewnej, chociaż nieznacznej liczby strąków.

Według Carlsona, Frandsen (6) otrzymał przy sztucznej eksplozji 38 razy więcej strąków niż pod samym izolatorem; 6,9 razy więcej jednak,

gdy zjawisku eksplozji towarzyszyło dodatkowo obcozapylenie. Również zastosowanie pszczół pod izolatorem zwiększyło wyraźnie procent zawiązywania nasion w porównaniu do roślin, u których nie stosowano żadnych mechanicznych bodźców.

Istnieje bardzo wiele gatunków owadów, które dokonują u lucerny procesu zapylenia. Wśród dzikich należy wymienić przede wszystkim owady należące do rodziny *Megachiles* i *Nomia*. Zwłaszcza te ostatnie dokonują procesu zapylenia u lucerny bardzo efektywnie. Również i różne gatunki trzmieli są przy zapyłaniu lucerny bardzo pożyteczne. Niemniej występowanie i liczba owadów należących do dzikich gatunków nie mogą być niestety regulowane przez człowieka, aczkolwiek istnieją już udane próby sztucznej hodowli trzmieli. Na razie jednak zagadnienie to nie jest jeszcze dostatecznie rozwiązane, aby mogło być zastosowane na szerszą skalę. Pozostają więc jedynie możliwości regulowania na plantacjach liczby pszczół, co pozwala nawet kilkakrotnie zwiększyć plony nasion. Według Wilsie (19) liczba uli na hektar plantacji powinna wynosić około 12. Pszczoły, wbrew powszechnie ustalonym poglądom, korzystają z nektaru kwiatów lucerny tylko w stosunkowo małym stopniu i to najczęściej na początku okresu kwitnienia. Większość owadów zbiera pyłek, którego jednak lucerna nie posiada zbyt wiele. Skutkiem tego, przy obecności w sąsiedztwie lucerny innych, bardziej atrakcyjnych dla pszczół gatunków (np. nostrzyku), oblot lucerny może być bardzo słaby. Tylko te pszczoły, które korzystają przez rurkę kwiatową z nektaru, wywołują eksplozowanie i zapylenie kwiatu, te owady, które nadgryzają kwiat z boku, nie wywołują zapylenia.

Poza owadami, eksplozję kwiatów wywołują różne czynniki zewnętrzne, takie jak mechaniczne uderzanie wzajemne przez wiatr, wysokie temperatury itp.

Zastosowanie sztucznych bodźców zewnętrznych celem wywołania eksplozji nie jest korzystne, gdyż powoduje samozapylenie, a co za tym idzie niekorzystny wpływ chowu wsobnego u potomstwa. Wysokie temperatury i niska wilgotność powietrza wpływają zarówno bezpośrednio — na lepsze wiązanie nasion, jak i pośrednio, wpływając równocześnie na lepszy oblot owadów.

Lucerna, jako naturalny poliploid ($2n = 32$ chromosomy), jest w dużym stopniu samopłodna, aczkolwiek przy obecności własnego i obcego pyłku do zapłodnienia dochodzi zwykle poprzez obcozapylenie, czyli że pyłek obcy kiełkuje i wrasta w słupek szybciej niż własny na skutek większej zdolności konkurencyjnej. Badania stopnia obcopylności przy pomocy żółto i biało kwitnących roślin testowych, znajdujących się pośród osobników o fioletowej barwie kwiatów, wykazywały od 83 do 100% przekrzyżowań, niemniej w obrębie klonu i pod wpływem sztucznego samozapy-

lenia stopień samopylności może być bardzo znaczny i wynosi od 10 do 50%. Hadfield i Calder (8) stwierdzili w badanej przez siebie populacji lucerny, że 16% roślin było samosterylnych i nie tworzyło nasion pod wpływem samozapylenia, 58% roślin zawiązywało pod izolatorem pewną ilość nasion, a 26% było samopłodnych.

Zdolność do zawiązywania nasion pod wpływem samozapylenia jest u lucerny zjawiskiem dziedzicznym, aczkolwiek potomstwo nigdy nie wykazuje tak wysokiego stopnia samopłodności, jak roślina rodzicielska. Armstrong (1) stwierdził, że w niektórych rzadkich wypadkach potomstwo krzyżówkowe może być bardziej samopłodne niż rodzice, co tłumaczy kumulatywnym działaniem genów i heterozją w F_1 . Istnieje często pewna współzależność między stopniem samo- i obcozapylenia. Whitehead i Davis (18) stwierdzili, że korelacja ta jest bardzo wysoka i wynosi dla osadzania strąków $r = + 0,97$. Oznaczałoby to, że w przypadku lucerny te same lub podobne czynniki genetyczne decydują o zawiązywaniu się nasion przy obco- i samozapyleniu. Niewątpliwie odgrywają tu większą rolę czynniki macierzyste niż ojcowskie, co być może związane jest z dziedziczeniem cytoplazmatycznym.

Samobezpłodność u lucerny może być spowodowana, poza czynnikami genetycznymi (tak zwanymi S-allelami), także występującą na skutek samozapylenia degeneracją zarodków. Zjawisko to było przedmiotem badań Brinka i Coopera (3, 4, 5). Normalnie po obcozapyleniu proces zapłodnienia u lucerny następuje w 24—27 godzin po zapyleniu. Mimo obecności bardzo dużej ilości łagiewek w zalążni, tylko pewna liczba zalążków zostaje zapłodniona i rozwija się w nasiona. Procent zalążków rozwijających się jest różny u poszczególnych osobników i ma charakter cechy dziedzicznej. Po samozapyleniu tylko niewielka ilość łagiewek przedostaje się poza połowę zalążni, podczas gdy po obcozapyleniu osiągają one zwykle dno zalążni. Po 30 godzinach najdłuższa łagiewka sięga po samozapyleniu do czwartego zalążka, a po obcozapyleniu do ósmego lub dziewiątego zalążka, z czego wynika, że proces wydłużania się łagiewki pyłkowej jest w pierwszym przypadku o wiele wolniejszy. Przy samozapyleniu zalążki w dolnej partii strąka z reguły nie rozwijają się, a spośród górnych zalążków tylko 28% ulega zapłodnieniu (przy obcozapyleniu 80%). Ostatecznie pod wpływem samozapylenia procent zawiązaných nasion wynosi 14,6%, a przy obcozapyleniu 66,2%.

Wspomniani autorzy zauważyli ponadto, że w 48 godzin po samozapyleniu ginęło prawie 35% zalążków. Zjawisko to nazwali sterylnością somatoplastyczną (somatoplastic sterility). Polega ono na tym, że zarodek zostaje pozbawiony dopływu substancji pokarmowych, skutkiem czego zamiera. Spowodowane to jest hipertrofią wewnętrznego integumentu, który przekształca się w tkankę merystematyczną, a jego komórki zaczynają się

intensywnie dzielić, skutkiem czego przerwany zostaje dopływ pokarmów do zarodka. W międzyczasie kurczy się i zamiera bielmo. Komórki zarodka stają się silnie uwodnione i pozbawione pokarmów, a wreszcie giną.

Jak stwierdzili Brink i Cooper (3, 4), procent zawiązaných na skutek samozapylenia nasion może być bardzo różny i wahał się dla badanych przez nich osobników od 6,7 do 43,7%.

Samobezpłodność u lucerny może być poza wspomnianymi czynnikami spowodowana również męską sterylnością. Jest to jednak bardzo rzadkie zjawisko. Childers (7) znalazł kilka roślin męsko-sterylnych: jedne z nich miały pękające, inne niepękające pylniki. Przy krzyżowaniu roślin męsko-sterylnych z normalnymi uzyskał rozszczerzenie wskazujące na disomiczne dziedziczenie tej cechy. O ile samopłodność u roślin o silnie zdegenerowanym pyłku była bardzo niska, o tyle zawiązywanie nasion pod wpływem obcozapylenia zupełnie normalne, co wskazuje na to, że czynniki genetyczne regulujące płodność gamet żeńskich i męskich są u tych roślin różne.

Koniczyna czerwona

Podobnie jak u lucerny, problem zapyłania przez owady u koniczyny czerwonej ma pierwszorzędne znaczenie, tym bardziej, że koniczyna na skutek zbyt długich rurek kwiatowych nie jest tak atrakcyjna dla pszczoł, jak inne gatunki roślin. Trzmiele, które posiadają dłuższe języczki, mają możliwość łatwiejszego pobierania nektaru, toteż pracują one na koniczynie szybciej niż pszczoły; np. *Bombus terrestris* ma długość ryjka przekraczającą 16 mm, podczas gdy długość rurki kwiatowej u koniczyny czerwonej waha się od 7 do 11 mm. Poza wymienionym gatunkiem również i inne gatunki trzmieli mogą być pożyteczne przy zapyłaniu koniczyny, a to: *B. hortorum*, *B. distinguendis*, *B. agrorum*, *B. lapidarius*, *B. pratorum*, *B. silvarum* i inne. Zaletą trzmieli jako zapyłaczy jest i to, że pobierając nektar zmieniają one często kwiatostany przelatując z główki na główkę i w ten sposób ułatwiają obcozapylenie. Pewne gatunki trzmieli, zwłaszcza *B. terrestris*, w niektórych warunkach zamiast pobierać nektar normalnie przez rurkę kwiatową przegryzają kwiat u nasady, nie doprowadzając do zapylenia. Stopień przegryzania przez trzmiele jest w dużej mierze zależny od różnych warunków zewnętrznych i od okresu kwitnienia. Wbrew dość powszechnie panującym poglądom, że pszczoły są słabymi zapyłaczami dla koniczyny czerwonej, wielu autorów wykazało, że przy stosowaniu pewnych zabiegów, jak np. przyzwyczajanie owadów do nektaru i zapachu koniczyny, oraz przy braku w sąsiedztwie innych roślin silnie miododajnych, pszczoły mogą bardzo efektywnie zapylać koniczynę czerwoną. Dzięki temu wywożenie uli w pole w czasie kwitnienia koniczyny

czyny jest bardzo celowe i w ten sposób można kilkakrotnie podnieść plony nasion.

Istniało wiele prób wyhodowania koniczyny o krótkiej rurce kwiatowej. Porównując dwie odmiany Harrie (o krótkiej rurce kwiatowej) i Wambasa o długiej, stwierdzano zawsze większy oblot owadów i wyższe plony nasion u pierwszej odmiany. Zbyt daleko posunięte skrócenie rurki kwiatowej jednak nie dało pozytywnych rezultatów, gdyż cecha ta skorelowana była ze słabą żywotnością i niskim plonem zielonki. Stąd też biała kwitnąca odmiana wyhodowana przez Lindharda (13), jak i odmiana Zofka, nie znalazły praktycznego zastosowania, chociaż dawały bardzo wysokie plony nasion.

Jeszcze trudniejszym do rozwiązania zagadnieniem niż u diploidalnej koniczyny czerwonej jest problem produkcji nasiennej u sztucznych tetraploidów. Julén i inni podają (9, 10), że plony nasion tetraploidów są o połowę niższe niż u form wyjściowych. Stwierdzenia tego jednakże nie można uogólniać, gdyż szereg rodów wykazało według doświadczeń własnych taką samą, lub nawet wyższą produkcję nasienną niż forma wyjściowa. Stwierdzono również, że przez kilka lat stosowana selekcja podniosła plon nasion, co uwidoczniło się w średnich plonach z pojedynków. Ilustruje to tabela 1.

Tabela 1

Plon nasion z pojedynków w poszczególnych latach w g

R o k							
1949	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956
0,57	2,05	2,19	7,19	3,54	2,93	8,13	14,32

Istnieje wiele przyczyn, dla których koniczyna czerwona tetraploidalna daje niższe plony nasion niż diploidalna. Jedną z nich jest niekorzystna budowa kwiatu, który, jak podkreśla większość autorów, ma dłuższą rurkę kwiatową niż forma diploidalna, a więc bardziej jeszcze niedostępną dla pszczół. Dziedziczna zmienność tej cechy jest jednak bardzo duża i waha się według własnych danych od 8,5 do 11,5 mm; istnieją więc duże możliwości selekcji w kierunku częściowego skrócenia kwiatu. Ponadto, jak stwierdzono, rurki kwiatowe koniczyny tetraploidalnej są o $\frac{1}{3}$ szersze niż u diploidów, wynosząc prawie 3 mm (podczas gdy u diploidów 2 mm), co ułatwia w dużym stopniu pobieranie nektaru przez owady. Wreszcie, jak podają inni autorzy (Maurizio, 16), koniczyna tetraploidalna posiada znacznie więcej nektaru, co powinno działać przyciągająco na pszczoły. Mimo jednak tych korzystnych czynników, oblot

owadów na koniczynie tetraploidalnej według autorów szwedzkich (Julén, Akerberg, 11) jest słabszy niż u formy diploidalnej.

Niezmiernie ważnym zagadnieniem przy rozpatrywaniu czynników plenności jest płodność gametyczna i zygotyczna. Levan i Julén (12, 9) wskazują na dość powszechnie występujące u koniczyny poliploidalnej zjawisko degeneracji zarodków spowodowane prawdopodobnie nieregularną liczbą chromosomów w gametach. Skutkiem tego część nasion, mimo prawidłowego procesu zapłodnienia, w ogóle się nie rozwija, względnie powstaje mało wartościowy i często nie kiełkujący pośląd. Występowanie u koniczyny poliploidalnej dużej ilości poślądu może być jednak również po części wytłumaczone gorszymi warunkami dojrzewania nasion, gdyż okres wegetacji tej ostatniej jest dłuższy niż formy diploidalnej. Julén (10) stwierdził, że przy sztucznym obcozapyleniu, a więc optymalnych warunkach zapylenia, koniczyna tetraploidalna wiąże tylko 61% nasion w stosunku do diploidalnej. Według naszych jednak badań, koniczyna poliploidalna w tych samych warunkach osadza równie dobrze nasiona jak diploidalna, czyli że zjawisko słabej płodności zygotycznej u niej nie występuje, tak jak to ma miejsce u tetraploidów szwedzkich.

Tabela 2

Procent osadzania nasion

Swobodne obcozapylenie		Sztuczne obcozapylenie
2 n	67,29	61,60
4 n	37,03	64,70
Różnica	—30,26	+3,10

Celem bliższego poznania płodności pyłku przeprowadzono w bieżącym roku analizę siły kiełkowania i procentu zdegenerowanych ziarn pyłku na 80 roślinach. Kiełkowanie pyłku badano na pożywce agarowej z dodatkiem cukru. Okazało się, że forma diploidalna potrzebuje 25% cukru w pożywce, tetraploidalna zaś w miesiącach letnich 30%, a jesienią 35%. Wynika z tego, że pyłek formy tetraploidalnej ma wyższe ciśnienie osmotyczne i jest dlatego bardziej wrażliwy na wilgoć, która powoduje pękanie ziarn pyłku. Kiełkowanie pyłku diploidalnego na agarze jest znacznie słabsze niż haploidalnego. Podczas gdy pierwszy kiełkował średnio w 43%, to drugi w 90%. Procent kiełkowania był jednak u tetraploidów bardzo różny i wahał się od 20 do 70%. Również i procent zdegenerowanego pyłku kształtował się bardziej niekorzystnie u tetraploidów i wynosił 1—25%. W jednym wypadku znaleziono roślinę męsko sterylną, o zupełnie zdegenerowanym i nie kiełkującym pyłku.

Kielkowanie pyłku zachodzi dopiero wówczas, gdy jest on w pełni dojrzały i sypki. Również i znamię musi wykazywać wówczas zupełną dojrzałość, która przejawia się w rozroście i rozluźnieniu komórek znamienia. W stadium niedojrzałym znamię jest jak gdyby zamknięte, a komórki leżą ściśle do siebie przylegając. Właściwy moment do zapylenia przypada w chwili, gdy korona kwiatowa jest w pełni otwarta. Wiele ziarn pyłku kiełkuje równocześnie na znamieniu, i to zarówno własny, jak i obcy pyłek. Większość łagiewek jednak przy samozapyleniu u formy diploidalnej zatrzymuje swój wzrost na poziomie $\frac{1}{3}$ słupka (Silow, 17). Według wyników T. Mackiewiczowej i własnych (nie opublikowane) w niektórych wypadkach, również i przy samozapyleniu, haploidalne łagiewki pyłkowe mogą osiągnąć załącznię; większość ich jednak pęka w szyjce słupka. U tetraploidów łagiewki dochodzą zwykle głębiej, a niektóre z nich wywołują normalne zapłodnienie.

Łagiewka wrasta w słupek po ściankach wewnętrznego kanału prowadzącego od znamienia aż do załączni. Łagiewki formy tetraploidalnej wykazują na ogół szybszy wzrost niż diploidalnej, mają jednak zwykle dłuższą do przebycia drogę ze względu na dłuższą szyjkę słupkową.

Wiele dodatkowych czynników wpłynąć może na procent kiełkowania pyłku i szybkość wzrostu łagiewki pyłkowej. Jednym z ważnych czynników jest temperatura. Jak stwierdzono, przy 15°C łagiewki rosną bardzo wolno i zatrzymują się na poziomie $\frac{1}{4}$ do $\frac{1}{3}$ słupka i po pewnym czasie pękają. Przy temperaturze 25°C natomiast zachodzi normalny, szybki wzrost łagiewek i dochodzi do zapłodnienia.

Długość dnia odgrywa również rolę w procesie powstawania pyłku. Długi dzień działa w tym wypadku korzystnie i pyłek tworzący się w tych warunkach wykazuje normalne kiełkowanie, podczas gdy pyłek powstający we wrześniu kiełkuje o wiele słabiej i zawiera większą ilość zdegenerowanych ziarn.

Tabela 3

<i>Procent kiełkowania pyłku</i>	
W czerwcu	$42,7 \pm 4,02$
We wrześniu	$23,6 \pm 9,68$
<i>Procent zdegenerowanych ziarn pyłku</i>	
W czerwcu	$14,8 \pm 1,72$
We wrześniu	$18,5 \pm 7,44$

Znacznie słabsza płodność gamet męskich i gorsze kiełkowanie oraz niesprzyjające niskie temperatury przy zapyleniu — oto czynniki obniżające zawiązywanie się nasion u koniczyny w okresie jesiennym.

Diploidalna koniczyna czerwona, jak stwierdza większość badaczy, jest gatunkiem wybitnie obcopolnym i samobezpłodnym. Zjawisko to

uwarunkowane jest tak zwanymi allelami sterylności, które uniemożliwiają zapłodnienie rośliny jej własnym pyłkiem. Wyjątkowe zawiązywanie znikomej ilości nasion pod izolatorami przypisywane jest tak zwanemu zjawisku pseudopłodności uwarunkowanemu działaniem innych genów.

U tetraploidów na skutek zdwojenia liczby chromosomów liczba alleli sterylności zostaje również uwielokrotniona. Brewbaker i Atwood (2) tłumaczą to zjawisko powstawaniem kombinacji specjalnych alleli współdziałających (competition alleles), w których hamujące działanie jednych alleli niwelowane jest przez dominancję drugich, dzięki czemu pyłek kiełkować może również i na własnym znamieniu. Skutkiem tego sztuczne poliploidy wykazują zwykle znacznie wyższą samopłodność niż diploidy wyjściowe. To samo zjawisko zachodzi u koniczyny czerwonej, u której, jak stwierdzono na podstawie kilkuletnich badań, samopłodność sięgać może 45%, a średnio wynosi 17%.

Przy badaniu samopłodności konieczne jest zastosowanie bodźca mechanicznego w postaci przecierania kwiatostanu w palcach, gdyż tylko wówczas pyłek może w dostatecznej ilości dostać się i skiełkować na znamieniu. Przy tak zwanym swobodnym samozapyleniu procent osadzania nasion jest znikomy (w 1957 r. — 1,13; w 1961 r. — 0,66).

Stopień samopłodności zależy również od sposobu wykonania samozapylenia (14, 15).

Tabela 4

Osadzanie nasion przy różnych sposobach samozapylenia w procentach (1957 r.)

Swobodne samozapylenie	Zapylenie wewnątrz kwiatu	Zapylenie wewnątrz główki	Zapylenie między dwiema główkami tej samej rośliny	Swobodne obcozapylenie
1,13	11,60	17,56	18,00	47,72

Przy gajtenogamicznym zapyleniu procent osadzania nasion jest na ogół wyższy niż przy klajstogamii, co być może tłumaczyć można różnicowaniem cytoplazmatycznym zachodzącym w pierwszym przypadku między gametami męskimi i żeńskimi ułatwiającym samozapylenie. Badanie wzrostu łagiewek pyłkowych na znamieniu przy zastosowaniu takich samych kombinacji samozapylenia potwierdziły w pewnym sensie poprzednie wyniki stwierdzając, że im dalsze jest pochodzenie pyłku (w obrębie tej samej rośliny) średnia długość łagiewek jest większa.

W badanym przez nas materiale poliploidalnym zaledwie 5—10% roślin jest zupełnie samobezpłodnych, reszta wykazuje w większym lub mniejszym stopniu skłonność do samozapylenia, sięgającą nieraz prawie 50% (przy gajtenogamii).

Istnieje pewna współzależność między osadzaniem się nasion przy obco- i samozapyleniu, to znaczy, że rośliny wysokosamopłodne dają również więcej nasion przy obcozapyleniu. Znalezione poza tym dodatni współczynnik korelacji między płodnością pyłku a stopniem samopylności, co wydaje się być zupełnie zrozumiałe.

Samopłodność jest cechą dziedziczną i formy o dużej samopłodności dają zwykle w potomstwie osobniki samopłodne. Na ogół jednak potomstwo wykazuje na skutek działającego chowu wsobnego znacznie niższe osadzanie nasion niż rośliny wyjściowe. Ciekawy jest fakt, że formy o wyższej samopłodności wykazują w potomstwie niższą depresję w plonie zielonki i nasion niż formy o niskiej samopłodności.

Zjawisko występowania samopłodności u koniczyny tetraploidalnej, podobnie jak i u innych roślin obcopylnych (lucerna, nostrzyk), ma doniosłe znaczenie dla ustalenia właściwego kierunku hodowlanego. Zdolność do samopłodności bowiem może być w pewnej mierze wykorzystana przy uniezależnieniu plonu nasion od oblotu owadów przez wyhodowanie form o wysokiej samopłodności i zastosowanie mechanicznego otrząsania kwiatów. W wypadku gdyby udało się wyselekcjonować linie nie wykazujące depresji pod wpływem chowu wsobnego, można by zbadać czy ten kierunek hodowlany mógłby mieć znaczenie praktyczne. Wprawdzie u tetraploidów depresja wywołana chowem wsobnym jest mniejsza niż u form diploidalnych, a to na skutek tetrasomicznego dziedziczenia cech, niemniej przy kilkakrotnym stosowaniu samozapylenia można doprowadzić do znacznego obniżenia plonu. Stąd też wydaje się bardziej celowe oparcie przyszłej hodowli nie na formach samopłodnych, a raczej samosterylnych, które, zapewniając pełne przekrzyżowanie, mogłyby posłużyć do właściwego wykorzystania efektu heterozji.

LITERATURA

1. Armstrong, J. M. and White W. J.: Factors influencing seedsetting in alfalfa. *J. Agri. Sci.*, 1935, 25, s. 161—179.
2. Brewbaker J. L. and Atwood S. S.. Incompatibility alleles in polyploids. *Proc. 6th Int. Grassl. Congr.*, 1952, s. 267—272.
3. Brink R. A. and Cooper D. C.: The mechanism of pollination in alfalfa (*Medicago sativa*), *Amer. J. Bot.* 1936, 23, s. 678—683.
4. Brink R. A. and Cooper D. C.: Partial self-incompatibility in *Medicago sativa*, *Proc. Nat. Acad. Sci.*, 1938, 24, s. 497—499
5. Brink R. A. and Cooper D. C.: Somatoplastic sterility in *Medicago sativa*, *Sci.* 1939, 90, s. 545—546.
6. Carlson J. W.: Artificial tripping of flowers in alfalfa in relation to seed production, 1930, *J. Amer. Soc. Agron.*, 22, s. 780—786.
7. Childers W. R.: Male sterility in *Medicago sativa* L., *Sci. Agr.* 1952, 32, s. 351—364.

8. Hadfield J. W. and Calder R. A.: Lucerne, *Medicago sativa*, investigations relative to pollination and seed production in New Zealand, N. Z. J. Sci. and Tech., 1936, 17, s. 577—594.
9. Julén G.: Specialla problem rörande frösettningen hos tetraploid rödklöver, Sv. fröodl. förb. Medd., 1953b, 2, s. 79—82.
10. Julén G.: Rotklee *Trifolium pratense*, H. d. Pflanzenzüchtung, 1959, s. 243—305.
11. Julén G. and Akerberg E.: Vallväxter, Svensk Växföredling, Stockholm, 1951, s. 423—506.
12. Levan A.: Aktuelle Probleme der Polyploidiezüchtung, Arch. Julius Klaus Stift. Vererb. Forsch. Erg., 1945b, 20, s. 142—152.
13. Lindhard E.: Der Rotklee *Trifolium pratense* bei natürlicher und künstlicher Zuchtwahl. Z. f. Pflanzenzücht., 1921, 8, s. 95—120.
14. Łączyńska-Hulewiczowa T.: Badania nad samopłodnością konicyzny czerwonej di- i tetraploidalnej, R. N. R. T. 79-A-1, 1958, s. 151—160.
15. Łączyńska-Hulewiczowa T.: Selbstfertilität und Inzuchtdepression bei tetraploidem Rotklee, Züchter, 1960, 30, s. 219—222.
16. Maurizio A.: Untersuchungen über die Nektarsekretion einiger polyploider Kulturpflanzen, Arch. Julius Klaus-Stiftung Vererb.-forsch., 1954, 29, s. 340—346.
17. Silow R. A.: A preliminary report on pollentube growth in red clover, Welsh Pl. Br. Sta. Bull, Ser. H., 1931, no 12, s. 228—233.
18. Whitehead W. L. and Davis R. L.: Self- and cross incompatibility in alfalfa, *Medicago sativa*, Agron. J., 1954, 46, s. 451—456.
19. Wilsie C. P.: Self-fertility and forage yields of alfalfa selections and their progenies, Agron. Journ., 1951, 43, s. 555—560.