

TERESA HULEWICZ

Zakład Cytogenetyki W. S. R. Olsztyn, Zakład Hodowli Roślin P. A. N. Poznań

## METODY I OSIĄGNIĘCIA W HODOWLI ROSLIN PASTEWNYCH W STANACH ZJEDNOCZONYCH A. P.

Celem mojej podróży do Stanów Zjednoczonych, finansowanej przez Fundację Rockefellera, było zapoznanie się z tamtejszymi pracami nad hodowlą roślin pastewnych oraz zagadnieniami cytogenetycznymi i fizjologicznymi związanymi z tą dziedziną wiedzy. Plan mojej podróży obejmował odwiedzenie pięciu następujących Uniwersytetów: Cornell University w Stanie Nowy Jork, North Carolina State College w Północnej Karolinie oraz University of Wisconsin, University of Minnesota i Iowa State College, położonych w Stanach Wielkich Dolin na zachód od Wielkich Jezior. Są to, z wyjątkiem Północnej Karoliny, obszary intensywnej hodowli bydła i uprawy roślin pastewnych. Zarówno żyzne gleby, jak i klimat obfitujący w duże opady letnie i wysoką zawartość wilgotności powietrza sprzyjają rozwojowi tych gałęzi produkcji rolniczej.

Prace badawcze uniwersytetów i stacji doświadczalnych odzwierciedlają w pełni potrzeby tamtejszego rolnictwa i dotyczą w głównej mierze, obok kukurydzy i zbóż, roślin pastewnych. Obejmują one zarówno praktyczne zagadnienia uprawowe, jak i hodowlane, które opierają się na szerokich podstawach badań genetycznych, cytologicznych, fizjologicznych i fitopatologicznych. Problemy rolnicze opracowywane są na „wydziałach” (departments) agronomii, genetyki i hodowli roślin przy współudziale przede wszystkim takich „wydziałów” jak fitopatologia i botanika stosowana. Zespół samodzielnych pracowników naukowych w liczbie kilkunastu lub więcej opracowuje problemy dotyczące poszczególnych specjalności (np. hodowli lucerny, koniczyny, lub nostryku). Do pomocy są specjaliści z różnych podstawowych dziedzin wiedzy, a to statystyki, genetyki, cytologii itp. Wąski zakres specjalności umożliwia poszczególnym pracownikom dokładne poznanie własnego przedmiotu badań, wpływa jednak niewątpliwie na pewne zawężenie zainteresowań.

Każda szkoła wyższa posiada do swej dyspozycji szereg stacji i punktów doświadczalnych, rozrzuconych na terenie całego Stanu, w których bada się zarówno materiały hodowlane (klony i rody), jak i gotowe już odmiany. Przy uniwersytecie bowiem znajduje się również rejonowa stacja oceny odmian, jak i placówka upowszechnienia wiedzy. Po opracowaniu

wyników z doświadczeń odmianowych, są one publikowane w przystępnych biuletynach i rozsyłane farmerom, którzy dowiadują się z nich o nowych kreacjach hodowlanych i umożliwiają im wybór odmian dla własnego gospodarstwa. Ścisła współpraca z rolnictwem praktycznym jest podstawą i motorem badań prowadzonych w szkołach wyższych i na stacjach doświadczalnych.

Na czoło zagadnień rolniczych wysuwa się w Stanach Zjednoczonych problem zwalczania chorób. Występowanie bowiem chorób może przybierać bardzo groźne rozmiary, a to na skutek niestosowania właściwego płodozmianu, a często wogóle jakiegokolwiek zmianowania, oraz wysokiej wilgotności powietrza, sprzyjającej rozwojowi wielu pasożytów grzybkowych. Stąd też hodowla odmian odpornych ma w Ameryce Północnej pierwszorzędne znaczenie.

Drugim zagadnieniem, odgrywającym równie ważną rolę w północnych Stanach, jest problem zimoodporności. Z doświadczeń amerykańskich wynika, że większość odmian europejskich nie posiada dostatecznej na tamtejsze warunki zimoodporności, dlatego też Amerykanie niechętnie sprowadzają nasiona obce i wolą posługiwać się odmianami wyhodowanymi z własnych biotypów. Jedną z nielicznych cenionych odmian europejskich jest lucerna Du Puit, której kilka tysięcy pojedynków rocznie sprowadza się z Francji, hoduje jednak i selekcjonuje w dalszym ciągu na własnym terenie.

Zagadnienie podniesienia plonu, drogą oceny i selekcji poszczególnych cech jego struktury, nie odgrywa w Stanach tak dużego znaczenia, jak u nas, gdzie stało się metodą klasyczną. Hodowcy amerykańscy przywiązują natomiast więcej wagi do tzw. wierności plonu, opartej na dużej odporności na czynniki klimatyczne i chorobowe. Podniesienie plonu natomiast uzyskuje się często drogą dość powszechnego stosowania metody heterozyjnej i to nie tylko w hodowli kukurydzy, ale również w hodowli takich roślin, jak lucerna, nostrzyk, a nawet koniczyna czerwona.

Najważniejszą pastewną rośliną motylkową jest niewątpliwie lucerna, której obszar uprawy zajmuje całą wschodnią i środkową część Stanów, sięgając zarówno daleko na północ, jak i częściowo na południe. Najintensywniejszym rejonem uprawy są jednak obszary Wielkich Dolin oraz Stanów położonych na wschód i południe od Wielkich Jezior.

Poza lucerną ważną rolę odgrywa koniczyna czerwona jedno- i dwukośna, koniczyna biała, nostrzyk, komonica i wreszcie koniczyna szwedzka. Na południu pewne znaczenie ma nowowprowadzany do uprawy gatunek — lespedeza. Rośliny motylkowe uprawiane są w siewie czystym, lub częściej w mieszankach. Z traw najlepszym komponentem mieszanek jest stokłosa bezostna, która jest bardzo plenna, najbardziej zimoodporna i której rytm wzrostu najlepiej odpowiada użytkowaniu

w mieszankach z lucerną, ponieważ daje dwu-, lub trzykrotny pokos. Najwyższe plony uzyskuje się z mieszanek złożonych z kilku komponentów. Poza stokłosą bezostną ważnym składnikiem mieszanek jest kupkówka, tymotka i w mniejszym stopniu kostrzewa łąkowa.

Rośliny motylkowe, jak również i mieszanki, użytkowane są zarówno na zielonkę i siano, jak i na pastwiska. Wielostronne użytkowanie narzuca różnorodne kierunki hodowlane. Innego typu lucerny potrzebne są bowiem na pastwiska, innego zaś na produkcję zielonkową. Mieszanki wymagają również bardzo starannego doboru odmian. Ważne jest poza tym, aby plonowanie było w ciągu całego okresu wegetacji równomierne, tzn. zarówno przy wiosennych, jak i letnich pokosach. Uwzględniając przy tym ogromną różnorodność klimatyczną i glebową Stanów Ameryki Północnej, widać jak znaczna musi być różnorodność kierunków hodowlanych i tworzonych przez nie odmian, aby zaspokoić potrzeby tamtejszego rolnictwa.

Lucerna uprawiana w Ameryce jest typu mieszańcowego. Mimo że została ona wprowadzona dopiero w połowie XVIII stulecia, potrafiła się już doskonale zaaklimatyzować i wytworzyć szereg biotypów przystosowanych do tamtejszych warunków. Można wśród nich wyróżnić formy północne, o typie bardziej leżącym (*prostratus*), wybitnie zimoodporne i o powolnym rozwoju na wiosnę, formy południowe o podniesionych łodygach (*erectus*), wysokopienne i o szybkim wiosennym rozwoju i wreszcie formy pośrednie.

Dotychczasowe odmiany amerykańskie wyhodowane zostały drogą indywidualnej selekcji roślin i klonów, a następnie łączenia najlepszych rodów w odmiany syntetyczne. Opierano się przy tym na szerokiej podstawie genetycznej, łącząc w jedną populację odmianową bardzo różnorodne, pochodzące nieraz z różnych odmian wyjściowych, rody lub klony. W ten sposób powstały najbardziej znane odmiany Ranger, Kossack, Ladack i inne. Odmiany te, na skutek stosowania tego rodzaju metody hodowlanej, nie różnią się między sobą pod względem cech morfologicznych, wykazują natomiast zróżnicowanie fizjologiczne, objawiające się w różnej odporności na choroby, w różnym stopniu zimowania itp.

Obecnie coraz więcej uwagi poświęca się zagadnieniu hodowli heterozyjnej u lucerny. Niektóre prywatne firmy hodowlane, dysponujące zazwyczaj bardzo dużym kapitałem, rozprowadzają już pewną ilość tzw. nasion mieszańcowych, pochodzących z krzyżówek odpowiednio dobranych klonów. Istnieją jednak oponenty tej metody, wskazujący na podniesienie kosztów produkcji nasiennej przy tego rodzaju hodowli. Komponentami do krzyżówek są bowiem u lucerny klony, których rozmnażanie wegetatywne, celem otrzymania odpowiednich ilości nasion, jest

bardzo kosztowne. Ponieważ jednak plony uzyskiwane z nasion mieszańcowych przewyższają średnio o 25% plony dotychczasowych odmian, wydaje się, że po usunięciu pewnych trudności przy rozmnażaniu klonów przez zastosowanie double crossu, metoda ta zyska coraz więcej zwolenników. Przy double cross'ach bowiem tylko pierwsze krzyżówki przeprowadza się na klonach, drugie na pokoleniu generatywnym, otrzymanym z tych krzyżówek [według schematu  $(A \times B) \times (C \times D)$ ].

Lucerna, jako gatunek obcopylny, nadaje się b. dobrze do tego rodzaju hodowli heterozyjnej, jest jednak w dużym stopniu samopłodna, co utrudnia pełne przekrzyżowanie z drugim komponentem. Jak stwierdzono (C. P. Wilsie 13, 14), istnieje jednak w populacjach lucerny pewna ilość roślin samobezpłodnych (około 25%), która może być podstawą do uzyskania klonów mających brać udział w krzyżówce.

Warunkiem więc powodzenia metody heterozyjnej jest najpierw wyselekcjonowanie samobezpłodnych klonów. Jak stwierdził Wilsie, samopłodność lucerny przy selekcji w kierunku tej cechy nie zwiększa się, lecz odwrotnie — obniża (o 80% i więcej), co wiąże się ze zwiększającym się stopniem homozygotyczności w obrębie tzw. genów sterylności. Stosowanie więc chowu wsobnego może się również przyczynić do uzyskania odpowiednich samopłodnych komponentów krzyżówkowych, potrzebnych do hodowli heterozyjnej.

Chów wsobny nie wywołuje u lucerny tego rodzaju silnej depresji, jak to ma miejsce np. u kukurydzy, ponieważ jest to gatunek tetraploidalny, u którego wiele cech dziedziczy się według typu tetrasomicznego. Skutkiem tego pokolenie  $I_1$ , otrzymane pod wpływem samozapylenia, jest mniej zróżnicowane niż u roślin diploidalnych, ilość rozszczepiających się homozygot mniejsza, a stopień depresji niższy.

Wszystkie wyniki dotychczasowych badań wskazują na dużą możliwość zastosowania w hodowli lucerny metody heterozyjnej. Poszukuje się również linii męskosterylnych, które ułatwiłyby, podobnie jak u kukurydzy, pełne przekrzyżowanie z drugim komponentem.

Poznanie biologii kwitnienia i owocowania jest zagadnieniem podstawowym, którego dokładna znajomość umożliwia zastosowanie właściwych metod hodowlanych. Dr Cooper, pracujący w Madison (University of Wisconsin), poświęcił wraz z dr Brinkiem wiele czasu na opracowanie przyczyn samobezpłodności lucerny. Stwierdził on mianowicie, że zapyłany własnym pyłkiem woreczek zalążkowy zniekształca się i zapada, czego główną przyczyną jest niedorozwój bielma i brak formowania się w nim błon komórkowych. Rozwój zarodka, rozwijającego się początkowo normalnie, zostaje następnie na skutek braku pokarmu zahamowany, a wewnętrzna osłonka (*integumentum*), rozrastająca się nad-

miernie, powoduje wreszcie śmierć całego woreczka zalążkowego. Tego rodzaju zjawisko nazwano niepłodnością somatoplastyczną.

Zagadnieniem cytogenetyki lucerny zajmuje się dr Clement (11). Wśród nasion bliźniaczych tego gatunku znalazł on jedną polihaploidalną roślinę, posiadającą  $2n = 16$  chromosomów. Roślina ta posłużyła do rozwiązania zagadnienia czy lucerna jest auto-, czy allotetraploidem. Dotychczas panowały na ten temat dość sprzeczne koncepcje, gdyż niektórzy znajdowali di-, inni tetrasomiczne dziedziczenie poszczególnych cech. Dr Clement stwierdził, że w podziałach redukcyjnych tworzy się u polihaploidalnej rośliny 16 biwaleńców, co wskazuje na autotetraploidalną budowę lucerny. Zróżnicowanie pierwotnie homologicznych chromosomów, powstałe drogą długotrwałej ewolucji tego gatunku, ujawnia się również w disomicznym dziedziczeniu niektórych cech.

Problem hodowli odpornościowej zajmuje w pracach amerykańskich czołowe miejsce. Po sprowadzeniu lucerny na kontynent amerykański nie podlegała ona początkowo żadnym groźniejszym epidemiom chorobowym. W miarę jednak rozszerzania się jej zasięgu uprawy ulegała ona coraz bardziej porażeniu różnymi chorobami grzybkowymi i bakteryjnymi. Jedną z najważniejszych chorób, wpływających na poważną obniżkę plonu, jak również na zmniejszenie stopnia zimotrwałości tego gatunku, jest *Aplanobacter insidiosum*. Gdy choroba ta rozszerzała się coraz bardziej, a odporna dotychczas odmiana Grimma zaczęła coraz silniej ulegać groźnej epidemii, dr Brink skrzyżował ją z formą *Medicago falcata*, sprowadzoną z Kaukazu i wykazującą zupełną odporność na tę chorobę. Mimo że skrzyżowana forma *M. falcata* była diploidalna, tworzyła ona pewną ilość niezredukowanych gamet żeńskich, które mogły z tetraploidalną *M. sativa* dać płodne, zbalansowane potomstwo. Po wyselekcjonowaniu odpornych rodów złączono je, tworząc nową cenną odmianę Ranger.

Badania nad stopniem porażenia materiału hodowlanego *Aplanobacter insidiosum* przeprowadza się w Stanach Zjednoczonych na roślinach kilkumiesięcznych. Do tego celu siewki rosnące w szklarni zakaża się mieszaniną różnych bakterii pochodzącą z roślin chorych i następnie wysadza w polu. Osobniki wrażliwe wykazują po kilku miesiącach brunatne, lub żółtawe smugi na korzeniach. Po przeprowadzeniu selekcji rozmnaża się wegetatywnie najzdrowsze rośliny, bada ich cechy użytkowe i przekrzyżowuje między sobą, tworząc w ten sposób odmiany syntetyczne.

Inna groźna choroba występująca na lucernie to plamistość liści, *Pseudopeziza medicaginis*. Przejawia się ona w postaci ciemnobrązowych lub czarnych plam na liściach, powodując ich opadanie. *Ascochyta im-*

*perfecta* natomiast atakuje poza liśćmi również i łodygi, wywołując ich brunatnienie i usychanie. Hodowla amerykańska posiada już obecnie odmiany odporne również i na te choroby.

Obok zagadnienia odporności na choroby równie ważnym problemem dla Stanów Wielkich Dolin jest kwestia mrozo- i zimoodporności i wiążące się z nim zagadnienie długotrwałości odmian. Centrum badań nad tymi problemami to Uniwersytet w Wisconsin i Minnesota. Zwłaszcza pierwszy ośrodek ma w tej dziedzinie pod kierownictwem dr Dale Smith'a (1, 12) duże zasługi. Badania przeprowadza się zarówno w warunkach naturalnych, jak i w laboratorium, używając w drugim przypadku roślin pobranych z pola, a więc przy uwzględnieniu ich naturalnego stopnia zahartowania. Rośliny przy tym, służące do analiz wysadzane są w jesieni do doniczek i zakopywane w polu. W ten sposób możliwe jest pobieranie prób w ciągu całej zimy i wczesnej wiosny. Analizy przeprowadza się głównie metodą konduktometryczną według Dextera, używając do tego celu korzeni. Równocześnie bierze się pod uwagę stopień regeneracji roślin, wysadzając je w szklarni i określając plon zielonej masy. Poza tym analizuje się zawartość skrobi i cukrów oraz rozpuszczalnych aminokwasów. Te obszernie zakrojone badania pozwoliły stwierdzić, że stopień zahartowania roślin zwiększa się w ciągu jesieni, ażeby uzyskać maksimum dopiero po zamarznieniu gleby (koniec listopada początek grudnia). Przy obecności okrywy śnieżnej rośliny zachowują ten stan odporności przez cały okres zimy, tracąc go dopiero po rozmarznieniu gleby w marcu.

Stopień zahartowania zależy od wielu czynników zewnętrznych, takich jak temperatura i długość dnia oraz od właściwości dziedzicznych, polegających na zwiększonym nagromadzeniu węglowodanów i, jak stwierdzono, wolnych aminokwasów. Odporne odmiany lucerny osiągają szybciej i wyższy stopień zimoodporności niż odmiany nieodporne i zatrzymują dłużej tę właściwość na wiosnę. W obrębie roślin motylkowych proces hartowania najszybciej przebiega u nostrzyku, potem u lucerny i wreszcie u koniczyny czerwonej. Również i stopień mrozoodporności jest najwyższy u nostrzyku, najniższy zaś u koniczyny.

Największą zawartość węglowodanów wykazują rośliny w październiku i to głównie w postaci skrobi. Później, w miarę hartowania się roślin, skrobia przetwarza się w cukier. Największą zawartość cukru przy pełni zahartowania wykazuje nostrzyk, potem lucerna i wreszcie koniczyna. Ubytek cukru w okresie spoczynku jest miernikiem zachodzących procesów oddychania, których intensywność jest odwrotnie proporcjonalna do stopnia zimoodporności. Regularna, powolna przemiana skrobi na cukier stanowi o wysokim stopniu mrozoodporności roślin.

Przy rozpatrywaniu kompleksu czynników wpływających na zimowanie jednym z bardzo ważnych jest odporność na okrywą lodową. Badania przeprowadzono na roślinach zahartowanych w warunkach naturalnych, których korzenie umieszczano następnie w kartonowych zbiornikach w wodzie i zamrażano. Jako kontrola służyły rośliny poddane temperaturze  $-2,5^{\circ}\text{C}$  ale nie umieszczone w lodzie. O ile w pierwszym przypadku rośliny znosiły bardzo dobrze niskie temperatury i przeniesione następnie do szklarni regenerowały, w drugim, uszkodzenia spowodowane przechowywaniem w lodzie były bardzo duże. Odmiany reagowały nie jednakowo i ilość pozostałych przy życiu roślin wynosiła u odmiany Ladak 80%, u Montana Common 70%, u Buffalo 40% i u New Mexico Common 23%.

Badania innych motylkowych wykazały, że przechowywanie w lodzie najlepiej znosił nostrzyk, potem lucerna, a następnie koniczyna. U tej ostatniej już po czternastu dniach przechowywania w lodzie jedynie 43% roślin pozostało przy życiu, lucerna i nostrzyk natomiast wykazywały uszkodzenia dopiero po 21 dniach. Po 42 dniach nostrzyk odbijał w 57%, lucerna w 50%, koniczyna natomiast zginęła w całości.

Badania polowe przeprowadzone na poletkach pokrytych pokrywą lodową wykazały również, że najlepiej zniósł tego rodzaju warunki nostrzyk, a to dzięki temu, że jego węzeł krzewienia tkwi głęboko w ziemi i dlatego jest najlepiej zabezpieczony przed szkodliwymi czynnikami atmosferycznymi. Formy, które są mniej zimoodporne, wykazują równocześnie wolniejsze procesy metaboliczne związane z gromadzeniem się dużej ilości dwutlenku węgla. Zbyt wysokie ciśnienie gazu, wytwarzającego się pod okrywą lodową, wpływa toksycznie na rośliny, co jest przyczyną tego, że organizmy mniej zimoodporne cierpią równocześnie bardziej od pokrywy lodowej.

Z odpornością na wymarzenie związany jest również u lucerny jej pokrój. Formy bardziej zimoodporne mają na jesieni pokrój bardziej leżący (*prostratus*), podczas gdy formy mniej odporne typ stojący (*erectus*). Te ostatnie również szybciej odbijają na wiosnę. Ilość roślin o typie płożącym jest wskaźnikiem zimoodporności danej odmiany. Między innymi używa się go jako cechy przy identyfikowaniu odmian oraz zaleca farmerom jako sposób pomocniczy sprawdzania autentyczności odmianowej.

Koniczyna czerwona zajmuje po lucernie drugie co do obszaru uprawy miejsce w Stanach Zjednoczonych. Występuje ona jako forma jednokośna i dwukośna, przy czym istnieje szereg form pośrednich. Formy jednokośne uprawiane są na obszarach północnych Stanów, graniczących z Kanadą, formy dwukośne zarówno w rejonach północnych, jak i środkowych (Corn Belt — pas kukurydzy) i południowych (Kentucky, Vir-

ginia). Cechą charakterystyczną wszystkich form amerykańskich jest to, że są one bardziej omszone niż formy środkowo- i wschodnio-europejskie. Podobne są natomiast pod tym względem do biotypów zachodnio-europejskich, z których się wywodzą (Falkowski 2). Koniczyna czerwona bowiem, tak jak wszystkie drobnonasienne motylkowe, nie jest formą endemiczną, lecz sprowadzoną z Europy. W trakcie długotrwałej uprawy powstało jednak szereg biotypów dobrze zaaklimatyzowanych do tamtejszych warunków, wykazujących znacznie lepszą zimoodporność niż odmiany europejskie.

Jednym z najważniejszych problemów hodowlanych jest zagadnienie odporności na choroby. W wyniku niewłaściwego zmianowania nastąpiło niejednokrotnie w Stanach Zjednoczonych silne wykoniczynienie niektórych gleb, powodujące coraz to większe rozszerzanie się różnych chorób, jak rak koniczynowy (*Sclerotinia trifoliorum*), *Pythium*, *Helminthosporium*, *Fusarium roseum*, *Fusarium solanii*, *Rhizoctonia* i inne. Występowanie tych chorób może powodować nie tylko ogromne zaniki bezpośrednio po zasiewie (sięgające do 75%), ale również i w następnych latach wegetacji (55—70%). Stan roślin jest niejednokrotnie tak zły, że wymaga zaorania już po pierwszym zbiorze zielonki. Słabszy stopień porażenia wpływa na obniżenie plonu, jak i na gorsze zimowanie roślin.

Skuteczność walki z chorobami opiera się głównie na hodowli odmian odpornych. Podobnie jak u lucerny, badania przeprowadza się w szklarni, zakażając glebę zespołem różnych grzybów pasożytniczych, pochodzących z wykoniczynionych gleb. Gdy siewki są już starsze, zakaża się je dodatkowo mączniakiem, sadząc wśród badanych roślin osobniki silnie porażone tą chorobą. Siewki roślin odpornych wysadza się w polu i bada następnie stopień porażenia mozaiką wirusową, która jest w Stanach Zjednoczonych coraz to groźniejsza. W ten sposób cały materiał hodowlany przechodzi kilka prób, których efektem końcowym jest selekcjonowanie odmian odpornych na szereg chorób.

Zagadnienie zimoodporności opracowuje się zarówno od strony bezpośredniej reakcji na mróz i okrywą lodową, jak i wiążącego się z nim ściśle problemu rozwoju generatywnego i pokroju roślin. Podstawę do tych badań stworzyły wyniki doświadczeń kanadyjskich (Ludwig, Barrales Stepler 7), wskazujące na wybitną zależność rozwoju generatywnego koniczyny czerwonej od długości dnia. Długi fotoperiod powoduje u niej nie tylko wytworzenie się kwiatów, ale również zmienia pokrój rośliny, czyniąc go bardzo wyniosłym oraz zwiększając powierzchnię liści przy równoczesnym ograniczeniu ich ilości. Odwrotnie, krótki dzień wpływa na wytworzenie się typu rozetkowego, o małych ciemnych liściach, nisko leżącego na ziemi i pozbawionego zupełnie pędów gene-



ratywnych. Wyniki te wykorzystane zostały przez dr Dale Smith'a do stworzenia nowej metody badania koniczyny czerwonej na zimoodporność. Przy zasiewie bowiem w połowie czerwca następuje w jesieni silne zróżnicowanie roślin na formy kwitnące i rozetkowe oraz szereg typów przejściowych. Selekcjonując formy rozetkowe, wybiera się równocześnie typy najbardziej zimoodporne, wykazujące najlepszy stopień hartowania się, najniższy poziom procesów oddychania w czasie zimy i największą mrozoodporność. W ten sposób możliwe jest przeprowadzenie selekcji już w pierwszym roku wegetacji, przed przezimowaniem. Metoda ta jest tym cenniejsza, że jest uniezależniona od przebiegu warunków atmosferycznych w danym roku.

Łączne wysiłki w kierunku wyhodowania form zarówno odpornych na szereg miejscowych chorób grzybkowych, jak i na czynniki atmosferyczne, pozwoliły na uzyskanie szeregu cennych odmian takich, jak Midland (przystosowanej do Stanów Północnych i położonych w Corn Belt), Cumberland i Kenland, nadających się do uprawy w Stanach Południowych, oraz Dollard, przystosowanej do Stanów Wielkich Dolin. Ostatnio dr W. K. Smith w Madison uzyskał nową odmianę syntetyczną (opartą o pięć odmian wyjściowych) o wybitnej zimoodporności i długotrwałości, której plon w trzecim roku wegetacji nie różni się prawie pod względem wysokości od plonu uzyskiwanego w drugim roku.

Obok koniczyny czerwonej duże znaczenie ma w Stanach Zjednoczonych koniczyna biała. Występuje ona jako forma pośrednia (*hollandicum*) i uprawiana jest na pastwiskach. Coraz więcej uwagi poświęca się obecnie koniczynie Ladino, która sprowadzona została do Ameryki Północnej z doliny Padu w 1891 r. Początkowo zasięg jej uprawy był niewielki, z chwilą jednak bliższego poznania jej cennej wartości uprawnej bardzo się zwiększył i obejmuje obecnie Stany Wielkich Dolin, południowo-zachodnie wybrzeże Pacyfiku oraz południową Karolinę i Virginie, jak również Stany środkowe. Posiadając znacznie większy aparat liściowy niż koniczyna biała zwyczajna, jest ona od niej bez porównania plenniejsza, nadając się przy tym doskonale do uprawy na gleby wilgotne, źle przewietrzane (płytki system korzeniowy) i mniej zasadowe niż lucerna. Pewną jej wadą jest to, że wytwarza ona mało główek i stąd produkcja nasienna jest zbyt niska. Kwiatostany przy tym są u form amerykańskich ukryte w liściach, co utrudnia jeszcze dodatkowo zbiór nasion. Badania nad zimoodpornością koniczyny Ladino prowadzone w Madison wykazały, że jest ona nieco mniej mrozoodporna niż koniczyna biała zwyczajna, bardziej odporna jednak niż koniczyna czerwona. Odznacza się ona w jesieni wyższą zawartością skrobi w rozłogach i węzle krzewienia niż koniczyna biała zwyczajna i czerwona, przemiana na cukier tych węglowodanów następuje jednak gwałtowniej

i wcześniej niż u koniczyny białej zwyczajnej. Na wiosnę największą zawartość cukru wykazuje koniczyna biała zwyczajna, następnie Ladino i wreszcie koniczyna czerwona.

Koniczyna Ladino posiada grube, mięsiste rozłogi, które, znajdując się na powierzchni gleby, są specjalnie narażone na szkodliwe działanie okrywy lodowej. Badania dra Dale Smith'a (10) wykazały, że koniczyna Ladino ginęła prawie całkowicie już po 14 dniach przechowywania w lodzie, podczas gdy biała zwyczajna wytrzymywała jeszcze w znacznym stopniu całomiesięczne przebywanie pod lodem. Jak stwierdzono, ilość wydzielonego przez Ladino dwutlenku węgla była znacznie większa niż u koniczyny białej zwyczajnej, co działało toksycznie na rośliny i przyczyniało się do gorszego ich zimowania.

Mimo pewnych wad koniczyna Ladino jest niewątpliwie jedną z bardzo cennych roślin uprawnych. Wskazują na to zarówno wyniki doświadczeń, jak i zwiększający się coraz to bardziej jej areał uprawy. Przypuszczać należy, że i u nas koniczyna Ladino mogłaby znaleźć szersze zastosowanie w rolnictwie po wyhodowaniu odpowiednich, zimoodpornych odmian. Skoro bowiem amerykańscy hodowcy znaleźli wśród swoich populacji formy dostatecznie przystosowane do tamtejszych ostrych warunków klimatycznych, sądzić można, że i wśród naszych populacji powinny istnieć biotypy dostatecznie zimoodporne, które mogłyby stanowić materiał wyjściowy dla nowych, wysokoplennych odmian.

Jedną z bardzo wysoko cenionych w Stanach Zjednoczonych roślin motylkowych jest nostrzyk biały i żółty. Uprawiany jest on zarówno na zielony nawóz, jak i na zielonkę i siano oraz na jednoroczne pastwiska. Jako zielony nawóz daje on bardzo wysoki plon zielonki i nie tylko nagromadza dużą ilość azotu oraz wzbogaca glebę w składniki próchniczne, ale pozostawia ją również w doskonałej strukturze, dzięki głębokiemu i mocnemu systemowi korzeniowemu. Jako roślina pastewna dostarcza wysokobiałkowej, bardzo cennej paszy, nie ustępującej pod tym względem lucernie, pod warunkiem jednak, że jest wcześnie koszona. Bydło przyzwyczajają się szybko do nieprzyjemnego, gorzkiego smaku, powodowanego zawartością kumaryny, i nie reaguje na nią niekorzystnie. Większość odmian to formy gorzkie (Spanish, Madrid, Evergreen, Common white, Common yellow). Istnieje poza tym również odmiana bezkumarynowa nostrzyku białego, nazwana Cumino. Pochodzi ona z krzyżówki nostrzyku białego *Melilotus alba* × *M. dentata*, wykonanej przez W. K. Smith'a. Przeprowadzenie tej krzyżówki natrafiało na duże trudności, gdyż mieszańiec  $F_1$  jest albinotyczny. Dr Smith zaszczerpił go na jednej z form rodzicielskich, umożliwiając w ten sposób jego rozwój i uzyskanie nasion. Po kilkakrotnym wstecznym przekrzy-

zowaniu z *M. alba* otrzymano formę uprawną, nie posiadającą kumaryny.

Nostrzyk, podobnie jak kukurydza, jest w Stanach Zjednoczonych obiektem wielu metodycznych badań z dziedziny hodowli. Dr Johnson z Iowa State College zastosował na nim po raz pierwszy w obrębie roślin motylkowych metodę „recurrent selection” — selekcji powracającej. Polega ona na tym, że na wybranych pojedynkach część nasion uzyskuje się z samozapylenia, część zaś ze swobodnego przekrzyżowania. Rośliny pochodzące z samozapylenia przekrzyżowuje się wzajemnie w szklarni, a w następnym roku bada ich potomstwo generatywne (rozmnożone wegetatywnie), porównując równocześnie z roślinami powstałymi drogą swobodnego obcozapylenia roślin matek. Rody wykazujące najwyższe plony (najlepszą zdolność kombinacyjną) łączy się razem w odmianę syntetyczną, aby z niej znów wybrać pojedynki i powtórzyć następny cykl selekcji. Według dr Johnsona (3, 4, 5, 6) efekt tego rodzaju metody jest o wiele lepszy niż selekcji masowej. Ta ostatnia dała po 4 generacjach tylko 20% zwyżki plonu, podczas gdy jeden cykl metody „recurrent selection”, oparty na badaniu plonu potomstwa 30%. W obrębie cech morfologicznych wspomniana metoda daje jeszcze szybszy postęp i wyrównanie cech. Jest to spowodowane tym, że plon uwarunkowany jest większą liczbą czynników dziedzicznych niż cechy morfologiczne.

Badanie wartości kombinacyjnej klonów ma przy użyciu tej metody zasadnicze znaczenie. Nie jest rzeczą istotną bowiem, jak wysoki plon daje potomstwo danej rośliny otrzymane drogą samozapylenia, ale ważne jest, jak kształtować się będzie tenże plon po skrzyżowaniu z innym klonem lub rodem. Tę właściwość plonowania po skrzyżowaniu z jakimś określonym klonem, rodem lub linią wsobną, względnie też z określoną mieszaniną pyłku, pochodzącą z wybranych rodów lub klonów, nazywa się wartością kombinacyjną. Jak twierdzi Kinmann i Spargue wysokość plonu odmiany syntetycznej nie zależy od ilości biorących w niej udział linii czy klonów, ale przede wszystkim od ich zdolności kombinacyjnych.

Szeroko opracowywanym zagadnieniem jest biologia kwitnienia i owocowania u nostrzyku. Roślina ta, będąc w zasadzie obcopylną, przejawia duże skłonności do samozapylenia. Sandal i Johnson stwierdzili, że samopłodność u *M. officinalis*, odmiany Madiosn, wynosi 19,3% (z wahaniami od 0,0 do 68,2%). Zjawisko to jest wielce korzystne z punktu widzenia hodowlanego, gdyż pozwala zastosować zarówno chów wsobny, jak również metodę „recurrent selection”.

Zagadnienie krzyżówek międzygatunkowych jest również przedmiotem szeroko zakrojonych badań. J. E. Ross Grienshields (9) podzielił poszczególne kombinacje krzyżówkowe w obrębie rodzaju *Melilotus* na

trzy grupy, w zależności od stopnia wzajemnej płodności, wyrażającej się stopniem wykształcenia nasion i powstawaniem żywotnego potomstwa, u krzyżówek mniej płodnych długością okresu pozostawania na roślinie zalążni i wykształceniem bielma. Do najpłodniejszych kombinacji zaliczono krzyżówkę *Melilotus alba* × *M. suaveolens*, częściowo płodnych; *M. officinalis* × *M. suaveolens* i *M. alba* × *M. dentata* (potomstwo jest albinotyczne). Bardzo wartościowym gatunkiem dzikim jest *M. messanensis*, ponieważ nie zawiera on kumaryny i posiada duże nasiona. Zarodek jednak mieszańcowy *M. messanensis* × *M. alba* rozwija się tylko do 11 dni po zapyleniu i następnie ginie.

Rośliną, której coraz więcej poświęca się uwagi w Stanach Zjednoczonych, jest komonica różkowa. Gatunek ten jest cenny ze względu na to, że można go uprawiać na glebach lżejszych, uboższych i suchszych, niż np. lucernę czy koniczynę czerwoną. Nadaje się on również z powodzeniem na pastwiska, znosząc dobrze spasanie i przydeptywanie. W Stanach Zjednoczonych istnieją trzy formy komonicy: szerokolistna, wąskolistna i wielkolistna. Najbardziej zimoodporną formą jest typ szerokolistny. Występuje on jako forma stojąca (odmiany Granger, Cascade, Viking) oraz płożąca (Empire).

Uprawa komonicy na nasiona natrafia na pewne trudności, a to ze względu na niewyrównane dojrzewanie oraz pękanie strąków i osypywanie się nasion. Dr C. P. Wilsie (8) w Iowa State College opracował metodę pozwalającą na szybką i pewną ocenę pod tym względem kłónów. Polega ona na tym, że zebrane w jednakowym stadium dojrzałości strąki (jasnobrązowe), umieszcza się na 72 godziny w eksykatorze o 35% względnej wilgotności, po czym określa się ilość pękniętych strąków. Jednorazowa selekcja przeprowadzona w ten sposób pozwoliła zmniejszyć osypywanie się strąków o 17%. Wybrano przy tym formy wykazujące zaledwie 20% osypywania. Oprócz czynników dziedzicznych, ogromną rolę odgrywają również czynniki zewnętrzne, takie jak temperatura i zawartość wody w powietrzu i w strąkach. Strąki zebrane w czasie wilgotnej i chmurnej pogody wykazują mniejszą tendencję do pęknięcia, niż zebrane w czasie suszy. Stąd też uprawa komonicy na nasiona powinna być prowadzona w rejonach o wilgotnej i chłodnej jesieni.

\*                    \*

\*

O ile hodowla roślin pastewnych koncentruje się w rejonach ich właściwej uprawy, o tyle produkcję nasienną lokalizuje się w okolicach o specjalnie sprzyjających do tego celu warunkach klimatycznych, głównie na wybrzeżu zachodnim. Produkcja nasienna na tych obszarach prowadzona jest przy zastosowaniu specjalnych upraw, o odpowiednio rzad-

kim siewie i dużej rozstawie roślin (dla lucerny 1 kg nasion na ha, przy rozstawie rzędów 100 do 120 cm), oraz przy jednoczesnym sztucznym nawadnianiu. Na plantacjach tych stosuje się nowoczesne metody zwalczania chwastów i szkodników przy pomocy środków chemicznych. Celem zwiększenia osadzania się nasion umieszcza się na polach w czasie kwitnienia po 2 ule na hektar. Średnie plony nasion lucerny uzyskiwane z takich plantacji wynoszą około 5 q/ha, a przy sprzyjających warunkach sięgać mogą 18—20 q/ha. W zależności od stanu roślin użytkowanie plantacji trwać może od 3 do 6 lat.

Hodowca zobowiązany jest dostarczyć stosunkowo niewielką ilość materiału matecznego, który rozmnaża się na miejscu, drugie i trzecie rozmnożenie zaś prowadzone jest następnie w Stanach północno-zachodnich, o klimacie zbliżonym do właściwych warunków uprawy tych gatunków, bardziej sprzyjającym jednak pod względem owocowania. Ostatnie rozmnożenie nasion kwalifikowanych prowadzi się w Kalifornii.

Tego rodzaju organizacja nasiennictwa w USA ma zabezpieczyć rozmnażane odmiany przed niekorzystnymi zmianami w składzie genetycznym ich populacji, które następują przy rozmnażaniu w niewłaściwych dla nich warunkach. Dlatego też rozmnażanie w Kalifornii i Stanach południowych ograniczone jest przez specjalne przepisy nasienne tylko do jednego pokolenia, kwalifikacje przy tym i kontrola plantacji prowadzona jest co roku zarówno na kulturach jedno-, jak i kilkuletnich. Popyt na nasiona kwalifikowane wzrasta z każdym rokiem i obecnie areal uprawy lucerny obsiewany jest w 95% nasionami kwalifikowanymi.

#### LITERATURA

1. Bula R. J., Smith Dale: *Agronomy Journal*, 1954, 46, s. 397—401.
2. Falkowski M.: *Roczniki Nauk Rolniczych*, 1948, 50, s. 328—358.
3. Johnson I. J.: *Agronomy Journal*, 1952, 44, s. 476—481.
4. Johnson I. J., El Banna A. S.: *Agronomy Journal*, 1957, 49, s. 120—125.
5. Johnson I. J., Gofforth Foy: *Agronomy Journal*, 1953, 45, s. 535—539.
6. Johnson I. J., Hoover Max M.: *Agronomy Journal*, 1953, 45, s. 595—598.
7. Ludwig R. A., Barrales H. G., Steppler H.: *Canadian Journal of Agricultural Science*, 1953, 33, s. 274—287.
8. Peacock H. A., Wilsie C. P.: *Agronomy Journal*, 1957, 49, s. 429—431.
9. Ross Greenshields John Edward: *Canadian Journal of Botany*, 1954, 32, s. 447—465.
10. Ruelke Charles, Smith Dale: *Plant Physiology*, 1956, 31, s. 364—368.
11. Sandford E. H., Clement W. M.: *Plant Agronomy Journal*, 1958, 50, s. 589—592.
12. Smith Dale: *Agronomy Journal*, 1952, 44, s. 469—473.
13. Wilsie Carrol P.: *Agronomy Journal*, 1951, 43, s. 555—560.
14. Wilsie Carrol P.: *Agronomy Journal*, 1958, 50, s. 182—185.