

Genetyczne metody kierowania heterozją jako podstawa radykalnego zwiększenia wydajności roślin i zwierząt*

Streszczenie

Nowe metody kierowania heterozją związane są z przeobrażeniem dziedziczności w poszczególnych liniach, oddzielanych w drodze doboru i krewniaczego rozmnożenia (chowu). W naturalny sposób kukurydza rozmnaża się drogą krzyżowego, swobodnego zapylenia; zaczęto ją sztucznie samozapylać. Dowolna roślina wzięta z odmiany po samozapyleniu może dać początek wsobnej (inbrednej) linii, jeśli w następnych 6—8 pokoleniach rozmnażać tę roślinę będziemy wyłącznie sposobem samozapylenia. Jako wynik samozapylenia zjawi się homozygotyczność (dziedziczna jednorodność) linii. Ponieważ dziedziczne właściwości heterozygotycznych osobników — założycieli różnych linii wsobnych — są różne, więc z wielu osobników, wziętych z odmiany, otrzymuje się wiele linii wsobnych, różniących się wyraźnie między sobą pod względem cech dziedzicznych. Dobór w tych liniach pomaga wydzielić formy posiadające własność dawania specjalnie cennych hybrydów przy krzyżowaniu takich form między sobą. Wewnątrz każdej linii dzięki homozygotyczności otrzymuje się dużą jednorodność roślin. Jednak nie wszystkie linie wsobne posiadają zdolność dawania mocnych hybrydów. Tylko poszczególne wybitne linie stają się stałym źródłem otrzymywania produkcyjnych hybrydów. Zdolność linii dawania przy krzyżowaniu hybrydów o wybitnych własnościach wykrywa się przy pomocy krzyżowań analitycznych.

Przy tworzeniu linii wsobnych, zapewniających otrzymanie cennych hybrydów, niezmiernie duże znaczenie ma dobór cech nasilających heterozję w hybrydach, tj. dobór na przystosowawczość, wysoką plenność i ogólną energię wzrostu. Specjalna selekcja w liniach wsobnych pozwala na rozwiązywanie różnych zadań, zapewniających powodzenie kukurydzy mieszańcowej. Jako rezultat takiej selekcji wydzielono linie, ze skrzyżowań z którymi otrzymuje się hybrydy odporne na suszę, wiatr, choroby, szkodniki, ze zwiększoną cukrowością, z większą zawartością tłuszczu, wysoką zawartością węglowodanów, białka, witamin, pozbawione pigmentu, karotenu, z dwiema małymi kolbami zamiast jednej dużej, co ułatwia zastosowanie maszyn itp. Wielostronne przeobrażenie natury kukurydzy w drodze hodowli linii wsobnych i otrzymanie hybrydów dopiero się właściwie zaczęło i zagadnienie to ma przed sobą przyszłość.

Zalety mieszańcowej kukurydzy są specjalnie duże. Znane są osiągnięcia Radzieckich Bohaterów Pracy M. Oziernego, S. Wisztaka i innych (Lisunow, 1954), którzy przy wykorzystaniu zwykłych odmian otrzymali wydajność 80 — 120 q/ha.

* Redakcja zamieszcza streszczenie artykułu N. Dubinina, ujmującego zagadnienia heterozji z pozycji genetyki formalnej, jako ilustrację przeciwstawnych poglądów w stosunku do artykułu Głuszczenki, opierającego się na genetyce miczurinowskiej.

Rozpowszechnienie mieszańcowej kukurydzy w praktyce jest warunkiem otrzymania wysokich plonów we wszystkich kolchozach i sowchozach. W 1953 r. w Związku Radzieckim około 500 tys. ha obsiane było hybrydami B. P. Sokołowa. W rejonie Dniepropietrowska 88% całości zasiewów kukurydzy zajęły hybrydy.

Korzyści kukurydzy mieszańcowej są tego rodzaju, że w chwili obecnej cała przestrzeń przeznaczona na zasiew kukurydzy w Stanach Zjednoczonych, w tzw. pasie kukurydzianym, zajęta jest przez mieszańce.

Metody otrzymania mieszańcowej kukurydzy różnią się jaskrawo od zwykłych prac selekcyjnych. W tym wypadku decydujący wpływ miało zastosowanie nowych zasad eksperymentalnej genetyki. Stworzenie tych metod i wszczęcie ich do produkcji było procesem długotrwałym. W Stanach Zjednoczonych zajęło to 20 lat. Prace rozpoczęto około 1910 r. W 1933 r. pod mieszańcową kukurydzą znajdowało się 0,1% całej powierzchni pod uprawą kukurydzy, w 1937 — 7,9 a 1942 — 46,4 w 1949 — 77,7, a w 1953 — 85,0%. W Związku Radzieckim prace nad mieszańcową kukurydzą rozpoczęto rozwijać około 1930 r.

Przerwanie prac nastąpiło w przełomowej chwili, kiedy mieszańcowa kukurydza ze stadium opracowań doświadczalnych zaczęła wchodzić na pola radzieckich sowchozów i kolchozów. Obecnie, gdy w Stanach Zjednoczonych od 20 lat zrealizowano rozpowszechnienie mieszańcowej kukurydzy stwarzając bazę paszową dla hodowli zwierząt, przed ZSRR stoi zadanie jak najszybszego nadrobienia straconego czasu.

Można zdecydowanie powiedzieć, że wiele zagadnień bazy paszowej w hodowli zwierząt, zagadnienie ilości zbóż, surowców spirytusowych, syntetycznego kauczuku itd. mogłoby otrzymać znaczną pomoc naszej nauki, gdyby 10 — 15 lat temu rozpowszechniona została mieszańcowa kukurydza, gdyby została rozwinięta praca nad podniesieniem wydajności innych roślin i zwierząt, prowadzona właśnie tymi metodami.

Jest historycznym faktem, że poznanie zjawisk heterozji było po raz pierwszy zaczęte w pracach członka S. Petersburskiej Akademii Nauk — I. Kelreitera oraz badaniach przeprowadzonych przez niego w latach 1755 — 1766. Swymi klasycznymi badaniami poświęconymi nauce o płci i krzyżowaniu roślin Kelreiter stworzył podstawy nauki o hydrydyzacji roślin, przewidział również praktyczne wykorzystanie siły hybrydów, wskazując jako przykład na przewagę hybrydów u drzew.

Dla dalszego rozwoju problemu heterozji ogromne znaczenie miała praca Darwina „Działanie krzyżowego zapylenia i samozapylenia w świecie roślinnym“, w której szczegółowo wykazano olbrzymie znaczenie hybrydyzacji dla otrzymania intensywnie rozwijających się form roślin. Część swoich doświadczeń przeprowadził Darwin na kukurydzy.

Hybrydyzacja gatunków roślin i wykorzystanie potężnego rozwoju hybrydów, łączących przy tym potrzebne cechy różnych rodziców i przejawiających nowe właściwości — były szeroko opracowane i wykorzystane przez Miczurina jako metoda radykalnego polepszenia roślin uprawnych. Powodzenie prac Miczurina polega w głównej mierze na tym, że pracował on nad formami rozmnażającymi się wegetatywnie. W drodze płciowej hybrydyzacji różnych form i gatunków Miczurin otrzymywał wybitne hybrydy, których właściwości przechowywały się w potomstwie drogą rozmnażania wegetatywnego.

Zagadnienie wykorzystania hybrydów u roślin i zwierząt, rozmnażających się wyłącznie generatywnie, jest sprawą bardziej skomplikowaną. W takich wypadkach

w potomstwie hybryda jako reguła występuje rozszczepienie i kompleks jego wybitnych właściwości rozprasza się wśród różnych potomków. Konieczne więc było opracowanie metody masowego otrzymywania nasion wysokogatunkowych hybrydów dla każdego nowego zasiewu, aby mieć możliwość każdorazowego praktycznego wykorzystania samych hybrydów, a nie ich o wiele mniej wartościowego potomstwa.

Wyjściowym materiałem dla otrzymania wysokogatunkowej mieszańcowej kukurydzy są selekcyjne linie wsobne, które otrzymuje się drogą przymusowego zapylenia poszczególnych wybranych roślin i ich potomków pod warunkiem starannego doboru we wszystkich pokoleniach inbreedingu. Rozmnożenie krewniacze prowadzi do wyraźnego pogorszenia roślin. Nawet najlepsze selekcyjne linie wsobne odznaczają się zaledwie połową plenności w porównaniu z wyjściowymi. Zachodzi pytanie, dlaczego selekcyjne linie wsobne, nie odznaczające się samą wysoką plennością, dają tym niemniej przy wzajemnym krzyżowaniu hybrydy kukurydzy, wykazujące rekordową plenność. W pracach nad genetyką eksperymentalną zostało wykazane, że tylko przez wyprowadzenie linii wsobnych można rozdzielić skomplikowaną heterogeniczną dziedziczność odmiany, otrzymując poszczególne fizjologicznie różne, homozygotyczne, tzw. czyste linie. Hodowca drogą doboru przeobraża dziedziczność linii w pożądanym kierunku, wykorzystując rozszczepienie przebiegające we wczesnych pokoleniach inbreedingu, w celu otrzymania linii posiadających zdolność dawania specjalnie wartościowych hybrydów. Genetyczna koncepcja gatunku wykazała, że dowolna roślina w gatunku lub odmianie, a specjalnie kukurydza, jest w większym lub mniejszym stopniu hybrydem z powodu swojej heterozygotyczności. Cała naukowa podstawa mieszańcowej kukurydzy polega na opracowaniu metod, pozwalających na doprowadzenie tej heterozygotyczności, tj. bogactwa dziedziczności, do najwyższego stopnia. To właśnie osiąga się przez krzyżowanie fizjologicznie różnych, homozygotycznych, specjalnie dobranych linii. Hybrydy dzięki krzyżowaniu szybko osiągają wzbogaconą dziedziczność, przewyższającą heterozygotyczność dowolnej rośliny w odmianie, gdzie ta heterozygotyczność nie jest niczym kierowana, będąc zdana na wypadkowe krzyżowe zapylenie. Czyste linie dzięki homozygotyczności trwale zachowują swoje właściwości, dlatego i hybrydy dwóch linii wsobnych w praktyce okazują się jednakowo heterozygotyczne, co daje właśnie zadziwiające wyrównanie zasiewów, trwałość wysokich plonów mieszańcowej kukurydzy. Jasne jest przy tym, że przy rozmnożeniu takich hybrydów następuje skomplikowane rozszczepienie i potomstwo ich zamienia się w zwykłą, genetycznie zmieszaną odmianę.

Najważniejszą cechą hybrydów powinna być ich zdolność do przystosowania się do warunków poszczególnych rejonów kraju. Jako wynik tych wymagań selekcja doprowadza do tego, że spośród tysięcy założonych linii wsobnych jedynie niewiele z nich, po przeprowadzeniu doboru wewnątrz linii i starannego zbadania każdej z nich, wykazuje potrzebne wybitne właściwości przy krzyżowaniu z innymi i staje się wartościowym materiałem wyjściowym dla corocznego otrzymywania nasion produkcyjnych hybrydów.

Organizacja pracy z liniami wsobnymi i otrzymanie hybrydów powinny objąć stacje selekcyjne wszystkich rejonów produkcji kukurydzy, przodowników rolnictwa i powinny być prowadzone według jednego planu państwowego. Tylko w takich warunkach można w krótkim czasie rozwiązać zadanie postawione przez styczniowe Plenum KC KPZR w sprawie szybkiego przejścia na zasiewy kukurydzy nasionami mieszańcowymi. Nie wolno dopuszczać do rozpowszechnienia bezwartościowych hybrydów i ludzić się, jakoby zadanie zostało wykonane; takie postawienie sprawy dyskredytuje ideę mieszańcowej kukurydzy. Otrzymanie każdego wysoko-

wartościowego hybrydu jest wynikiem poważnej pracy hodowlanej. Zbyt szybkie otrzymanie hybrydów drogą krzyżowań międzyodmianowych wskutek nie sprawdzonych linii wsobnych, a tym bardziej na skutek wewnątrzodmianowego krzyżowania, nie może dać oczekiwanych wyników.

W Związku Radzieckim jako pierwsi badacze rozpoczęli pracę w 1930 r.: B. P. Sokołow, M. I. Chadzinow i inni. Pierwszy produkcyjny hybryd B. P. Sokołowa — „Pierwieniec“ — otrzymany był przez krzyżowanie odmian „Dniepropietrowskaja“ i „Gruszeuskaja“. Jednak w dalszych pracach były szeroko rozwinięte badania nad otrzymaniem bardziej wysokowartościowej mieszańcowej kukurydzy drogą krzyżowania linii wsobnej z odmianą (odmianowo-liniowe hybrydy) oraz drogą krzyżowania linii między sobą (międzyliniowe hybrydy). Odmianowo-liniowy hybryd „Uspiech“ przewyższył pod względem plenności międzyodmianowy hybryd „Pierwieniec“. Ten odmianowo-liniowy hybryd zajmuje obecnie w ZSRR największą przestrzeń pozostającą pod uprawą kukurydzy spośród wszystkich mieszańcowych zasiewów kukurydzy. Jednak i odmianowo-liniowe hybrydy są mniej plenne w porównaniu z międzyliniowymi hybrydami, otrzymywanymi przez krzyżowanie roślin z różnych linii wsobnych.

Należy jednak zaznaczyć, że wykorzystanie międzyliniowych pojedynczych hybrydów, otrzymywanych przez krzyżowanie roślin z różnych linii wsobnych, nie jest opłacalne z punktu widzenia gospodarczego. Główne znaczenie praktyczne powinny mieć międzyliniowe podwójne hybrydy, które otrzymuje się przez krzyżowanie roślin dwóch różnych prostych międzyliniowych hybrydów; a więc w tworzeniu takich podwójnych hybrydów biorą udział cztery wyjściowe linie wsobne. Jest to tym uzasadnione, że dowolną linię wsobną, niezależnie od jej walorów jako komponenta hybrydyzacji, cechuje jednak obniżona plenność. Dlatego też, jeżeli przy hybrydyzacji jako rośliny macierzyste służą osobniki linii wsobnej, to wówczas mieszańcowych nasion otrzymuje się stosunkowo niewiele. Taka droga masowego otrzymywania mieszańcowego materiału nasiennego jest gospodarczo nieopłacalna. Inny wynik otrzymuje się, jeśli użyje się międzyliniowych hybrydów jako roślin-nasienników. W tym wypadku jako roślina macierzysta występuje mocna roślina prostego międzyliniowego hybryda, zapyla się ona pyłkiem roślin innych prostych hybrydów i otrzymuje się wówczas obfity plon wysokogatunkowych nasion podwójnego międzyliniowego hybryda.

Wykorzystanie pojedynczych hybrydów dopuszczalne jest z punktu widzenia gospodarczego tylko w tym wypadku, gdy mamy do czynienia z ceną kulturą, która wymaga przy tym maksymalnej jednolitości hybrydów. A więc dla kukurydzy cukrowej, przy jej konserwowaniu, niezbędna jest maksymalna jednolitość kolb, ponieważ w tym wypadku odpada konieczność ich sortowania.

Porównanie odmian i hybrydów kukurydzy wykazuje, że podwójne hybrydy liniowe zarówno pod względem plenności jak i innych gospodarczo cennych cech, zajmują pierwsze miejsce, przewyższając plennością zarówno hybrydy międzyodmianowe, jak i odmiany. Doświadczenia przeprowadzone w 1953 r. w Mołdawskiej Państwowej Stacji Hodowlanej wykazały, że podwójny międzyliniowy hybryd WIR-42 przewyższył o 17,8% miejscową odmianę kukurydzy i o 13,8 q międzyodmianowy hybryd Mołdawski 2. Hybryd WIR-42 jedynie w 1,4% wypadków porażony był głównie pęcherzykową, podczas gdy miejscową odmianę głównie porażała w 12,0%, a hybryd Mołdawski 2 — w 9,1%.

Konieczność rozmnażania i utrzymywania w czystości kolekcji selekcyjnych linii wsobnych, otrzymywania prostych (pojedynczych) i podwójnych hybrydów, wyma-

gających przestrzennej izolacji wszystkich ogniw pracy, obrywanie męskich kwiatostanów u roślin macierzystych na to, aby przy hybrydyzacji zachodziło tylko zapylanie krzyżowe itp. wymaga przemyślanych, nowych form pracy nasiennictwa. Otrzymywanie nasion mieszańcowych dla zasiewów produkcyjnych należy powieńczyć sowchozom wyspecjalizowanym w nasiennictwie, odpowiedzialnym za jakość nasion. Produkcja nasion kukurydzy mieszańcowej powinna rozwinąć się jako specjalny dział produkcji rolniczej, zaopatrującej cały kraj w wysokowartościowe nasiona hybrydów kukurydzy. W postanowieniu Plenum powiedziano, że do 1960 roku zasiewy kukurydzy powinny objąć 28 milionów ha. Jasne jest wobec tego, jak olbrzymie zadania ma do spełnienia nasiennictwo mieszańców kukurydzy, które powinno dostarczyć materiału siewnego.

Należy przy tym zaznaczyć, że obecnie posiadane hybrydy kukurydzy i metody ich otrzymywania wymagają dalszego ulepszenia. Jednym z najbardziej pracochłonnych zajęć przy otrzymywaniu nasion mieszańcowych jest usuwanie wiech na roślinach w rzędach macierzystych linii czy hybrydu w celu zapewnienia zapylenia ich kolb pyłkiem roślin innej linii lub hybrydu. W Stanach Zjednoczonych w dniach największego nasilenia przy obrywaniu wiech zajętych bywa do 125 tys. osób. Badania genetyczne wskazały drogę do przezwyciężenia tych trudności drogą wykorzystania plazmowej mutacji męskiej sterylności wprowadzając ją przez jedną z linii wsobnych do procesu hybrydyzacji. Rośliny z taką mutacją, będąc całkowicie płodne pod względem plonu kolb, nie dają zupełnie pyłku w kwiatostanie i mogą być wykorzystane jako macierzyste. W Związku Radzieckim pracę tę przeprowadza M. I. Chadzinow.

B. I. Sidorow i N. N. Sokołow opracowali analogiczne metody wykorzystania mutacji zmieniającej płęć rącznika, co ułatwiło otrzymanie hybrydów rącznika.

Mamy przed sobą wielkie zadanie stworzenia dostatecznej ilości różnych wysokogatunkowych form rodzimych hybrydów kukurydzy z uwzględnieniem wymagań stawianych przez różne rejony kraju.

Należy pamiętać, że zadanie to polega na tym, aby do pracy selekcyjnej nad otrzymaniem wysokoprodukcyjnych hybrydów, odpornych na niesprzyjające warunki klimatyczne, wciągnąć możliwie największą ilość dziedzicznych różnorodności wszystkich miejscowych odmian kukurydzy. Wymaga to nowej organizacji pracy hodowlanej. W rozwiązaniu tego zadania ogromną rolę mają do spełnienia przodownicy rolnictwa. Jednak konieczne jest wyjaśnienie sensu pracy, pomoc w opanowaniu techniki ręcznego zapyłania, wskazanie jak prowadzić dobór przy inbreedingu itp.

Niezmiernie ważna jest ta okoliczność, że prawidłowości biologiczne leżące u podstaw otrzymania hybrydu kukurydzy nie odnoszą się bynajmniej tylko do kukurydzy. Metodą krzyżowania selekcyjnych linii wsobnych jaskrawo podniesiono wydajność lucerny, arbuzów, dyni i wielu innych roślin. Podobnie hybrydyzacja zwierząt, pomimo istnienia innej określonej specyfiki, prowadzi tym niemniej do takich samych wyników. Starym, klasycznym przykładem przejawów siły hybrydyzacji jest wyprowadzenie mułów. Nowe badania nad genetyką wykazały olbrzymie znaczenie inbreedingu, doboru krzyżowania dla zapewnienia wysokiej produktywności u hybrydów zwierzęcych. Wykazały one, że wyprodukowane w ten sposób hybrydy świń dają o wiele więcej mięsa i słoniny przy mniejszym zapotrzebowaniu na paszę; hybryd bydła — więcej mięsa w ciągu krótkiego okresu. Specjalnie duże sukcesy osiągnięto na podstawie nowych metod w zakresie przemysłowego chowu drobiu.

Niewątpliwie w pracach nad genetycznym kierowaniem heterozją stworzona została nowa potężna metoda radykalnego polepszenia ras zwierząt i odmian roślin. Rozwój tej metody i wprowadzenie jej do rolnictwa wymaga szeregu posunięć organizacyjnych, poważnego wyjaśnienia jej podstaw naukowych. To, co robi się w tym kierunku zarówno w zakładach rolniczych, jak i biologicznych instytutach Akademii Nauk ZSRR jest zupełnie niewystarczające. Zagadnienie to należy podnieść do poziomu o znaczeniu ogólnopaństwowym.

Naukowe i praktyczne znaczenie heterozji jest wyjątkowo wielkie. W tym nowym dziale produkcji i nauki z wielką siłą występuje moc jedności nauki i praktyki, ogromne znaczenie opracowania nowych teoretycznych zasad nauki. Niewątpliwie planowe opracowanie w skali państwowej tych problemów w całym potrzebnym zakresie jest jednym z decydujących warunków stworzenia obfitości produktów i surowców dla ogólnego podniesienia dobrobytu Związku Radzieckiego.

*Biuletень Moskowskiego Obszczestwa
Ispytatielej Prirody, nr 2, 1955*

Streścila i opracowała A. K.