

ROLNICTWO ZAGRANICĄ

GUSTAW BECKER

Problemy hodowli roślin*

Zgodnie z dawnym zwyczajem, z okazji uroczystości poświęconej założeniu Akademii, uprasza się członka tego naukowego gremium o przedstawienie na szerszym publicznym zebraniu stanu badań w dziedzinie swojej specjalności. Jeśli w naszej młodej Akademii zwyczaj ten zapoczątkować ma biolog i hodowca roślin, to sam ten fakt wskazuje, jak wszechstronne zainteresowanie budzi dziś hodowla roślin. Postawieni przed tym zadaniem, uchylilibyśmy się od ciężącej na nas niewątpliwie odpowiedzialności za postęp w nauce, gdybyśmy chcieli jako przedmiot naszych rozważań przyjąć tylko obecnie osiągnięte wyniki i ustalone pojęcia. Nasze naukowe sumienie skłania nas do tego, by zamiast rozważać duże dotychczasowe osiągnięcia, przede wszystkim przy każdej sposobności poruszać zagadnienia jeszcze nie poznane i dążyć do stworzenia możliwości badań w tym kierunku. Przy tym nie bylibyśmy sami ze sobą w zgodzie, gdybyśmy nie podjęli się tego zadania z całą ścisłością, a w razie potrzeby i z żelazną konsekwencją.

Wszystkie rośliny uprawne powstały dzięki zabiegom człowieka. Każda z nich została wyprowadzona z dzikiej rośliny, a następnie wyhodowano niekiedy bardzo liczne odmiany. Prawie wszystkie rośliny uprawne są hodowane już od tysięcy lat. Wyhodowanie roślin uprawnych z form dzikich należy do największych osiągnięć człowieka. Ten stan rzeczy jest tym więcej zadziwiający, jeśli się zważy, że podstawą tych osiągnięć nie było ściśle poznanie praw przyrody, lecz prawie wyłącznie empiryczne spostrzeżenia. Współczesna teoria hodowli roślin zaczęła się rozwijać dopiero od połowy ubiegłego stulecia, od chwili ogłoszenia prac Darwina. Teoria ta jednak nie daje pełnego wyjaśnienia osiągnięć empirycznych, często nawet nie tłumaczy ich wcale. Przede wszystkim jednak hodowca natrafia na sprzeczności między dzisiejszą teorią hodowli i swym praktycznym doświadczeniem. Raz po raz w swej pracy hodowlanej spotyka się on z nie dającymi się wytłumaczyć zjawiskami stojącymi częściowo nawet w bezpośredniej sprzeczności z jego własnymi teoretycznymi wyobrażeniami. Ten stan rzeczy stanowi istotny problem hodowli roślin.

Hodowla roślin jako wiedza stosowana może być na dłuższą metę uprawiana skutecznie, a przede wszystkim systematycznie tylko wtedy, jeśli zabiegi hodowlane będą ustalane na podstawie jasnej, jednoznacznej teorii, przy czym nie powinniśmy wyhodowania każdej nowej odmiany uważać za nowe osiągnięcie hodowlane. Tylko wtedy nowa odmiana staje się osiągnięciem, kiedy przyczynia się do istotnego podniesienia produkcji. Musi to być jednak odmiana, której większa wydajność, pod względem ilościowym lub jakościowym, w porównaniu z istniejącymi odmianami, dałaby się wyraźnie dowieść również i bez szczególnie dokładnych wyliczeń za pomocą rachunku prawdopodobieństwa. Dlatego też wydajność nowej odmiany musi być dość stała, nie ulegać większym wahaniom, powinna utrzymywać się w różnych warunkach ekologicznych tak co do lat, jak i miejsca uprawy.

* Redakcja zamieszcza referat profesora dr Gustawa Beckera — Wiceprezydenta Niemieckiej Akademii Nauk Rolniczych w Berlinie, znanego hodowcy roślin — wygłoszony w dniu 17.X.1953 r. na sesji Niemieckiej Akademii Nauk Rolniczych w Berlinie.

Sprzeczności występujące między dzisiejszą teorią a doświadczeniem w hodowli roślin nakazują wysunięcie dwóch pytań:

1. Czy teoretyczne przesłanki dzisiejszej hodowli roślin są fałszywe, gdyż liczne wyniki wybitnych praktyków, mogących poszczycić się znacznymi osiągnięciami, nie dają się z nimi uzgodnić, albo wręcz im przeczą?

2. Czy dotychczasowe teoretyczne założenia hodowli roślin mogą w ogóle same wystarczyć do wyjaśnienia zjawisk hodowlanych, czy też powinny być wzięte pod uwagę bardziej wszechstronnie zjawiska biologiczne? To pytanie nasuwa się dlatego, że w wielu przypadkach teoria zgadza się z praktyką, w niektórych natomiast nie.

Nad tymi dwoma zagadnieniami od lat toczy się gorąca, a nawet zaciekle dyskusja. Istnieje obawa, że konieczna tu naukowa wymiana poglądów zmieni się w bezpłodny spór, który nie przybliży nas ani o krok do prawdy. Prawie wyłącznie walczy się o interpretację, przy czym do podstawowych pojęć przywiązane są zupełnie różne wyobrażenia. Na temat czysto eksperymentalnych faktów nie ma prawie różnicy zdań. Musimy więc przede wszystkim uzgodnić, co rozumiemy pod takimi pojęciami, jak ewolucja, nauka o dziedziczności, genetyka, mendelizm, hodowla roślin. Dla większości tych pojęć jednoznaczna definicja jest dziś tylko z trudem możliwa. Gałęzie wiedzy, które obejmują te pojęcia, w ostatnich latach rozwinęły się silnie. Nasze początkowe wyobrażenia pogłębiały się i rozszerzały z każdym nowym doświadczalnym ustaleniem materiału dowodowego, a tym samym i zmieniały, co jest typowym objawem rozwijającej się szybko wiedzy.

Wobec tego, że w naszych pytaniach chodzi o zależność wiedzy stosowanej od odpowiednich badań podstawowych, musimy przynajmniej usiłować wyjaśnić kierunki rozwoju tego stosunku, by dzięki temu uzyskać równocześnie jasne wyobrażenie zmieniających się pojęć.

Zagadnienie powstawania różnych form w świecie organicznym było i jest podstawowym problemem biologii. W ciągu setek lat czołowi myśliciele usiłowali wyjaśnić jedynie historyczny aspekt tego problemu: czy różnorodność organizmów jest wynikiem rozwoju czy aktem stworzenia? I rzecz dziwna, prawie zawsze z takiej niezbędnej, a owocnej dla nauki wymiany zdań wyłania się problem ogólnego poglądu na świat, do rozstrzygnięcia którego każdy czuł się powołany bez względu na to, czy w ogóle miał dane do oceny naukowego problemu, czy też nie. Zacołowanie i postęp utożsamiały często ustosunkowanie się do tego czysto naukowego problemu z nastawieniem politycznym, zaś dogmaty kościelne, wiarę i mistycyzm — z wyznaniem religijnym. Dopiero z początkiem ubiegłego stulecia zwyciężyła myśl postępową. Generacje botaników, zoologów i geologów przez dokładne opracowywanie szczegółów dokładały cegłę po cegle do budowy ogólniejszych wyobrażeń o rozwoju świata organicznego, rozwijającego się od prostych istot żywych do coraz bardziej zróżnicowanych.

Przed nauką stało więc pytanie, jakie były przyczyny i siły napędowe tej ewolucji. Wszyscy wielcy biologowie zajmujący się tą dziedziną wiedzy zostali wciągnięci do walki politycznej, której jako biolog i hodowca roślin nie będę tu omawiał. Zadaniem życiowym nas hodowców jest badać, w jaki sposób przysporzyć lepszych odmian naszemu społeczeństwu, a tym samym ludzkości. Bezowocne dyskusje nie zbliżyły nas dotychczas do tego celu ani na jotę. W walkę o naukowe poglądy na przyczyny ewolucji po raz pierwszy Darwin wniósł wyjaśnienie swą prostą a genialną koncepcją. Wszystkie żywe istoty zmieniają się, a dobór naturalny dzięki tym zmianom stwarza nowe formy. Tym samym zostały uchwycone dwa decydujące czynniki ewolucji: zmienność i selekcja (dobór). Teorię Darwina, jedno z naj-

większych osiągnięć nauk przyrodniczych, zawdzięczamy temu, że Darwin nie zadowolili się, jak wszyscy jego poprzednicy, spekulacją bez dowodów, lecz prowadził badania ściśle dedukcyjne. Wszystko, co było wiadome o przemianach organizmów, zebrał i krytycznie opracował. Większość spostrzeżeń zawdzięczał on obserwacjom i doświadczeniom hodowców zwierząt i roślin. Sztuczny dobór hodowlany, którego wyniki mógł obserwować i sprawdzać w dostępnym mu czasie, był dla niego swego rodzaju podstawą doświadczalną dla oceny nie dających się w czasie uchwycić wyników doboru naturalnego. Zabiegi hodowlane stosowane przez ludzi stawiał on na równi z ewolucją w przyrodzie. W obu wypadkach chodzi zasadniczo o te same zjawiska biologiczne. Dlatego hodowla jest ewolucją kierowaną przez człowieka. Od czasu tego genialnego sformułowania przez Darwina nikt nie potrafił jej inaczej zdefiniować.

Po Darwinie wielkim i owocnym bodźcem w badaniach nad ewolucją było ponowne odkrycie w 1900 r. reguł Mendla. Określone przejawy ewolucji można było po raz pierwszy — choć w małej i bardzo ograniczonej części — z powodzeniem analizować eksperymentalnie na drodze indukcyjnej. W bardzo krótkim czasie zebrano z tej dziedziny duży materiał dowodowy. Wyjaśniono mechanizm rozdziału poszczególnych cech dziedzicznych; określone cechy dziedziczne udało się zlokalizować w chromosomach, a reguły Mendla znalazły swe pełne potwierdzenie w chromosomowej teorii dziedziczenia. Ponadto ustalono, że podłoże dziedziczne, wskutek tak zwanych mutacji, może ulegać zmianom. Równocześnie okazało się jasno, że niezależnie od zmian dziedzicznych istnieją zmiany nie dziedziczące się, które nazywano modyfikacjami. Tym samym wytworzono sobie podstawowe pojęcia zmienności organizmów. Wszystkie te osiągnięcia — należy to szczególnie podkreślić — dotyczyły założenia, że cechy dziedziczne mają swoje podłoże w chromosomach. Metodycznym kluczem do tych jedynych w swoim rodzaju osiągnięć doświadczalnych był fakt, że podłoże dziedziczne poszczególnych, określonych cech, zlokalizowane w chromosomach, zostało zanalizowane na czystych liniach dzięki zastosowaniu metody krzyżowania. Materiał doświadczalny, zebrany w badaniach nad prawami dziedziczenia w okresie pierwszych 20 lat naszego stulecia, nosi nazwę mendelizmu.

Na podstawie tych wyników, uzyskanych na drodze teoretyczno-doświadczalnej, hodowca roślin mógł już po raz pierwszy istotnie kierować zmiennością roślin i w ten sposób świadomie zmieniać je zgodnie ze swymi celami hodowlanymi. W związku z wykrytą doświadczalnie zasadą, polegającą na badaniu poszczególnych cech rośliny u jej potomstwa, rozwinęła się hodowla polegająca na krzyżowaniu roślin. Była to pierwsza metoda hodowlana oparta na podstawach naukowych, dlatego też niebawem stała się ona najbardziej powszechną metodą hodowlaną i do dziś dnia utrzymała się. Wiele od dawna upragnionych celów w hodowli można było osiągnąć dzięki systematycznie stosowanej w hodowli metodzie krzyżowania. Teraz hodowla przestała już być dziedziną empirycznych spostrzeżeń, a stawała się coraz bardziej wiedzą stosowaną. Siłą rzeczy ustaliło się mniemanie, że hodowla jest stosowanym mendelizmem, albo, co wówczas miało to samo znaczenie, stosowaną nauką o dziedziczności. Z tym większym naciskiem, aniżeli w tym czasie było przyjęte w teoretycznej nauce o dziedziczności, twierdzono, że problem ewolucji został w zasadzie rozwiązany. Wobec tego, że podstawy metodyczne — a więc czyste linie, poszczególne jakościowe cechy dziedziczne zawarte w chromosomach — jak i ściśle doświadczenia z krzyżowaniem — dawały mendelizmowi wciąż potwierdzające się, jedyne w swoim rodzaju wyniki, przedstawiciele wiedzy stosowanej sądzili, że wystarczy przejąć po prostu te podstawy metodyczne, by w swej dziedzinie też osiągnąć wyniki.

Taki był stan naszych teoretycznych wiadomości przed 30 laty. Mendelizm, jako zjawisko dziedziczności, stanowi tylko część genetyki, ponieważ pod pojęciem genetyki rozumiemy dziś nie tylko naukę o dziedziczności, lecz także „wiedzę o rozwoju istot żywych”. Traktowanie mendelizmu jako wąskiego wycinka genetyki nie zmienia w istocie rzeczy faktu, że właśnie w badaniach naukowych tej gałęzi genetyki osiągnięto największe postępy i że hodowla roślin prawie wyłącznie posługuje się tym małym wycinkiem procesu ewolucji.

Uniknęło, by się dziś wielu nieporozumień, gdyby nie identyfikowano jeszcze ciągle terażniejszego ujęcia genetyki ze stanem sprzed 30 lat, albo nawet z teoriami dziedziczenia z przełomu XIX i XX stulecia. Jak często swego czasu tak i dziś słowo Karola Corrensa, jednego z wybitnych niemieckich biologów, powinno ostatecznie sprawę wyjaśnić. Badacz ten zebrał wyniki swego bogatego życia w 119 pracach. Ostatnia praca nosi tytuł: „Dziedziczenie nie mendlujące”, a ostatnie zdanie w niej brzmi: „Mendelizm, mimo swej nazwy, nie jest żadną teorią, a tylko zbiorem faktów, które czekają na wyjaśnienie”. To ostatnie jasne stwierdzenie jednego z ponownych odkrywców reguł Mendla — jako ostatnia w ogóle naukowa wypowiedź w jego życiu — uwalnia i nas od dalszych bezowocnych sporów ideologicznych na ten temat.

Po opracowaniu przez mendelizm pojęć dziedziczenia kariotycznego, poznano wkrótce, że kompleksy cech dziedzicznych zlokalizowane są nie tylko w jądrze, ale i w innych częściach komórki, a mianowicie w plazmie, a u roślin także w plastydach, i że dopiero współdziałanie tych wszystkich kompleksów kształtuje i zmienia żywy organizm. Kompleksy cech dziedzicznych w plazmie i w plastydach nie mendlują. Niestety do dziś dnia kompleksy te nie dały się tak wszechstronnie zanalizować jak czynniki kariologiczne, a to z powodu jeszcze nie przewyżczonych trudności metodycznych w badaniach. Również daleko nam jeszcze do istotnego zrozumienia współdziałania wszystkich tych kompleksów dziedziczenia. Nie wiemy, w jaki sposób występują mutacje w plazmie i plastydach i o ile te zmiany skokowe przyczyniają się do ogólnej zmienności organizmów. Dotychczasowe osiągnięcia w tej dziedzinie nie dają się też w żadnej mierze tak systematycznie stosować w praktyce hodowlanej, jak to ma miejsce przy dziedziczeniu poprzez chromosomy. Jednak hodowca nie może nigdy zapominać, że we wszystkich procesach ewolucyjnych biorą one udział w tym samym stopniu jak elementy jądra i w pracy nigdy nie powinien postępować tak, jak gdyby miarodajne dla hodowli były tylko wyniki mendelizmu. Wiele spostrzeżeń z praktycznej hodowli, które dziś są jeszcze teoretycznie niezrozumiałe, można by wyjaśnić i systematycznie wykorzystywać, gdyby cały problem kompleksu dziedziczenia pozakariotycznego był lepiej znany.

Do skutecznego i przez to decydującego postępu naszych metod hodowlanych brak nam jednak dzisiaj jeszcze znajomości obejmującej przebieg procesów dziedziczenia oraz kierowanie nimi w populacjach. Od paru lat genetyka populacyjna należy do głównych problemów nowoczesnej genetyki. Wszystkie omawiane dotychczas dziedziny genetyki — dziedziczenie przez jądro, plazmę i plastydy — jak i badania nad mutacjami, brały pod uwagę tylko te jednostki, które przedstawiały się jako czyste linie, a w nich poddawano analizie określone cechy przez krzyżowanie. Osiągnięcia badań nad dziedziczeniem opierają się na tych niezbędnych metodycznie założeniach. Wiemy już, że w przyrodzie wszystkie organiczne jednostki, jak np. rasy i gatunki, nie występują nigdy jako czyste linie tylko jako populacje, przy czym pod populacją rozumiemy częściowo nawet linie heterogeniczne, które morfologicznie są w znacznym stopniu wyrównane. Czysta linia jest konieczną podstawową jednostką w analizie doświadczenia, populacja jest syntetyczną jednostką podstawową w przyrodzie. Wszystkie przejawy ewolucji mają punkt wyjścia w po-

populacji, a nigdy w poszczególnych czystych liniach. Czysta linia jest statyczna, populacja — dynamiczna. Jak dalece decydujące dla wszelkich przejawów ewolucji są populacje, wynika choćby już z tego, że ewolucję określono jako zmiany w układzie dziedziczenia populacji. Opanowanie populacji w ich genetyce, a tym samym i w ich dynamice, oraz dowolne kierowanie tymi procesami jest głównym problemem również i praktycznej hodowli roślin.

Doszliśmy zatem do pierwszej linii bojowej w badaniach nad ewolucją, albo, co dziś oznacza prawie to samo, do nowoczesnej genetyki. Wyłania się od razu przed nami pytanie: w jakim punkcie znajduje się praktyczna hodowla roślin? Czy również poszła naprzód w swym sposobie patrzenia i w swej metodyce wraz z stale pogłębiającymi się i rozszerzającymi wiadomościami o zjawiskach ewolucji? Wyjąwszy niewiele przypadków nie dotrzymała ona kroku badaniom. Praktyczna hodowla roślin, którą już Darwin uważał za przejaw ewolucji, posługuje się do dziś prawie wyłącznie wynikami mendelizmu i — co jest najgorsze — stosuje w sposób schematyczny zasady, konieczne ze względów metodycznych do teoretycznej analizy czynników czystych linii, i nawet wysuwa to jako decydujące kryterium ścisłości w praktycznej hodowli. Wskutek tego praktyczna hodowla zmierza do coraz to ciasniejszego ograniczania możliwych osiągnięć. Na szczęście w ostatnich latach gromadzą się przypadki, w których wbrew ciasnej mendlowskiej doktrynie, czysta empiria pozwala hodowcom nieświadomie wyszukiwać znów metody, które w znacznej mierze odpowiadają naturalnemu przebiegowi ewolucji i dlatego też są tak bardzo skuteczne.

Wina tego stanu rzeczy nie jest po stronie genetyki teoretycznej, obciążyć nią należy raczej praktyczną hodowlę roślin. W żadnym razie jednak nie można wyciągać wniosku, że teoretyczne podstawy są fałszywe, skoro badania wiedzy stosowanej posługują się tylko częścią teoretycznych wiadomości, i to w sposób schematyczny. Byłoby to równoznaczne ze stawianiem części owych stale potwierdzających się przejawów nauki o dziedziczeniu, zwanych mendelizmem, który od dawna został uznany tylko jako część zagadnienia, na równi z o wiele szerszą pojętą nowoczesną genetyką. Nie można również posądzać o wsteczność naukowców, którzy posługują się umiejętnie tą „grupą faktów czekających na wyjaśnienie“ i uznają je za ustalone. Postępowi są ci teoretyczni genetycy i hodowcy roślin, którzy umieją prawidłowo wbudować w rozszerzony gmach pojęć ustalone osiągnięcia pewnej jego części.

Wobec tego pozostają do rozwiązania sprzeczności między teorią i praktyką, druga możliwość wspomniana na początku, która wynika konsekwentnie z historycznego ujęcia. Hodowla roślin jest ewolucją kierowaną przez człowieka. Dlatego też na dłuższą metę daje się ona uprawiać z powodzeniem tylko przy zachowaniu ewolucyjnego punktu widzenia, a wszystkie jej metody muszą być krytycznie badane, czy odpowiadają naszym dzisiejszym obszernym wyobrażeniom o naturalnych procesach rozwojowych. Jakie jeszcze zjawiska genetyczne i biologiczne muszą być uwzględnione, poza mendlowskim materiałem, przy rozwiązywaniu problemów hodowlanych, a tym samym i ewolucyjnych, i w jaki sposób dadzą się prawidłowo zastosować do tego celu analityczne metody skuteczne w pracy teoretycznej?

Zanim z tego punktu widzenia rozpatrzemy krytycznie trzy główne metody praktycznej hodowli roślin — krzyżowania, poliploidów i mutacji — zestawimy pokrótce ogólne pojęcia, które częściowo wynikają już z naszych historycznych rozważań.

1. Każda naturalna rasa czy gatunek jest populacją, a nigdy czystą linią. Wszystkie przejawy ewolucji zachodzą w populacjach, a nie w czystych liniach. Czyste linie są ograniczone w swych możliwościach dostosowywania się do otoczenia

i dzięki temu sztywne. Populacje zaś są podatne w swych możliwościach dostosowywania się. Z punktu widzenia hodowli roślin populacje muszą być w znacznej mierze morfologicznie wyrównane, fizjologicznie natomiast mogą przedstawiać mieszaninę form, jaką z konieczności mamy obecnie w odmianach obcopolnych.

2. Mendelizm objaśnił przebieg dziedziczenia cech pojedynczych oraz grup kilku cech jakościowych, mających swoje podłoże materialne w chromosomach. Hodowla roślin ma do czynienia najczęściej z ilościowymi cechami, których podłoże uzależnione jest od poligenów albo polimerów i które oczywiście podlegają też wpływowi plazmy. Wielkie osiągnięcia badań teoretyczno-genetycznych polegają na wynikach ścisłej analizy kariotypicznych czynników dziedziczenia. Największe osiągnięcia hodowlane były w każdym razie syntezą, nawet jeśli konieczne do tego inne kompleksy dziedziczenia znane były tylko częściowo, lub w ogóle nie były znane.

3. Każde zjawisko ewolucyjne jest związane ze zdolnością rozmnażania się organizmów. Bez tej zdolności jest nie do pomyślenia. Biologia rozmnażania się musi więc być podstawowym składnikiem badań nad ewolucją. Mendelizm w swych analizach przyjmuje do pewnego stopnia normalny przebieg zapłodnienia, a więc amfimiksję, równomierny rozwój pyłku i przypadkowe zlewanie się go z komórką jajową. Praktyczna hodowla najczęściej uogólnia tę jedną najlepiej znaną możliwość zapłodnienia i przenosi ją schematycznie na jakiegokolwiek zapłodnienie. Kto krytycznie przegląda dostępny nam obecnie materiał dowodowy w tej dziedzinie i z całą ostrożnością usiłuje wyjaśnić pewne, niezrozumiałe spostrzeżenia w praktycznej pracy hodowlanej, dochodzi coraz bardziej do przekonania, że naszkicowany przebieg zapłodnienia przedstawia może normalny przypadek, ale w żadnym razie nie jedynie możliwy. Wiemy już obecnie, że nie jest to jedynie możliwy przypadek. Zasadnicze w tej sprawie jest zagadnienie częstotliwości.

Nasuwa nam się też wiele palących, nie wyjaśnionych problemów, a mianowicie: Jak odbywa się selektywne zapłodnienie? Jak można nim kierować? Jak rozmnaża się organizm w sposób apomiktyczny? Jakie założenia fizjologiczne są miarodajne dla poszczególnych rodzajów apomiksji? Czy można każdą poszczególną cechę dowolnie wywołać? Jak wpływają różne sposoby rozmnażania biologicznego na zmiany w zespołach dziedzicznych cech u populacji?

Każde otwarte pytanie to palący problem również i dla praktycznego hodowcy roślin. Dokładna znajomość przebiegu procesów rozrodczo-biologicznych, jak i populacyjno-genetycznych, nie może być należycie oceniona o ile chodzi o jej znaczenie dla postępu praktycznej hodowli roślin.

Jeżeli wychodząc z tych rozważań będziemy rozpatrywać krytycznie metody hodowli kombinowanej (krzyżowanie), otrzymamy dla roślin obcopolnych i samopolnych zupełnie różne wnioski.

Rody hodowlane albo odmiany roślin obcopolnych stanowią zawsze populacje, natomiast rośliny samopylne w końcowym wyniku zazwyczaj tworzą czyste linie. W przypadku roślin samopolnych nawet wszystkie zabiegi hodowlane zdążają we wszelkich warunkach do uzyskania czystych linii. Jeżeli nawet hodowca nie uświadamia sobie w pełni tego stanu rzeczy, to stosowany zazwyczaj do roślin samopolnych schemat hodowlany prowadzi siłą rzeczy w znacznej mierze do czystych linii. Nawet jeśli nowowyhodowana odmiana przedstawia jeszcze populację pod względem fizjologicznym, to schemat, według którego uzyskuje się ją z biegiem lat, musi ją automatycznie przekształcić w czystą linię. Taki prymitywny system hodowli prowadzi w konsekwencji do zamiany populacji mieszańcowej w homozygoty. Zaletą tego systemu jest to, iż wybrane rośliny już nie rozszczepiają się i dają w znacznej mierze czyste linie.

Właśnie ten przykład wykazuje, jak małą rolę grają pojęcia ewolucyjne w hodowli roślin samopylnych i jak zakrzepły stosowane metody. W hodowli z każdym sztucznym doбором siłą rzeczy zawsze związany jest dobór naturalny, uzależniony od miejscowych czynników edaficznych i klimatycznych. Ponieważ z reguły nowa i zachowawcza hodowla są uprawiane w jednej miejscowości, z biegiem czasu muszą zostać wyodrębnione przede wszystkim te czyste linie, które jako specjalnie dostosowane ekotypy mają właśnie dla miejsca hodowli największą wartość selekcyjną. Często powtarzający się fakt, że niektóre rody w doświadczeniach na miejscu, czyli tam gdzie je wyhodowano, przez lata dają wybitne wyniki, a w doświadczeniach przeprowadzonych w różnych ekologicznych warunkach zawodzą, ma w tym swą przyczynę. Praktyczni hodowcy rychło już próbowali, w ramach raz ustalonego schematu hodowlanego dla roślin samopylnych, uniknąć tych niepożądanych następstw. Jako nową odmianę dawali oni nie pojedynczą czystą linię, lecz mieszaninę wielu linii, które z roku na rok znowu selekcjonowali, badali i ponownie prowadzili jako populacje. Takie odmiany w młodym stanie najczęściej łatwiej dostosowywały się niż odmiany stanowiące jedną czystą linię. Miały one konieczny dla praktyki większy zasięg ekologiczny. Jednak i one często nie były w stanie na dłuższy przeciąg czasu zachować swej pierwotnej wydajności. Przyczyną tego nie była — jak wówczas powszechnie przypuszczano — niedokładnie przeprowadzona hodowla zachowawcza. Przeciwnie — hodowla zachowawcza była prowadzona według stosowanego powszechnie schematu „zbyt dokładnie“. Z biegiem lat również i przy syntetycznej mieszaninie linii musi występować podobny efekt jak i przy poszczególnych czystych liniach — jeśli dobór będzie przeprowadzany stale na tym samym miejscu. Poszczególne linie, które są dostosowane do danych warunków ekologicznych, muszą występować coraz to liczniej. Pomędzy zabiegami hodowlanymi stosowanymi do czystych linii, a zabiegami stosowanymi do mieszaniny większej ich ilości nie istnieje zasadnicza różnica, lecz tylko w sposobie stopniowania.

Podczas gdy praktyczni hodowcy usiłowali za pomocą tej metody uniknąć skutków naturalnego doboru, to przy pracy na tym samym miejscu przez zastosowanie innego sposobu pragnęli oni prawidłowo wykorzystać naturalną selekcję dla hodowli odmian o dużym ekologicznym zasięgu. Selekcjonowali oni nowe rody nie na podstawie ich wydajności na jednym miejscu hodowli, lecz przez włączenie do badań zakładów doświadczalnych w ekologicznie różnych warunkach. Mieszanie takich rodów prowadziło często do nowych odmian o dużym zasięgu i szczególnej wierności plonów. Jednakże przez późniejsze zastosowanie hodowli zachowawczej na jednym miejscu nowa odmiana musiała z konieczności w miarę czasu znowu stracić swą pierwotną — dużą plastyczność. Jedynie hodowla zachowawcza, przeprowadzona w myśl takich samych założeń jak nowa hodowla, mogłaby utrzymać odmianę w jej pierwotnej wydajności.

Te krytyczne rozważania będą bezowocne dla hodowcy roślin, jeśli nie dadzą się z nich wysnuć wnioski dla poprawy dotychczasowych metod hodowli. Z punktu widzenia ewolucji istotnym wnioskiem dla praktycznej hodowli roślin samopylnych jest wskazanie, by we wszelki sposób zapobiegać tworzeniu się genetycznie czystych linii z wybranych rodów i linii. Dzięki temu dotychczasowa zasada oceniana tylko z mendlowskiego punktu widzenia, by jak najszybciej dojść przez dobór do czystych linii — została zmieniona w dokładne przeciwieństwo. Rozważania nad ewolucją skłaniają nas do racjonalnego stosowania metod używanych w hodowli roślin obcopylnych także i w hodowli roślin samopylnych. Czysto mendlowski sposób myślenia skłaniał nas przez dziesiątki lat do stałego podejmowania prób, by pozornie ściślejsze metody używane w hodowli roślin samopylnych przenieść również

i do hodowli obcocylnych. Szczęśliwie przebieg rozmnażania roślin obcocylnych przeszkodził nam w tym, by z nich zrobić homozygotyczne czyste linie. Przeciwnie, musimy przeciwdziałać, przez wielokrotny dobór poszczególnych roślin, by rośliny samopylne nie stawały się homozygotyczne, a tym samym genetycznie czyste. Dlatego skuteczna hodowla roślin samopylnych jest trudniejsza niż obcocylnych. W myśl dotychczas przyjętych poglądów było właśnie przeciwnie. By móc hodować rośliny samopylne na podstawie populacji, widzimy jak dotąd cztery możliwości:

Dotychczas wybierano poszczególne rośliny, w znacznej mierze homozygotyczne, z populacji mieszańcowej od szeregu lat rozmnażanej prymitywnie i opracowywano je pod względem hodowlanym rok rocznie w niezmiennej kolejności — z potomstwa o najlepszym pochodzeniu wybierano najlepsze osobniki i tak coraz dalej. Bardziej celowe jednak jest selekcionowanie po raz pierwszy, już po znacznie krótszym czasie, poszczególnych roślin jeszcze heterozygotycznych. Potomstwo tych wybranych osobników będzie nadal utrzymywane jako populacje, a spośród nich co-rocennie, stale będą wybierane osobniki wartościowe, odpowiadające celom hodowli, i razem jako ród będą dalej prowadzone. Wielu praktycznych hodowców cieszących się powodzeniem otrzymało tą metodą wybitne odmiany.

Druga możliwość polega na tym, by zastosować do roślin samopylnych metodę ostatnio opracowaną dla kukurydzy, a polegającą na „powtarzającej się selekcji dla uzyskania kombinacji ogólnie przydatnych cech“. Nie wdając się w omawianie szczegółów dotyczących tej metody w zastosowaniu do roślin obcocylnych, należy w związku z tym wspomnieć, że można tu użyć pokolenia F_2 jako populacji wyjściowej i że zgodnie z tą metodą, dzięki sztucznemu odległemu krzyżowaniu poszczególnych, wybranych roślin, osiąga się tutaj znaną panmiksję roślin obcocylnych.

Trzecia metoda, stosowana obecnie w praktyce hodowlanej, odnosi się do hodowli zachowawczej roślin samopylnych, które hodowane były jako populacje. Według tej metody w obrębie każdej odmiany przeprowadza się sztucznie śródodmianowe krzyżowanie na materiale ze stacji o warunkach ekologicznie różnych, by uniknąć tworzenia się homozygotów; ponadto, by w sposób celowy wykorzystać dobór naturalny. Tylko nasiona roślin kiedyś krzyżowanych w obrębie odmiany stanowią dla danego okręgu uprawy super-super-elitę na dany rok. Ten sposób postępowania jest właśnie z powodzeniem stosowany w Związku Radzieckim. Zostały tam opracowane nawet proste sposoby sztucznego krzyżowania.

Najbardziej konsekwentnym, a w rezultacie najprostszym sposobem hodowania roślin samopylnych na podstawie populacji, jest systematyczne wyszukiwanie wśród samopylnych takich typów, które w dużym stopniu wykazują obcocylność. Takie raczej przypadkowo wyhodowane odmiany, które częściowo mają skłonność do obcocylności, przeważnie okazały się bardzo plastyczne i szczególnie wydajne, jakkolwiek według powszechnego mniemania skłonność do obcocylności jest „błędem piękności“. Wreszcie powinniśmy uwolnić się od przekonania, że moglibyśmy lepiej i pewniej hodować rośliny obcocylny, gdyby się nam udało uzyskać wśród nich czyste linie o właściwościach samopylności, nie wykazujące przy tym żadnych ujemnych cech wywołanych chowem wsobnym.

Podczas gdy schemat hodowlany dla roślin samopylnych uległ bardzo nieznacznym zmianom, przy obcocylnych mamy dużą ilość metod hodowlanych i sposobów selekcji. Charakterystyczną oznaką są stale ponawiane próby, by pogodzić pozornie konieczną z punktu widzenia teoretycznego dokładność z szczególnym przebiegiem biologicznego rozmnażania się roślin obcocylnych. W wypadku roślin obcocylnych niebezpieczeństwo przekształcenia ich w czyste linie było praktycznie z góry wykluczone. Wbrew wszelkim próbom pozostały one populacjami. U większości po-

wodem tego była samosterylność i objawy chowu wsobnego. Wówczas pogodzone się z tym stanem rzeczy i usiłowano przynajmniej kierować celowo zapylaniem przez inne osobniki, skoro nie można było tego uniknąć. W ten sposób tworzono, choć często bezwiednie, metody hodowlane, które właśnie odpowiadały naturalnemu przebiegowi ewolucji, albo przynajmniej nie ograniczały lub wręcz nie niweczyły potencjalnych możliwości populacji. Z ewolucyjnego punktu widzenia takie metody hodowli roślin obcopylnych są o wiele lepsze aniżeli metody stosowane do samopylnych, uwzględniające tylko wyniki mendelizmu. Tu leży przyczyna większych na ogół osiągnięć hodowlanych z roślinami obcopylnymi. Z punktu widzenia jedynie mendelizmu ten stan rzeczy nie dałby się wyjaśnić. Musiało by być właśnie przeciwnie.

Wielka mnogość metod hodowlanych i sposobów selekcji roślin obcopylnych, jak i wiele możliwych kombinacji obu, powodują, że wyczerpujące omówienie ich i ścisła klasyfikacja stanowią obszerne zadanie. Dla naszych rozważań ważny jest tylko rozwój kilku zasadniczych założeń hodowlanych.

Po stosowanej początkowo selekcji masowej rozwinęła się hodowla na podstawie rodzin, przy czym rośliny wybrane według rodów wprowadzie razem kwitły i wzajemnie zapylały się, jednak były zbierane oddzielnie i w ten sposób dawały początek nowym rodom. Ta metoda w stosunku do roślin obcopylnych jest do dziś w praktyce najczęściej stosowana.

Charakterystyczne jest dla hodowców o wyłącznie mendlowskim podejściu, że próbowano już selekcjonować rody samozapylające się, a nie wyrodzone przez chów wsobny, by je dalej opracowywać według schematu dla roślin samopylnych. Teoretycznie oczywiście próba udała się, praktycznie jednak w ten sposób nie wyhodowano ani jednej nowej dobrej odmiany. Ponadto konieczność użycia bardzo wielkiej ilości materiału do selekcji szczęśliwie utrudniała hodowcom poważne zajęcie się tym sposobem hodowli.

Nawet gdyby uzyskano czyste linie teoretycznie w znacznie bardziej prawidłowy sposób przez wyhodowanie haploidów, które następnie przekształcono by w poliploidy w celu dalszej ich hodowli, nie pozwoliły by to również na wytworzenie nowych wydajniejszych odmian. Ten sposób postępowania prawdopodobnie miałyby znaczenie, jeśli by był użyty do oczyszczania populacji z szkodliwych cech, które w stanie ukrytym zawsze towarzyszą panmiksji. Pytanie, czy populacje dadzą się w ten sposób ulepszyć, wymaga właśnie i dla hodowców pilnego rozstrzygnięcia tego zagadnienia na drodze doświadczalnej.

Mimo niepowodzenia z hodowlą czystych linii, celem ściślejszego przeprowadzenia selekcji, nie tworzono grup z większej ilości poszczególnych osobników zapylających się wzajemnie, a tylko z dwóch, i to bardzo zbliżonych do siebie pod względem fenotypu. Dla uniknięcia samosterylności i złych skutków chowu wsobnego wystarczy jedna para roślin. Taka hodowla parami prowadzona jest dziś na wielką skalę, i to z zastosowaniem dużego wkładu pracy i środków. Również i ten sposób doboru stosowany przez kilka pokoleń musi prowadzić do linii czystszych pod względem genetycznym, często nawet do wystąpienia złych skutków chowu wsobnego. Toteż praktyczni hodowcy coraz częściej stwierdzają, że przy pomocy starych metod selekcji rodzinami osiągnęli lepsze wyniki.

Natomiast z punktu widzenia ewolucji inaczej musimy oceniać metody, przy których w hodowli roślin obcopylnych świadomie rezygnujemy z tworzenia mniej czy więcej czystych linii, natomiast usiłujemy przez umiejętne kierowanie zapłodnieniem znaleźć osobniki o tak zwanym najlepszym dostosowaniu kombinacji cech. Najnowsze osiągnięcie tego kierunku — metoda wielokrotnego krzyżowania -- zna-

lazła ostatnio szerokie zastosowanie. Zasluguje też ona na wprowadzenie do praktycznej hodowli w jeszcze większej mierze niż dotychczas. Jak dalece ta metoda jest odpowiednia z ewolucyjnego punktu widzenia, wynika choćby z tego, że przy niej należy badać dostosowanie kombinacji cech nie tylko na jednym miejscu, ale równolegle w różnych warunkach ekologicznych. Dla praktycznej hodowli jest obojętne, czy metodą ta została opracowana świadomie na podstawie ewolucyjnych przesłanek, czy też na podstawie doświadczeń hodowlanych.

W związku z tym szczególnie ciekawy jest rozwój hodowli z zastosowaniem heterozji. Największa trudność dla praktyków w przeprowadzeniu tej metody polegała na znalezieniu spośród prowadzonych linii tych właśnie, które wykazały najlepsze wyniki hodowli heterozyznej, albo, co praktycznie oznacza to samo, najlepsze dostosowanie kombinacji cech. Teoretycznie każda linia musiałaby być skrzyżowana z każdą inną. Wobec tego jednak, że obszerne odległe krzyżówki praktycznie były nie do przeprowadzenia, szukano jakiegoś wyjścia genetycznie uzasadnionego. W istocie wykryto, że skrzyżowanie prowadzonych linii tylko z jedną linią wskaźnikową pozwalało na dokonanie wstępnej selekcji. Przez ogólne dostosowywanie kombinacji cech, uzyskane w ten sposób, pozostał tylko nieznaczny procent linii, i tylko one były badane przez stosowanie odległego krzyżowania na specyficzną przydatność kombinacji cech. W ten sposób można było wyodrębnić linie, które wykazywały najlepsze wyniki hodowli heterozyznej.

W poszukiwaniu jeszcze prostszego sposobu opracowano ostatnio w Ameryce dla kukurydzy tzw. metodę „powtarzającej się selekcji uwzględniającej dostosowanie kombinacji cech“. Na najlepszych osobnikach populacji wyjściowej wyodrębniono po jednej kolbie, inne kolby tych wybranych roślin pozostawiono do swobodnego zapylenia mieszaniną pyłku z całości populacji. Na potomstwie kolb swobodnie zapylonych badano w doświadczeniach nad wydajnością dostosowywanie kombinacji cech u wybranych roślin elity. Z potomstwa uzyskanego przez panmiksję, wykazującego cechy lepsze niż przeciętne, wysiewano nasiona z odpowiednich kolb wyodrębnionych jako populację, którą selekcjonowano corocznie w podobny sposób. Taką właśnie „wielokrotnie selekcjonowaną“ populację może być już rychło rozmnażana jako super-super-elita. Ta metoda prowadziła do dobrych wyników, które osiągnano w stosunkowo krótkim czasie.

Hodowla metodą heterozji była zawsze przytaczana jako przykład wielkich możliwości osiągnięcia wyników w hodowli roślin sposobem mendlowskim. Właśnie ona została dziś rozwinięta jako metoda hodowlana, mająca bezsprzecznie ewolucyjny charakter. Bardziej jednak zadziwiające jest to, że ta metoda „powtarzającej się selekcji uwzględniającej dostosowanie kombinacji cech“ posiada nieoczekiwane podobieństwo ze starą wypróbowaną metodą selekcji na podstawie rodzin. Zasadnicza różnica polega na tym, że według nowej metody wybrane osobniki za każdym razem były częściowo wyodrębnione, a częściowo swobodnie zakwitały. Potomstwo uzyskane na drodze panmiksji służyło do badań, zaś potomstwo kolb wyodrębnionych — do dalszej hodowli. Jeżeli rozważa się z punktu widzenia ewolucji tylko człon początkowy, selekcję rodzinami i dzisiejsze człony końcowe różnych linii rozwojowych, a więc metodę wielokrotnego krzyżowania, jak i metodę „powtarzającej się selekcji z uwzględnieniem dostosowania kombinacji cech“, wówczas można dojść do wniosku, że obie ostatnie najnowsze metody hodowlane są tylko konsekwentnym, bezpośrednim rozwinięciem starej metody. Również i nasze naukowe poznanie idzie często dziwnymi drogami. Wydaje się nam, że pilnym zadaniem praktycznej hodowli jest umiejętne zastosowanie obu tych metod do hodowli różnych roślin obcopylnych.

Przy rozwoju organizmów roślinnych, jak i przy tworzeniu naszych roślin uprawnych, poliploidalność odegrała szczególnie ważną rolę. Jakkolwiek już od blisko 20 lat znamy prostą metodę uzyskiwania na drodze eksperymentalnej roślin poliploidalnych, to hodowla wykorzystująca poliploidy dopiero teraz może wykazać się pierwszymi praktycznymi wynikami. Taki stan rzeczy w tym przypadku polega jednak nie tylko na braku zrozumienia u hodowców. Istotną jego przyczyną leży po stronie genetyki teoretycznej, która latami usiłowała tłumaczyć to zjawisko z punktu widzenia metodycznego jednostronnie, na podstawie czystych linii. Do tego przyczyniło się również rozpowszechnione dziś wyobrażenie, że poliploidalność jest jakimś specjalnym rodzajem mutacji. Dziś wiemy już, że poliploidalność jest przede wszystkim problemem genetyki ewolucyjnej, a nie tylko sumującym się działaniem genów. Początkowo obszerne badania eksperymentalne dotyczyły wyjaśnienia przyczyn działania poliploidalności. Jako materiał badawczy w znacznej mierze służyły autopoliploidy, w rzeczy samej nawet czyste linie roślin poliploidalnych. Przez porównanie genetycznie czystego diploidalnego rodu z jego autopoliploidalną formą usiłowano wyjaśnić wpływ podwojonej ilości chromosomów na różne cechy morfologiczne i fizjologiczne. Wielkość komórek, fazy podziału komórek, zdolność osmotyczna, współczynnik transpiracji, wielkość poszczególnych organów, wydajność pożytecznych narządów, odporność na suszę, mrozoodporność, płodność — wszystkie te cechy u różnych roślin były poddane analizie porównawczej. Nie znaleziono jednak spodziewanej prawidłowości co do wpływu poliploidalności na te cechy. Bardzo często wyniki analiz poszczególnych cech nie zgadzały się u różnych roślin; często przeczyły sobie nawet przy badaniu tego samego obiektu przez różnych badaczy. Jednak najbardziej przygnębiające było stwierdzenie, że autopoliploidy uzyskane eksperymentalnie, rozpatrywane jako całe rośliny, ogólnie biorąc nie przewyższały form diploidalnych, a tym bardziej nie wytrzymywały porównania z naturalnymi poliploidami.

Skoro również i badania wydajności wykazały, że rody autopoliploidalne tylko w najkorzystniejszych przypadkach osiągają przeciętną wydajność swych wyjściowych diploidalnych rodów, to w miejsce początkowo dużej nadziei ogarnęła hodowców wyraźna niechęć do tej metody.

Mniej więcej w tym samym czasie zaatakowano problem poliploidów z innej strony. Ekologiczna geografia roślin za pomocą statystycznej metody próbowała zbadać światowe rozprzestrzenienie się poliploidów. Badania te wykazały, że im bardziej skrajne były dane warunki ekologiczne, tym więcej było typów poliploidalnych wśród naturalnej roślinności. Na terenach o bardzo niskiej temperaturze, o szczególnie suchym klimacie, na specyficznych glebach, typy poliploidalne występowały procentowo o wiele liczniej niż diploidalne, co świadczy niewątpliwie o szczególnie dużej plastyczności poliploidów. Toteż z tego punktu widzenia znacznie poliploidalności dla ewolucji należało by oceniać z większym optymizmem.

Lata trwające dyskusje na temat niezgodnych wyników teoretycznych badań jak i nad sprzecznościami między stwierdzonymi danymi genetyki eksperymentalnej z jednej strony, a geografii roślin i badań nad roślinami uprawnymi z drugiej strony, doprowadziły do tego, że poliploidalność uważano już nie tylko jako problem sumującego się działania genów, lecz jako wszechstronniejsze zjawisko genetyki ewolucyjnej. Istniejące sprzeczności można było w znacznej mierze wyjaśnić i nasze teoretyczne wiadomości pogłębiły się do tego stopnia, że mamy wszelkie podstawy do tego, by widzieć w hodowli poliploidalnej obiecującą metodę przyszłości. Dzisiaj wiemy, że istotnym czynnikiem działania poliploidalności jest rozszerzanie zasięgu zmienności. W porównaniu z wpływem krzyżowania form diploidal-

nych, przy formach poliploidalnych musi powstać zmienność o znacznie większym zasięgu tak pod względem ilościowym jak i jakościowym. Jednakże, aby to działanie mogło zaistnieć, diploidalny materiał wyjściowy nie może stanowić czystych linii. Przemiany ewolucyjne w autopoliploidach wyprowadzonych z homozygotów są równie mało prawdopodobne jak w czystych liniach w stanie diploidalnym. Samo zdwojenie ilości chromosomów nie stwarza żadnych nowych odmian. Daje ono wraz ze zmienionymi stosunkami do plazmy tylko obfitszy materiał do selekcji. Istotny wpływ poliploidalności, rozszerzenie zasięgu zmienności, skłania do przypuszczenia, że należy w niej widzieć nie tyle przebieg o charakterze mutacji, a szczególny rodzaj kombinacji.

Przy porównaniu form autopoliploidalnych z ich wyjściowymi diploidalnymi czystymi liniami, wyniki dla poszczególnych cech morfologicznych i fizjologicznych musiały okazać się wręcz sprzeczne. Naturalny wpływ poliploidalności nie mógł tu mieć miejsca i zależnie od wyjściowego genotypu przypadkowo przeprowadzonego w stan poliploidalny otrzymywaliśmy również przypadkowy poliploidalny genotyp, jednakże nie uzyskiwaliśmy żadnej zmiany różnych idiotypów.

Hodowcy-praktycy musieli dojść z konieczności do wniosku, że autopoliploidy roślin samopylnych są mało obiecujące, natomiast odnośnie obcopylnych mają poważne widoki powodzenia. Na heterozygotycznych roślinach obcopylnych mogłoby jeszcze wystąpić działanie poliploidalności, natomiast na samopylnych w znacznej mierze genetycznie czystych, a w związku z tym i skostniałych, nie należy się tego spodziewać.

Jeżeli hodowla przy użyciu poliploidów, jako metoda ewolucji kierowanej przez człowieka, chce osiągnąć tak samo zadziwiające wyniki, jakie na tej drodze osiągnęła naturalna ewolucja, to musi zaprzestać przeprowadzania w stan poliploidalny mniej lub więcej czystych linii. Jako materiał wyjściowy dla tej metody nadają się dzikie rośliny i formy prymitywne, które nie stały się jeszcze właściwymi roślinami uprawnymi, wreszcie rośliny uprawne mało opracowane pod względem hodowlanym, a wyraźnie heterozygotyczne oraz sztucznie uzyskane osobniki heterozygotyczne pokolenia F_1 otrzymanego z krzyżowania między rasami, odmianami lub gatunkami. Jeżeli nawet nie rozumiemy jeszcze niektórych zjawisk występujących w hodowli poliploidalnej, a świadomie możemy nimi kierować, to podstawowe wiadomości prawidłowo zastosowane dają nam pewność wykorzystania dla hodowli roślin licznych i poważnych możliwości, jakie daje poliploidalność.

Teoretyczne wyjaśnienie tych dziś jeszcze niezrozumiałych zjawisk jest dla hodowców roślin podstawową przesłanką dla pełnego opanowania tej metody hodowli. Na przykład do dziś jest niezrozumiałe, dlaczego pewne określone rody poliploidalne, wybrane z materiału szczególnie heterozygotycznego, już po jednym albo po dwóch selekcjonowanych pokoleniach wykazują zadziwiające wyrównanie, gdy inne rozszczepiają się w znacznej mierze, jak należało się tego spodziewać. Jeszcze bardziej mobilizujące jest to, że gromadzą się spostrzeżenia, według których wybrane rody, początkowo tetraploidalne, pewnego dnia stają się znów pod względem genetycznym diploidalne, zachowując przy tym jednak swój poliploidalny fenotyp. Często takie rody ponownie diploidalne pod względem fenotypu w ogóle nie dadzą się odróżnić od tych, które pozostały w stanie tetraploidalnym. Na obszerne omawianie hipotez o obu tych zjawiskach nie ma tu miejsca. Jeżeli z całą ostrożnością rozważy się wszystkie możliwości wyjaśnienia tego zagadnienia, wówczas wydaje się, w myśl właśnie wypowiedzianej hipotezy, że poliploidy mają skłonność do różnych form przebiegu zapłodnienia, a przede wszystkim do apomiksji. Wydaje się, że dzięki tym spostrzeżeniom jesteśmy bliscy ważnego punktu wyjściowego dla wy-

jaśnienia tego zagadnienia, że przez to uzyskamy możliwość nowego, głębszego wejścia w procesy ewolucji. Możliwe, że na poliploidach mamy sposobność eksperymentalnego analizowania współdziałania przy ewolucji momentów genetycznych i biologiczno-rozrodczych.

Krytyczne rozpatrywanie hodowli poliploidalnej wysuwa wreszcie jeszcze jeden problem o ogólnym znaczeniu. Wśród naturalnej roślinności terenów o skrajnych właściwościach klimatu i gleby poliploidy występują w zwiększonej ilości, a zatem potrafiły dostosować się do tych szczególnych warunków. Nasze liczne poliploidalne rośliny uprawne są odpowiednio dostosowane do specyficznych warunków agrotechnicznych naszych gleb uprawnych. Dostosowanie idzie tak daleko, że maksymalne plony możemy osiągnąć tylko przy określonej uprawie gleby, odpowiedniej pielęgnacji roślin i przy właściwym nawożeniu. Każde osiągnięcie w zabiegach uprawowych skłaniało często hodowców do wytwarzania nowych odmian, które lepiej odpowiadały zmienionym warunkom. Jak nieoczekiwane możliwości miałiby hodowcy roślin, gdyby nie wybierali zawsze tylko tych form, które są szczególnie dostosowane do chwilowych warunków uprawy. Zamiast tego sami hodowcy, współdziałając z rozwojem agrotechniki, powinni wyodrębniać takie formy, które przy odpowiednich założeniach agrotechnicznych reagują szczególnie wysokimi plonami.

Podobnie jak w związku z poliploidalnością, również i na podstawie teoretycznych badań nad mutacją powstała nowa specjalna metoda hodowlana. Także i badania nad mutacjami nie uniknęły tego, że hodowla na ich podstawie zastosowała osiągnięte wyniki jednostronnie, a metodykę, konieczną z punktu widzenia analitycznego, przeniosła schematycznie. Tworzenie się ras, a przy tym powstawanie nowych odmian naszych roślin uprawnych polega w znacznej mierze na naturalnych mutacjach. Praca hodowlana całych starszych generacji hodowców prawie wyłącznie polegała na wyszukiwaniu przydatnych naturalnych mutacji, a następnie na selekcjonowaniu ich. Wiele nowych odmian kwiatów zawdzięcza i dziś swe powstanie temu prostemu postępowaniu hodowlanemu.

Właściwa hodowla na podstawie mutacji rozwinęła się dopiero w ostatnich czasach, kiedy udało się naturalne występowanie mutacji w organizmach wielokrotnie zwiększyć w drodze eksperymentalnej za pomocą chemikalii oraz krótkofalowych promieni, w szczególności promieni Roentgena. Wobec tego, że większość mutacji są to formy recesywne, więc ujawniają się po rozszczerpieniu się cech, czyli dopiero w F_2 jako homozygoty, i jako takie można je wówczas rozpoznać. W teoretycznych badaniach mutacji musimy z konieczności posługiwać się czystymi liniami, gdyż inaczej nie byłaby możliwa prawidłowa analiza. Tylko na tej drodze udało się poznać dokładnie przebieg mutacji w zależności od różnych sposobów traktowania, określić konieczny czas trwania zabiegu i odpowiedni moment stosowania go przy różnych rodzajach mutacji. Wszystko to są konieczne przesłanki do zastosowania w hodowli. Teoretyczni genetycy od dawna nie mają już wątpliwości, że analityczne wyniki eksperymentalnych badań mutacji mogą służyć tylko do tego, by rzucić światło na przebieg powiązanych ze sobą procesów ewolucyjnych. Wiemy już, że jedna mutacja w bardzo rzadkich przypadkach wystarcza, by posunąć się o krok naprzód w ewolucji. Wiele takich „kroków“ musi się złożyć, by przez prawidłowe ich powiązanie powstał istotny efekt ewolucyjny. Przemawiają za tym trzy fakty: bardzo wielka ilość małych i najmniejszych mutacji, prawie z reguły recesywny charakter i negatywna wartość dla selekcji niemal wszystkich mutacji. Przy założeniu naturalnej panmiksji, poszczególne recesywne mutacje pozostają ukryte w naturalnej populacji, a jedna niekorzystna mutacja nie szkodzi w warunkach

recesywnych. Duża ilość małych mutacji daje wyobrażenie, jakie ilości mutantów zawiera zawsze naturalna populacja.

Na tej podstawie można sobie wyobrazić, że mutanty są nagromadzone w populacji i do pewnego stopnia przesłonięte czekają, aż kiedyś przez nową mutację, która jest ostatnim brakującym członem całej grupy mutacji, powstanie z takiego układu założeń organizm o szczególnej wartości selekcyjnej. Gdyby mutanty były w przeważającej ilości dominantami, wówczas każda poszczególna mutacja musiałaby zaznaczyć się w fenotypie i skutkiem tego, wobec swej przeważnie negatywnej wartości hodowlanej, padłaby ofiarą doboru naturalnego.

Tak mniej więcej teoretyczna genetyka w tym pojęciu próbuje zestawić analityczne wyniki badań nad mutacjami. A jak hodowla mutacyjna próbuje kierować ewolucją przy wytwarzaniu nowych odmian roślin uprawnych? Jak przy genetycznej analizie gorliwie naświetla się czyste linie roślin samopylnych, selekcjonuje się mutanty, które w F_2 stały się homozygotyczne, uprawia się je oddzielnie i bada. Obecnie wiemy już na podstawie teoretycznych wyników, że większość z nich posiada tylko negatywną wartość selekcyjną, a nawet, że są one mutantami niekorzystnymi. Nieliczne z nich wykazują cechy obojętne pod względem hodowlanym. Całkiem przypadkowo zdarzają się mutanty takie, jak formy wcześniej dojrzewające, ekologicznie trwałe typy, formy odporne, które ewentualnie mogą mieć pewną wartość hodowlaną. Przydatność tych mutantów jednak polega tylko na tym, że z uwagi na takie mutacyjne założenia mogą być użyte do krzyżowania. Toteż nie można dziwić się, że dziś spotykamy się z poglądami nacechowanymi rezygnacją, iż sztuczne wywoływanie mutacji tylko wówczas ma znaczenie, jeśli dzięki swym wypróbowanym starym metodom przechodzi bezpośrednio w znaną hodowlę kombinowaną. Tak więc z jednego z najważniejszych czynników ewolucji — skutkiem schematycznego przenoszenia teoretyczno-analitycznych metod pracy — powstał sposób prowadzenia hodowli roślin, który nie pozwala spodziewać się nawet o wiele skromniejszych wyników niż te, które w przyrodzie dają zjawiska mutacji. Nawet gdybyśmy nasze zakłady hodowlane przekształcili w dokładne kopie pól doświadczalnych prowadzonych przez teoretycznych badaczy mutacji — stan rzeczy nie uległby zmianie.

Przy całym koniecznym podejściu krytycznym do dzisiejszej hodowli mutacyjnej nie należy zapominać, że właśnie w przypadku tego kompleksu, tak dobrze przeanalizowanego teoretycznie, hodowcom roślin szczególnie trudno jest zastosować go celowo w swej pracy. Dopiero różne poszczególne przejawy mutacji, które po wyodrębnieniu mogą być pożyteczne, obojętne, albo szkodliwe, harmonijnie uorganizowane w jednym odpowiednim plazmone, mogą utworzyć jeden zmieniony przez mutację organizm o szczególnej wartości selekcyjnej. Przebiegu tego tak ważnego dla ewolucji procesu nie zdołano jeszcze wyjaśnić w szczegółach. Przede wszystkim nie wiemy co nim kieruje. Wobec tego nie możemy układać uzasadnionych projektów, jak można by już dziś, dzięki eksperymentalnemu wywoływaniu mutacji, osiągnąć określone cele hodowlane. Jedna możliwość, która w znacznej mierze odpowiada naturalnemu przebiegowi ewolucji, a przynajmniej mu nie przeszkadza — powinna być na każdy sposób wypróbowana w hodowli: hodowane rośliny, o ile możliwości heterozygotyczne, powinny być rozmnażane razem jako populacja przez szereg lat, zanim rozpocznie się selekcję. Przy tym w czasie rozmnażania rośliny samopylne trzeba stale krzyżować ze sobą. Może w ten sposób da się osiągnąć szereg rozchwianych kompleksów mutacyjnych o znacznej wartości selekcyjnej, gdyż dzięki takiemu postępowaniu występowanie elementów mutacji zostanie w dużej mierze zwiększone.

Gdy dawniej tylko szczęśliwy przypadek pozwalał nam uchwycić mutacje jako nowe odmiany, to obecnie przez stosowanie projektowanego sposobu postępowania stwarzamy świadomie takie warunki, które prawdopodobnie są szczególnie korzystne dla zejścia się poszczególnych elementów mutacji i harmonijnego uzupełnienia się ich.

Jeśli podsumujemy nasze krytyczne rozważania, to musimy stwierdzić, że hodowla roślin jednostronnie wykorzystuje obszerną wiedzę teoretycznej genetyki i że schematycznie stosuje metody tej nauki; jednostronnie dlatego, że prawie wyłącznie stosuje wyniki mendelizmu, a schematycznie dlatego, że czyste linie — podstawowe elementy analizy genetycznej — stawia na miejscu populacji, będącej podstawowym elementem ewolucji. Hodowla roślin jest ewolucją kierowaną przez człowieka. Bez populacji nie ma ewolucji, bez genetyki populacyjnej nie ma na dłuższą metę owocnej hodowli roślin. Poprawny, ewolucjonistyczny sposób rozpatrywania zagadnień wyjaśnił znaczną część sprzeczności między teorią i praktyką. Prawidłowe stosowanie ewolucyjnych wskazań ukształtuje o wiele skuteczniej nasze metody hodowlane i sposoby przeprowadzania selekcji.

Uparte i zacięte zmagania genetyków i badaczy całego świata od lat koncentrują się coraz bardziej na problemach genetyki ewolucyjnej i populacyjnej. Oby teoretyczne badania uzyskały rychło wielkie osiągnięcia. Praktyczna hodowla będzie mogła wówczas rozwinąć się jak nigdy przedtem. Jednakże czy ten rozwój stanie się rzeczywistością, zależy będzie tylko od nas hodowców. Stare skostniałe wyobrażenia muszą się zmienić, a my musimy odrzucić stare, zdystansowane już metody. Jaka droga prowadzi do tego? Istnieje tylko jedna jedyna droga: spokój zabezpieczonej wiedzy musi ustąpić przed twórczym niepokojem. Syte pełnią osiągnąć zadowolenie nie prowadziło nigdy do postępu wiedzy, ani w ogóle do postępu. Tylko namiętne zmagania z problemami, zrodzone z niepokoju prawdziwych badaczy, wносиły zawsze światło poznania w mroki naszej niewiedzy. Tylko ten, kto jest bojownikiem, zasługuje na zaszczytne miano badacza. Wszyscy wielcy badacze byli bojownikami, niektórzy z nich swój wkład do nauki okupili nawet życiem. Jeśli na skutek nowych odkryć duża część ich dotychczasowych pojęć upadła, jeśli ich odkrycia nie zawsze były pożądane w panującym obrazie świata, oni jako urodzeni bojownicy w swym naukowym sumieniu byli zawsze wierni prawdzie. Bezkompromisowe zmaganie o prawdę jest wiecznym zadaniem wszystkich wielkich badaczy, zadaniem, które i my również mamy wypełniać. Wypełnijmy je w myśl słów Goethego, który mówił, że:

*Aby przetworzyć, co stworzone,
By nie zakrzepło, co zbrylone
Ma wiecznie wszystko działać, żyć.
A co nie było niechaj będzie,
Na jasnych słońcach, ziemiach, wszędzie.
Tylko spoczynku nie ma być.*

*Wir twórczy niecić i rozpleniać,
Wprzód kształty tworzyć, potem zmieniać;
Pozornie tylko staje ruch.
Co wiecznie wciąż we wszystkim krąży,
A musi w nicość się pogrążyć
Wszystko, co w bycie pragnie trwać.**

* Wiersz przełożył J. Ostrowski.