

STEFAN BARBACKI

Zakład Genetyki Roślin PAN w Poznaniu

TRANSGRESJA GENETYCZNA I HETEROZJA W EWOLUCJI NATURALNEJ I KIEROWANEJ PRZEZ CZŁOWIEKA

Nie jest celem niniejszego artykułu przedstawienie historii pojęć transgresji i heterozji, a raczej próba rozgraniczenia ich względnie zazębienia się wzajemnego, które niewątpliwie istnieje. Interesująca jest również rola jaką spełniają transgresje i heterozje w ewolucji naturalnej i kierowanej przez człowieka.

Spróbujmy transgresję zdefiniować jako dziedziczne, a więc trwałe przekroczenie w mieszańcach wymiarów czy właściwości istniejących u krzyżowanych form rodzicielskich. Przekroczenie to może zdarzyć się zarówno in plus jak in minus. Dodajmy do tego, że zarówno jedno jak i drugie z punktu widzenia ewolucji naturalnej, jak i kierowanej przez człowieka może być korzystne, obojętne lub niekorzystne.

Na przykład w warunkach górskich niektóre transgresje minusowe są na ogół korzystne. Rośliny zielne, krzewy czy drzewa nie mogą mieć dużych wymiarów, gdyż warstwa gleby w miarę powiększania się wysokości położenia staje się coraz cieńsza, a wiatry łamią łatwiej rośliny wyższe. Plusową transgresją w tym przypadku jest możliwość silnego choć płytkiego ukorzeniania się, grubsza łodyga i liczne właściwości odpornościowe, w szczególności na niższe temperatury lub częste jej skoki.

Natomiast w warunkach żyznych dolin większe wymiary roślin zielnych, krzewów czy drzew są na ogół korzystniejsze, gdyż konkurencja sąsiedzka wzrasta, na skutek czego osobniki wysoko i szybko rosnące mają szansę „zagłuszenia” osobników niższych i zdobycia dla siebie lepszych warunków asymilacji.

W ewolucji kierowanej przez człowieka mieszańce kukurydzy czy sorga o większych wymiarach są przeważnie paszowo więcej wydajne. Nie tyczy się to natomiast takich zbóż jak pszenica lub żyto, wśród których poszukuje się raczej niektórych transgresji minusowych np. roślin o krótszej łodydze, niewylegających pod wpływem silnego nawożenia azotowego, czy nadmiernych opadów, a zatem zbóż łatwiejszych do sprzętu maszynowego. U różnych roślin uprawnych, jak u ziemniaka czy łubinu, poszukuje

się genotypów o krótszym okresie wegetacji, co jest typową transgresją minusową.

Obok transgresji morfologicznych często spotyka się u mieszańców transgresje fizjologiczne. Najłatwiej zilustrować to wydajnością roślin czy zwierząt udomowionych. Plenność roślin uprawnych, zawartość i ogólna ilość składników pokarmowych (procent i plon cukru w burakach) przewyższają wielokrotnie formy dzikie, z których zostały z biegiem stuleci wyhodowane. Wydajność mleka krowy udomowionej dowodzi tego samego.

Nie ulega wątpliwości, że na dokonane przemiany wpływ miało obok transgresji wiele innych czynników. Żywienie i pielęgnacja roślin czy zwierząt, coraz bardziej udoskonalane, grały dużą rolę jako tło dla selekcji. Z genetycznych czynników wymienić można mutacje, jako wzbogacające zmienność organizmów żywych, z których korzystając poprzez krzyżowanie można dojść nieraz do pięknych rezultatów.

Transgresje wynikają z krzyżowania osobników, których ładunek genetyczny uzupełnia się w pewnych kierunkach. Poprzez kombinatorykę wymendlować mogą formy o zmienionych cechach czy właściwościach. Zazwyczaj główną rolę grają geny różnego rodzaju, które niejako zestrąbiają się w swoich efektach. Mogą też rzadziej być geny kumulatywne w rozumieniu Nillsona-Ehle, które właściwie są jednakowego typu. Działa tu bowiem suma ich liczebności wzmacniająca ostateczny efekt. Klasycznym przykładem jest tu doświadczenie z silniejszą lub słabszą barwą plew i ziarna u pszenicy.

U podłoża form transgresywnych wywołanych kombinatoryką genów leży na pewno odmienny ustrój fizjologiczny warunkujący tworzone efekty.

Heterozja jest zjawiskiem częściowo odrębnym, a jednak bardzo podobnym do transgresji. Jest to, jak określa się najczęściej, bujność pierwszego pokolenia mieszańców po skrzyżowaniu, która w następnych pokoleniach zazwyczaj od razu zanika. Jest więc w zasadzie w przeciwieństwie do transgresji zjawiskiem nietrwałym, przejściowym. Można by ją nazwać transgresją pierwszego pokolenia. Jest to może cecha jej w hodowli najbardziej charakterystyczna.

Trzeba zaznaczyć, że to co możemy zaobserwować w hodowli roślin nie jest pełnym zjawiskiem. Wywołujemy zazwyczaj heterozję u roślin obcopylnych stale krzyżujących się między sobą. W populacji roślin drugiego, trzeciego i dalszych pokoleń po heterozji mogą zdarzyć się różnego rodzaju transgresje, które najczęściej giną w ogólnej populacji przeznaczonej zazwyczaj na pokarm i dalej nie rozmnażanej. Jeśli jednak jest to populacja w przyrodzie, ulegają one selekcji naturalnej i mogą grać jakąś

rolę w przystosowaniach do warunków w jakich żyją. Zjawisko heterozji nie jest zatem w tym przypadku zjawiskiem migawkowym.

Coraz to więcej obecnie mówi się i pisze o możliwości utrwalania zjawiska heterozji czy transgresji poprzez uzyskiwanie mieszańców międzygatunkowych lub na przykład przez wielokrotne krzyżowanie wsteczne i na skutek tego ulokowanie genomu jednego z rodziców w plazmie drugiego z nich.

Tu właśnie jest jedna z płaszczyzn zazębiania się pojęć transgresji i heterozji. Prawdopodobnie wspólnym ich wyrazem jest także ewentualność wystąpienia zjawiska bujności w pokoleniu pierwszym mieszańców, chociaż bardziej charakterystyczna jest ona dla heterozji. Wspólnym też wyrazem jest tworzenie w obu przypadkach mieszańców transgresywnych w dalszych pokoleniach, chociaż bardziej widoczne i łatwiejsze do utrwalenia są one w typowej transgresji.

Nie można znaleźć wyraźnego rozgraniczenia między transgresją i heterozją w przypadku krzyżowania osobników samopylnych. Prowadząc hodowlę heterozyjną roślin obcopylnych rozpoczynamy na wstępie od chowu wsobnego, który nie doprowadza wprawdzie roślin do stanu homozygotycznego takiego jaki istnieje w roślinach typowo samopylnych, ale w każdym razie zdąża do niego. Nie ma zatem różnic zasadniczych w tworzeniu materiału początkowego.

Do heterozji dąży się u roślin obcopylnych i to zwłaszcza takich, u których łatwo można regulować pożądane zapylenie. Klasycznym przykładem jest tu kukurydza, która jako heterozyjna w porównaniu z formami wyjściowymi daje przeciętnie do 20 procent wyższe plony. Obecnie próbuje się stosować metody heterozji także i do niektórych roślin samopylnych, szczególnie takich, które po sztucznym krzyżowaniu dają wysoki współczynnik rozmnażania.

Charakterystycznym przykładem transgresji (albo jak kto woli heterozji) pierwszego pokolenia mieszańców jest krzyżowanie dwóch odmian samopylnego grochu, z których jedna odznacza się niskim wzrostem, lecz dużą liczbą międzywęźli, a druga wysokim wzrostem i małą ich liczbą. Pierwsze pokolenie jest wówczas transgresywne (heterozyjne) o wysokim wzroście i stosunkowo dużej liczbie międzywęźli. W następnych pokoleniach powstają liczne transgresje różnego typu o charakterze ustabilizowanym. Takie transgresje powstają też niechybnie w przypadkach roślin obcopylnych, gdzie nie wyosobnione giną po wzajemnych przekrzyżowaniach w następnych pokoleniach.

Nie ma absolutnej różnicy między heterozją i transgresją w liczbie zmienionych cech i właściwości. Transgresje, podobnie jak i heterozje mogą dotyczyć jednej lub wielu cech czy właściwości.

Trudno zgodzić się z często wyrażanymi poglądami, że stan heterozy-

gotyczny jest znacznie lepszy i daje żywotniejsze rośliny. Przecież takie typowo samopylne rośliny jak pszenica i jęczmień dochodzą do rekordowych plonów. Można sobie wytłumaczyć to różnymi przyczynami a może przede wszystkim faktem, że plon ich mniej zależy od zewnętrznych korzystnych lub niekorzystnych warunków zapylania. Na ogół nie jest dobrze robić zbyt daleko idące uogólnienia teoretyczne. Życie jest bogate w swoich przejawach i raczej cechuje je różnaitość, a nie jednolitość.

Dla obu zjawisk: transgresji i heterozji wspólna jest również istniejąca jeszcze ciągle tajemniczość ich pojawiania się. Zbyt mało wiemy o przyczynach wywołujących te zjawiska, ażeby można było je przewidzieć. Trzeba robić setki lub nieraz tysiące krzyżowań, aby trafić na formy rodzicielskie dające w mieszańcach wyraźniejsze objawy transgresji czy heterozji. Stwierdzić można jedynie, że pojawiają się one częściej jeśli krzyżujemy ze sobą formy genetycznie oddalone.

Znanych jest szereg hipotez dotyczących zwłaszcza zjawiska heterozji. W różnych przypadkach mogą one mieć częściowe uzasadnienia, ale właściwie dalecy jesteśmy jeszcze od poznania istoty rzeczy.

To samo dotyczy transgresji. Wiele kombinacji genów po skrzyżowaniu nie przejawia jej wcale, albo tak nieznacznie, że można złożyć to na karb przypadkowego działania warunków zewnętrznych. I tu tkwi właściwa trudność. Transgresja czy heterozja dotyczą cech czy właściwości ilościowych, które ulegają znacznej nieraz zmienności pod wpływem warunków zewnętrznych i trudne są do dokładnego ustalenia. A przecież konieczna jest pewność ich realności.

To jeszcze nie wszystko, ponieważ zbyt mało wiemy o fizjologiczno-biochemicznej stronie będącej podstawą zmian genetycznych. Poznanie jej leży przed nami. Przyczyny tych zjawisk są ciekawe nie tylko teoretycznie, chociaż znajomość ich przyczyniłaby się niechybnie do lepszego rozumienia ewolucji naturalnej.

Budzą one od dawna zaciekawienie w hodowli roślin, gdyż ułatwiony przez teorię dobór odpowiednich form rodzicielskich do krzyżowania posunąłby niewątpliwie naprzód tę dziedzinę hodowli i spowodowałby w następstwie, co jest zrozumiałe, potaniecie produkcji.