PSZCZELNICZE ZESZYTY NAUKOWE
Rok XLIII 1999

WYPROWADZANIE I UTRZYMANIE LINII WSOBNYCH W SELEKCJI NA ZDOLNOŚĆ KRZYŻOWNICZĄ

Cezary Kruk, Michał Gromisz
Instytut Sadownictwa i Kwiaciarstwa, Oddział Pszczelnictwa, ul. Kazimierska 2, 24-100 Puławy

Streszczenie

U pszczoły miodnej wysokie efekty heterozji daje krzyżowanie linii wsobnch wyselekcjonowanych na zdolność krzyżowniczą. Utrzymanie lini wsobnych jest jednak utrudnione z powodu ujemnych skutków chowu krewniaczego, które charakteryzują się spadkiem żywotności. Zmniejszenie działania depresji wsobnej osiągnięto dzięki częściowej zmianie genetycznego środowiska wsobnych rodzin poprzez wprowadzenie do nich genotypów heterozygotycznych. Identyfikację genotypów oparto na podstawie fenotypu, wykorzystując do tego celu dominowanie żółtej barwy oskórka (pszczoły włoskie) nad barwą ciemną (pszczoły kaukaskie). Sposób okazał się łatwy i skuteczny w selekcji materiału matecznego do remontu linii pszczoły kaukaskiej. Udział heterozygotycznych robotnic w rodzinie, córek matki zinbredowanej, poprawia zdolności rozwojowe rodziny i jej żywotność.

Słowa kluczowe: rasy pszczół, chów wsobny, depresja wsobna, selekcja, ubarwienie oskórka, genotyp, fenotyp.

WPROWADZENIE

W praktyce pszczelarskiej dla produkcji miodowej wykorzystuje się głównie mieszańce. Aby uzyskać wyrównane pogłowie i wyraźny efekt heterozji, należałoby krzyżować ze sobą linie wsobne wyselekcjonowane na zdolność krzyżowniczą. Jednak reprodukcja linii wsobnych jest niezmiernie utrudniona ze względu na ujemne skutki chowu krewniaczego, które charakteryzują się spadkiem żywotności. Dzieje się to na skutek działania recesywnych genów letalnych i półletalnych.

Prace badawcze zmierzały do opracowania prostej i efektywnej metody utrzymania linii wsobnych pszczół ras ciemno ubarwionych. Oparto je na częściowej zmianie genetycznego środowiska wsobnych rodzin pszczelich poprzez wprowadzenie do niego genotypów heterozygotycznych, możliwych do zidentyfikowania na podstawie fenotypu. Wykorzystano w tym celu dominowanie barwy żółtej nad ciemną w ubarwieniu oskórka pszczół.

PRZEGLĄD LITERATURY

Dziedziczeniem ubarwienia u pszczół zajmowało się wielu autorów i wszyscy stwierdzali złożoność problemu. Zander (1923) i Geotze (1930) ustanowili 10-stopniową skalę barw, a Ambruster (1923) 9-stopniową. Roberts i Mackensen (1951) stwierdzili wpływ na dziedziczenie ubarwienia co najmniej 7 genów. Według Woykego (1977), który przyjął skalę 10-stopniową, u pszczół europejskich można stwierdzić istnienie 2 głównych alleli ubarwienia: żółtego i czarnego. Allel warunkujący ubarwienie żółte (Y) jest dominujący nad allelem warunkującym ubarwienie czarne (y). Na te główne geny działa ponadto 7 genów modyfikatorów, powodujących rozjaśnienie lub przyciemnienie ubarwienia, ale pszczoły robotnice i matki o genotypie homozygotycznym YY i heterozygotycznym Yy są żółte, a o genotypie yy są ciemne. Recesywny charakter dziedziczenia ubarwienia czarnego sprawia, że prawidłowość ta mogłaby być wykorzystana do identyfikacji homozygotycznego genotypu na podstawie fenotypu.

W hodowli stwierdzono, że mieszańce odznaczają się podwyższoną żywotnością i zwykle przewyższają produkcyjnością populacje, z których zostały wyprowadzone. W znanych porównaniach wzrost wydajności mieszańców nie był zbyt wysoki, ale w większości istotny (Gladstone i inni 1955, Cale i Gowen 1956, Fresney i inni 1974, Gromisz i inni 1978, Gromisz i Bobrzecki 1985, Oldroyd i Godman 1988, Bienefeld i inni 1989). Szanse wystąpienia heterozji są większe, gdy komponenty do krzyżowamia pochodzą z różnych ras geograficznych (Bornus i inni 1975).

Bienefeld i inni (1989) stwierdzili, że wzrost wsobności o 1% zmniejszał istotnie możliwości w podukcji miodu i wosku o 6% i 8%. Zdaniem tych autorów heterozygotyczne pszczoły robotnice mogą skompensować niekorzystne oddziaływanie na produkcyjność rodziny zinbredowanych matek, podczas gdy odwrotne kompensowanie (heterozygotycznych matek na homozygotyczne robotnice) nie zostało stwierdzone.

Stopień zinbredowania może mieć wpływ na szereg zachowań behawioralnych u pszczół. Bienefeld i inni (1989) na podstawie obserwacji 5581 rodzin doszli do wniosku, że wzrost wsobności u robotnic może wpływać na zmniejszenie się agresywności, podczas gdy wzrost wsobności u matek może nasilać to zjawisko. Autorzy ci uważają ponadto, że produkcja miodu, łagodność i skłonność do rójki wykazują istotną interakcję między poziomem wsobności matek i robotnic. Wzrost homozygotyczności w populacji może także wpływać na kształtowanie się cech morfologicznych, co sygnalizują Kruk i inni (1993) oraz Kruk i Skowronek (1998).

Krzyżowanie nie zawsze jednak daje pożądany efekt heterozji, co stwierdzili w swoich badaniach: Gladstone i inni (1955), Fresney i inni

(1974), Oldroyd i Goodman (1988) oraz Gromisz i inni (1978). Należy szukać odpowiednich komponentów do produkcji mieszańców. Ponadto dopóki pszczoły z linii wyjściowych nie będą homozygotyczne pod względem pożądanych cech, dopóty nie będzie wyrównania pomiędzy ich mieszańcami. Problem sprowadza się przede wszystkim do udanej reprodukcji linii wsobnych (Kruk i inni 1998).

MATERIAŁ I METODA

Hipoteza zakładała, że matki pszczele ciemno ubarwionej linii wsobnej unasienione przez trutnie ciemne (spokrewnione) i żółte (niespokrewnione) dadzą potomstwo diploidalne o fenotypach ubarwionych na ciemno (osobniki zinbredowane) i ubarwionych na żółto (osobniki niezinbredowane). Osobniki o ciemnym ubarwieniu oskórka można wykorzystać do dalszej reprodukcji linii wsobnej lub też do produkcji mieszańców. Udział w rodzinie robotnic heterozygotycznych ma na celu podniesienie żywotności rodziny.

Na założycielkę linii wsobnej wytypowano matkę *cau*. 397.87, należącą do umiarkowanie zinbredowanej populacji pszczół rasy szarej kaukaskiej, reprodukowanej z materiału importowanego z Rosji na początku lat 70. Do unasienień heterozygotycznych użyto natomiast żółto ubarwionych trutni rasy włoskiej z populacji *lig*. 88, opartej również na imporcie z Rosji w 1988 roku. Rokrocznie od 1 z matek zinbredowanych wyprowadzano nowe pokolenie matek-córek i sformowano 3 grupy doświadczalne: *W*, *R* i *H*. Grupy te różniły się doborem trutni do kojarzeń. Matki grupy *W* unasienione były przez trutnie blisko spokrewnione (dobór *cau* x *cau*), w grupie *R:* 50% trutni blisko spokrewnionych i 50% niespokrewnionych (*cau* x *cau*, *lig*), natomiast w grupie *H* unasienienia były wyłącznie typu *cau* x *lig*. Przy takim sposobie doboru robotnice od matek z grupy *W* było homozygotyczne, grupy *H* heterozygotyczne, natomiast w grupie *R* były jednocześnie robotnice homo- i heterozygotyczne.

Matki w pniu matecznym i ojcowskim były względem siebie siostrami. Przy tym sposobie kojarzeń w krótkim czasie uzyskiwano szybki wzrost homozygotyczności. Zastosowany sposób doboru sprawił, że pszczoły robotnice w poszczególnych grupach doświadczalnych różniły się fenotypowo: w *W* były ciemne, w *H* żółte, natomiast w grupie *R* spotykało się osobniki zarówno ciemne jak i żółte. Podobnie było z ubarwieniem matek-córek. Trutnie ze względu na swoje partogenetyczne pochodzenie we wszystkich grupach były ciemno ubarwione. Trutnie do unasieniania pozyskiwano z pni grupy ojcowskiej (*O*), w której matki były unasieniane w naturalnych warunkach pasieki.

W każdym pokoleniu oceniano w grupach doświadczalnych sezonowy rowój rodzin: ich siłę na podstawie liczby plastrów obsiadanych na czarno

przez pszczoły, oraz plenność matek na podstawie liczby plastrów zajmowanych przez czerw. W pokoleniu F_4 pewną grupę rodzin oceniono na podstawie metodyki przyjętej w Odziale Pszczelnictwa ISK w Puławach i stosowanej do oceny grup testowych w pasiece zarodowej. Według tej metodyki rodzina może uzyskać maksymalnie 100 punktów.

Ocenę cech morfologicznych oparto na podstawie pomiarów 30 sztuk robotnic z rodziny. Oceniono: długość języczka, szerokość IV tergitu odwłokowego i indeks kubitalny. Obliczano dla poszczególnych rojów i grup rojów wartości średnie arytmetyczne cech (x), ich standardowe odchylenie (S) i wartości średnich znormalizowane (z). Do obliczania wartości znormalizowanych skonstruowano model populacji według wzoru:

$$z=(x-X):S$$

w którym X oznacza parametry morfologiczne matki założycielki linii wsobnej (*cau.* 397.87), a S - standardowe odchylenie średnich dla rojów modelowej populacji rasowej w hodowli elitarnej, mianowicie:

długość języczka - 0,0980 mm

szerokość IV tergitu - 0,0412 mm

indeks kubitalny - 3,215

Dzięki normalizacji wartości cech, średnia arytmetyczna dla populacji została sprowadzona do zera, a standardowe odchylenie średnich z rojów w ich zbiorze (populacji) - do jedności. W tym kontekście ocenę poszczególnych rojów i grup rojów oparto na kryteriach przyjętych w polskiej hodowli elitarnej (Gromisz 1981). Natomiast w weryfikacji zmienności osobniczej w obrębie rojów posłużono się wzorami z instrukcji wdrożeniowych Oddziału Pszczelnictwa ISK (Gromisz 1988).

W latach 1989-1996 wyprowadzono i oceniono potomstwo 5 pokoleń matek w 3 grupach doświadczalnych. Oceną rozwoju objęto łącznie 70 rodzin, a ocenę morfologiczną dokonano na podstawie badań robotnic w 80 rodzinach.

WYNIKI

Ocena morfologiczna

Wszystkie matki z pokolenia F_1 pochodziły od matki założycielki *cau.* 397.87. Trutnie blisko spokrewnione użyte do do doboru krewniaczego pochodziły od matki N. 25.88, która była córką matki *cau.* 397.87. Pień mateczny z matką 397.87 był jednocześnie pniem protoojcowskim dla wszystkich rodzin doświadczalnych w których zastosowano dobór

krewniaczy w pokoleniu F_1. W kolejnych pokoleniach potomnych matki w pniu matecznym i ojcowskim były siostrami. Zatem całość założeń genetycznych dla wszystkich rodzin zarówno od strony matecznej jak i ojcowskiej ostatecznie pochodziła wyłącznie od rodziny z matką 397.87. Parametry morfologiczne tej rodziny (tab. 1) posłużyły do konstrukcji modelu morfologicznego linii zinbredowanej. Ostateczna postać modelu jest następująca:

długość języczka - $z = 10{,}2041x - 68{,}8163$

szerokość IV tergitu - $z = 24{,}2718x - 55{,}4369$

indeks kubitalny - $z = 0{,}311x - 16{,}174$

Tabela 1

Ocena morfologiczna grup rojów w stosunku do modelu populacji wsobnej
Morphological evaluation of bee colonies in relation to the model inbred population

Grupa Group	n	Długość języczka tongue length			Szerokość IV tergitu IV tergit width			Indeks kubitalny cuboid index		
		X w mm	*Z*	*S*	*X* w mm	*Z*	*S*	*X*	*Z*	*S*
397.87	1	6,744	0	-	2,284	0	-	52,0	0	-
W	17	6,562	-1,9	0,94	2,271	-0,3	0,92	51,8	0,0	1,35
R	21	6,576	-1,7	1,43	2,263	-0,5	1,07	52,4	+0,1	1,65
H	15	6,481	-2,7	1,04	2,235	-1,2	1,07	46,6	-1,7	0,91
O	9	6,708	-0,4	1,12	2,272	-0,3	0,55	52,2	+0,1	1,72

n- liczba rojów w grupie - number of bee colonies per group

X- średnia wartość rzeczywista dla grupy - mean real value for a group

Z- średnia wartość znormalizowana dla grupy - mean normalised value for a group

S- standardowe odchylenie wartości znormaliziowanych - standard deviation of normalised values

Przedział wartości znormalizowanej od -3 do +3 wyznacza granice pojemności modelu i wszystko co poza te granice wykracza, jest poza modelem. Wartość z = 0 oznacza idealną zgodność z modelem.

Rozpatrując wartości bezwzględne poszczególnych cech warto zwrócić uwagę, że rodzina założycielska z matką *cau.* 397.87 w znacznym stopniu odbiegała od przyjętego modelu rasowego pszczoły kaukaskiej, szczególnie pod względem długości języczka. W naszym doświadczeniu nie ma to większego znaczenia, gdyż operujemy odniesieniami względnymi.

Pod względem zgodności cech morfologicznych z modelem dla linii *cau.* 397.87 możemy stwierdzić, że w grupie wsobnej długość języczka na skutek chowu wsobnego uległa znacznemu skróceniu (z = -1,9), podczas gdy indeks kubitalny (z = -0,1) i szerokość IV tergitu (z = -0,3) nie ulegały znaczniejszym zmianom. W grupie wsobnej jedną rodzinę spośród 17-tu należałoby zdyskwalifikować ze względu na zbyt krótki języczek, jako wykraczającą poza model. W przypadku pozostałych cech wszystkie rodziny mieściły się w modelu.

W przypadku grupy heterozyjnej (*H*), reprodukowanej (*R*) i ojcowskiej (*O*), które także tym sposobem ocenialiśmy, zmiany wartości bezwzględnych poszczególnych cech wynikały przede wszystkim z doboru trutni także spoza grupy *W*. W przypadku grupy *H*, w której do unasienienia służyły wyłącznie trutnie rasy włoskiej (*lig*), nastąpiło radykalne skrócenie języczka (z = -2,7) oraz znaczne zmniejszenie indeksu (z = -1,7) i szerokości IV tergitu (z = -1,2). Znaczną część rodzin spośród 15 przebadanych należałoby zdyskwalifikować jako odbiegające od modelu: 6 za języczek, 1 za indeks i 1 za tergit. Podobnie było w grupie *R* przy doborze do unasieniania trutni *cau* i *lig*: dla języczka z = -1,7, dla indeksu kubitalnego z = +0,1, dla tergitu z = -0,5, a pośród ocenianych 21 rodzin nie mieściło się w modelu 5 rodzin pod względem długości języczka i 1 rodzina ze względu na tergit. Pewnym zaskoczeniem było to, że grupa rodzin ojcowskich z matkami wsobnymi unasienionymi naturalnie okazała się bardzo zbliżona do modelu. W grupie tej średnia wartość znormalizowana wynosiła odpowiednio: dla języczka z = - 0,4, dla indeksu z = +0,1, a dla tergitu z = -0,3. Wszystkie te rodziny pod względem wszystkich cech mieściły się w modelu.

Jeżeli zgodność z modelem przyjmiemy za walor dodatni, to populacji *W* należy się pod tym względem wysoka nota. Na jej tle grupy rojów *R* i *H* wypadają niekorzystnie. Nie dziwi nas to, gdyż może tutaj odgrywać pewną rolę inny dobór trutni do unasieniania, także lub wyłącznie spoza populacji *W*. W praktyce hodowlanej nie przewiduje się utrzymywania populacji typu *W*. Jej elementy genetyczne funkcjonują bowiem jako składnik populacji *R*, ale zawsze można ją odtworzyć poprzez odpowiednie kojarzenia, jak to robimy w naszych badaniach. Istotne jest zatem, czy ten sposób transmisji materiału genetycznego linii *cau.* 397, nie narusza zgodności jej cech z populacją modelową. W tym celu posłużymy się testem stosowanym w hodowli elitarnej, opartym na analizie zmienności między rojami w obrębie populacji. Cyfrowe wyniki obliczeń, podane w tabeli 1, świadczą dobitnie, że grupa rojów *W* spełnia warunki jakie narzuca model (graniczna wartość *S* tabelaryczna poniżej 1,0), co świadczy o jednorodności tej populacji. Nie można tego powiedzieć o gupach rojów *R* i *H*, przedstawiają one bowiem populacje niejednorodne (*S* przekracza 1,0) niezależnie od doboru modelu do ich oceny.

Omawiając zmienność cech morfologicznych warto podkreślić, że rodzina z matką założycielką *cau.* 397.87 charakteryzowała się dużym wyrównaniem, w każdym bądź razie spełniała pod tym względem warunki, jakie obowiązują w hodowli elitarnej. Zmienność cech w jej obrębie nie przekraczała bowiem granicznego poziomu standardowego odchylenia, które wynosi dla długości języczka 0,1800 mm, dla szerokości IV tergitu 0,0800 mm i dla indeksu kubitalnego 8,00. Podajemy niżej dla przeciętnego roju w grupie wartość standardowego odchylenia (*S*) oraz odsetek rojów z dodatnim wynikiem testu (*n* - liczba rojów w grupie):

		języczek		tergit		indeks	
	n	*S* w mm	%	*S* w mm	%	*S*	%
cau. 397.87	1	0,1009	-	0,0545	-	4,853	-
W	17	0,1622	23,5	0,0487	0	6,275	5,9
R	21	0,1706	38,1	0,0517	4,8	6,919	23,8
H	15	0,1508	26,7	0,0458	0	5,794	6,7
O	9	0,1456	0	0,0459	0	4,853	22,2

W przypadku długości języczka średnie odchylenie standardowe w grupach było większe od zmienności w rodzinie założycielskiej. We wszystkich grupach pod względem tej cechy łącznie z grupą wsobną spotykało sie rodziny zarówno bardzo wyrównane jak i o zmieności wysokiej. Między grupami różnice w zmienności tej cechy były nieznaczne. Najbardziej wyrównane okazały się roje w grupie z matkami wsobnymi unasienionymi naturalnie (grupa *O*), od *S* = 0,1240 mm do *S* = 1771 mm, matomiast w grupie *W* od *S* = 0,1134 mm do *S* = 0,2461 mm, a w grupie *R*: 0,1145-0,2602 mm i w grupie *H*: 0,1072-0,2483 mm.

Średnia zmienność w przypadku indeksu kubitalnego była również większa w rojach grup doświadczalnych w stosunku do zmienności w rodzinie założycielskiej. Tym razem najbardziej wyrównane były roje z matkami naturalnie unasienionymi.

Jedynie w przypadku szerokości IV tergitu nastąpiło pewne zmniejszenie zmienności i odnosiło się do rojów wszystkich grup doświadczalnych w porównaniu z rodziną *cau.* 397.87.

Porównując kształtowanie się zmienności różnych cech w tej samej rodzinie nie stwierdzono korelacji dodatniej wskazującej na to, aby wzrost wyrównania jednej cechy związany był ze wzrostem wyrównania drugiej cechy. Poza tym w wyniku chowu wsobnego nie nastąpiło zwiększenie wyrównania w obrębie poszczególnych rodzin grupy *W*. Zmniejszeniu w fenotypie udziału zmienności genetycznej, jakie wynikało z chowu wsobnego, towarzyszył więc wzrost udziału w fenotypie zmienności niedziedziczonej,

uwarunkowanej wpływami środowiska hodowlanego. Zauważmy, że roje grupy *W* przy bliskiej wysokością zmienności osobniczej rojom grupy *R* i *H*, zmiennością wewnątrz grupy spełniały kryteria modelowej populacji, podczas gdy dwie pozostałe grupy pod tym względem znacznie przekraczały wartości graniczne. Świadczy to o skuteczności metody, która ułatwia utrzymanie linii wsobnych.

Ocena cech biologicznych i użytkowych

Tabela 2

Rozkład cechy ubarwienia oskórka robotnic w toku reprodukcji grupy *R* (*cau x cau, lig*); *n* - liczba badanych robotnic
Distribution of the feature of the epidermis colouring of workers during the reproduction group R (*cau x cau, lig*); *n*- number of examined workers

Pokolenie Generation	Pni matecznych Colony	n	Ubarwienie w %% - Colouring in %%		
			czarne - black	żółte - yellow	pośrednie
F_1	3	198	17,5	75,0	7,3
F_2	2	105	40,2	55,6	4,3
F_3	1	58	32,8	56,9	10,3
F_4	5	428	56,6	36,8	5,7
F_5	3	591	39,1	56,6	4,4

Analizując uzyskane wyniki rozkładu ubarwienia u potomstwa matek z grupy *R* (tab. 2) można stwierdzić, że zgodnie z oczekiwaniem wśród córek od matek tak kojarzonych występowały obydwa fenotypy: żółty i czarny. W rodzinie funkcjonowały więc obydwa genotypy: homo i heterozygotyczne. Osobników trudnych do sklasyfikowania pod względem ubarwienia było stosunkowo mało (5%). W poszczególnych pokoleniach proporcje między fenotypami były różne. Jeszcze większe różnice w proporcjach występowały pomiędzy potomstwem od poszczególnych matek. Wynikało to prawdopodobnie z nie dokładnego wymieszania nasienia w jajowodach matek i nierównomiernego przeprowadzenia go do zbiorniczków nasiennych. Podobne wyniki uzyskał Skowronek i inni (1995). Zwraca jednak uwagę, że w większości przypadku frekwencja fenotypów żółtych dominowała nad frekwencją fenotypów ciemnych. Trutnie ciemne i żółte użyte do inseminacji brane były w poporcjach 1:1. Nasuwa to przypuszczenie, że trutnie zinbredowane (ciemne) mogły produkować mniejsze ilości nasienia, albo też plemniki były mniej żywotne, czy wreszcie wsobne pochodzenie zmniejszało przeżywalność czerwiu.

Tabela 3

Sezonowy rozwój rodzin w grupach doświadczalnych
Seasonal development of colonies in experimental groups

Grupa doświadczalna Experimental group	Liczba rodzin number of colonies	Kwiecień - April		Maj - May		Czerwiec - June		Lipiec - July	
		ramek ogółem total number of frames	ramek czerwiu brood frames	ramek ogółem total number of frames	ramek czerwiu brood frames	ramek ogółem total number of frames	ramek czerwiu brood frames	ramek ogółem total number of frames	ramek czerwiu brood frames
W	18	4,2 a	2,4 a	6,5 a	4,1 a	8,3 a	5,7 a	7,8 a	5,8 a
R	19	4,9 a,b	2,6 a	8,3 b	5,1 b	9,7 a	6,6 a,b	9,4 a,b	6,0 a
H	35	5,6 b	2,8 a	9,7 c	5,5 b	11,9 b	7,0 b	11,1 b	6,0 a
średnio as mean	X	5,1	2,6	8,5	5,1	10,4	6,6	9,6	5,9

Uzyskane wyniki sezonowego rozwoju rodzin z 5 pokoleń (tab. 3) jednoznacznie wskazują na ujemny wpływ chowu wsobnego. W kwietniu podczas pierwszego wiosennego przeglądu zarysowała się już większa siła rodzin z grupy kojarzonej heterozygotycznie w stosunku do grupy wsobnej. Rodziny z grupy *H* były statystycznie istotnie silniejsze od rodzin z grupy *W*. Grupa *R* wypadła pośrednio pod wzgledem tej cechy. Podobne tendencje, choć statystycznie nieistotne dotyczą także liczby plastrów z czerwiem. W maju różnice między grupami zarówno pod względem liczby ramek ogółem, jak i ramek z czerwiem były największe i statystycznie istotne. Pod względem siły rodziny z grupy *H* były o 50% silniejsze od rodzin z grupy *W*. Podobnie było w czerwcu, kiedy to w większości rodzin pojemność rodni była największa. Dopiero w lipcu po naturalnym ograniczeniu się matek w czerwieniu, zatarły się różnice między grupami w pojemności rodni, a zachowały się natomiast różnice w sile rodzin.

W pokoleniu F_4 nie udało sie utworzyć grupy *W* ze względu na to, że większość trutni zinbredowanych okazała się bezpłodna (nie miały nasienia). Grupę *H* i *R* poddano natomiast dokładnej ocenie pod względem cech użytkowych (tab. 4, 5). Grupa heterozyjna przezimowała nieco lepiej od grupy reprodukowanej, lecz były to różnice statystycznie nieistotne. Pod względem rozwoju obydwie grupy wypadły niemal identycznie. Pod wzgledem produkcji miodu grupa *R* wypadła nieco lepiej od grupy *H*, natomiast pod wzgledem odciągniętych arkuszy węzy nieco lepiej wypadła grupa *H*. Od grupy *R* odebrano do tworzenia odkładów dwukrotnie więcej pszczół i czerwiu niż od grupy *H* lecz było to wynikiem głównie zabiegów przeciwrojowych. Ogólnie

można stwierdzić, że w pokoleniu F_4 grupa reprodukowana nie ustępowała grupie heterozyjnej.

Tabela 4

Zimowla i sezonowy rozwój rodzin w pokoleniu F_4 ;
n -liczba rodzin, x - wartość średnia
Wintering and seasonal development of the colony in the F4 group; n-number of colonies, x- mean value

Grupa doświad-czalna Experi-mental group	n	Liczba ramek jesienią Number of frames in Autumn	Zimowla -punkty x Wintering x-points	Kwiecień - April		Maj - May		Czerwiec - June	
				ramek ogółem total number of frames	ramek czerwiu brood frames	ramek ogółem total number of frames	ramek czerwiu brood frames	ramek ogółem total number of frames	ramek czerwiu brood frames
R	4	4,8	7,0	6,0	3,0	10,8	5,8	11,7	7,0
H	9	5,0	7,4	6,3	2,8	10,8	5,8	12,4	7,6

Tabela 5

Produkcja w sezonie w rodzinach
w pokoleniu F_4; n - liczba rodzin, x - wartość średnia
Seasonal production in colonies in the generation F_4; n-number of colonies, x-mean value

Grupa doświadczalna Experimental group	n	Miód w kg - Honey in kg		Arkuszy węzy Comb foundation leaves	Ramek czerwiu (minus) Brood frames (minus)	Ramek pszczół (minus) bee frames (minus)
		x	od - do from – to			
R	4	11,1	8,2-14,8	2,5	4,0	5,7
H	9	9,4	7,2-15,3	3,0	2,0	2,4

W pokoleniu F_4 oceniono również materiał zinbredowany pod kątem jego wartości hodowlanej jako komponentu matecznego do produkcji mieszańców międzyliniowych. Linię wsobną od matki założycielki *cau.* 397.87 oznaczono symbolem *cau.* 397. Stroną ojcowską przy produkcji mieszańców była uznana linia *cau* P hodowana w umiarkowanym pokrewieństwie. Grupę mieszańców międzyliniowych włączono do grupy selekcyjnej *cau* P i poddano ocenie testowej według metodyki przyjętej przez Oddział Pszczelnictwa ISK. W wyniku przeprowadzonej oceny okazało się, że obie grupy wypadły niemal identycznie, zarówno pod względem produkcji miodu jak też ocenianych cech

biologicznych (tab. 6). Jedna z matek z grupy mieszańców międzyliniowych uzyskała wysoką III lokatę w grupie selekcyjnej i została zakwalifikowana na matkę zarodową. Uzyskane wyniki wskazują na to, że z jednej strony hodowana linia zinbredowana nie zatraciła swoich walorów użytkowych, z drugiej jednak nie uzyskano wysokiego efektu heterozji często obserwowanego u mieszańców. Być może wynikało to z faktu, że krzyżowane linie w pewnym stopniu były ze sobą spokrewnione. Wbrew pewnym utartym opiniom funkcjonującym w środowiskach hodowców-pszczelarzy uzyskane wyniki dowodzą, że samo posiadanie linii zinbredowanej nie jest jeszcze gwarancją sukcesu przy produkcji mieszańców heterozyjnych, a komponentów do krzyżowania trzeba poszukiwać nieprzerwanie.

Tabela 6

Ocena testowa w grupy selekcyjnej linii „*cau* P" i grupy z matkami zinbredowanymi pokolenia F_4 unasienionymi przez trutnie linii „*cau* P"
Group test evaluation of the selective strain *cau* P and a group with the inbred queens of the F_4 generation inseminated with the drone of the *cau* P strain

Grupa doświad. Experimental group	n	Miód w kg Honey in kg		Czerw w dm^2 Brood in dm^2		Cechy biologiczne - pkt - x Biological features – pkt-x				Razem pkt x Total pkt x
		x	od - do	x	od - do	rozwój development	zimowla wintering	łagodność softness	rojliwość swarmness	
cau 397 x *cau* P	4	13,1	7,1-17,6	57,8	28-75	7,1	10,0	4,5	3,25	70,9
cau P x *cau* P	16	13,1	6,9-19,9	63,5	27-83	7,5	9,9	4,8	4,5	72,6
średnio	X	13,1	6,9-19,9	62,3	27-83	7,6	9,9	4,7	4,2	72,2

WNIOSKI

1. Zastosowanie różnic w fenotypie między osobnikami zinbredowanymi a mieszańcami okazało się prostą i skuteczną metodą do dalszej reprodukcji i wyboru materiału matecznego.
2. Możliwa jest reprodukcja linii zinbredowanej w środowisku zróżnicowanej genetycznie populacji roju.
3. Udział heterozygotycznych robotnic w rodzinie z matką zinbredowaną poprawia zdolności rozwojowe rodziny. Stwierdzono lepszą zimowlę, lepszy rozwój wiosenny i lepszą żywotność rodzin o mieszanym składzie robotnic homo i heterozygotycznych w stosunku do rodzin czysto wsobnych.

4. Zmienność cech morfologicznych w grupach rodzin kojarzonych krewniaczo była zbliżona do zmienności tych cech w grupach kojarzonych heterozygotycznie.

LITERATURA

Armbruster L. (1923)- Wie untersucht man Bienenstämme und Bienenkreuzungen auf ihre Farbe. *Arch. Bienenk.*, 5(4):97- 130.

Bienefeld K., Reinhardt F., Pirchner F. (1989 - Inbreeding effects of queen and workers on colony traits in the honey bee. *Apidologie*, 20:439-450.

Bornus i inni (1974)- Badania nad międzyrasowymi mieszańcami pszczoły miodnej. I. Przydatność użytkowa mieszańców międzyrasowych pszczoły miodnej w warunkach przyrodniczych Polski. *Pszczln. Zesz. Nauk.*, 18:1-51.

Cale G.H., Gowen J.W. (1956)- Heterosis in the honey bee (*Apis mellifera* L.). *Genetics*, 41(2):292-303.

Cale G. H., Gowen J. W. (1955)- Heterosis in the honey bee (*Apis mellifera* L.). *Genetics*, 41.

Goetze G. (1930)- Variabilitäts und Züchtungsstudien an der Honigbiene mit besonderer Berücksichtigung der Langrüsseligkeit. *Arch. Bienenk.*, 11(5-6:185-279.

Gromisz M. i inni (1978)- Badania nad mieszańcami międzyliniowymi pszczoły miodnej w różnych regionach Polski. *Pszczeln. Zesz. Nauk.*, 22:3-19.

Gromisz M. (1981)- Morfologiczna ocena populacji rojów w pasiekach zarodowych. *Pszczeln. Zesz. Nauk.*, 25:51-66.

Gromisz M. (1988)- Masowa hodowla zachowawcza pszczoły kaukaskiej. *Prace Instytutu Sadownictwa i Kwiaciarstwa*, seria F, nr 37.

Gromisz M., Bobrzecki J. (1985)- Wartość użytkowa mieszańców pszczół rasy kraińskiej i kaukaskiej. *Pszczeln. Zesz. Nauk.*, 29:93-102.

Kruk C., Gromisz M., Płatek S. (1993)- Doskonalenie metody reprodukcji linii wsobnych. XXX Naukowa Konferencja Pszczelarska w Puławach, Puławy 16-17.03.1993:21-22.

Kruk C., Gromisz M., Skowronek W. (1998)- Rozwój rodzin oraz zmienność cech morfologicznych w grupach o różnym stopniu zinbredowania. XXXV Naukowa Konferencja Pszczelarska w Puławach, Puławy 11-12.03.1998:38-39.

Kruk C., Skowronek W. (1998)- Ocena zmienności genetycznej i żywotności osobników w kolejnych pokoleniach populacji wsobnej i heterozygotycznej. IV polsko-niemieckie sympozjum w Storkow. Storkow 22-24.09.1998:46.

Oldroyd B.P., Goodman R.D., (1988)- Inbreeding and hetersis in queen bees in relation to brood area honey production, *J. Agric. Res.*, 39:959-964.

Roberts W.C., Mackensen O. (1951)- Breeding improved honey bees. *Amer. Bee J.*, 91; 292-294; 328-330; 382-384; 418- 421; 473-475.

Skowronek W., Kruk C., Loc K. (1995)- The insemination of queen honeybees with diluted semen. *Apidologie*, 26:487-493.

Woyke J. (1977)- The heredity of color patterns in the honey bee. Intern. Symposium on Genetics, selection and reproduction of the honey bee. Apimondia Publ. House, Bucharest, Moscow 1976:49-55.

Zander E. (1923)- Beiträge zur Variabilität und Vererbung bei der Honigbiene. Erlanger Jb. Bienenk., 1, 5-66.

THE EFFECT OF THE INBRED LINE LEADING AND MAINTENANCE ON HYBRIDISATION ABILITIES IN SELECTION

C. Kruk, M. Gromisz

Summary

Excellent heterosis abilities of the honey bee are attributed to crossing inbred lines. However, the keeping inbred lines is troublesome because of disadvantages of inbreeding such as shorter longevity. This disadvantage were overcome when some alterations of the genetic environment of inbred bee colonies were introduced by making an improvement of heterozygotic genotypes. The genotypical identification was based on the fenotype presuming dominance of yellow colouring of the epidermis (Italian bees) over dark colouring (Caucasian bees). This method occurred to be simple and efficient to select queen cell material to improve the line of Caucasian bees. So, the reproduction of an inbred line was found to be possible when various genetic populations of bee colonies are involved. The involvement of heterozygotic workers in a bee colony and daughters of an inbred mother improves the development of a bee colony and is manifested by a better wintering and spring development of bee colonies with mixed participation of homo- and heterozygotic workers in relation to the bee colonies comprising only homozygotic workers.

Keywords: bee breeds, inbreeding, inbred depression, selection, epidermal colouring, genotype, fenotype.