

ALEKSANDRA MARIA KNOTHE

Zakład Genetyki Stosowanej WSR w Krakowie

BADANIA POPULACYJNO-GENETYCZNE DOTYCZĄCE ZAGADNIENIA ŚRODOWISKA W HODOWLI ZWIERZĄT

W ostatnich latach stało się szczególnie aktualne pytanie: w jakich warunkach środowiskowych powinna być prowadzona praca hodowlana, mająca na celu genetyczną poprawę zwierząt. Na aktualność tego zagadnienia składa się szereg przyczyn.

Kraje przodujące w produkcji materiału hodowlanego dostarczają go różnym rejonom świata. Bydło nizinne wysyłane jest z Holandii do Azji, Afryki oraz do wszystkich krajów europejskich. Hodowcy drobiu w USA sprzedają jednodniówki gospodarstwom reprodukcyjnym w Ameryce Południowej i w Europie. Między warunkami, w jakich produkowany jest materiał hodowlany, a warunkami, w których zostaje on umieszczony po zakupie, istnieją znaczne różnice na skutek innego klimatu, żywienia i pielęgnacji. Powstaje pytanie, czy wyprodukowany materiał hodowlany nadaje się w jednakowy sposób dla wszystkich krajów i rejonów, czy nie należałoby raczej wyselekcjonować specjalnych odmian lub linii dla poszczególnych nisz ekologicznych.

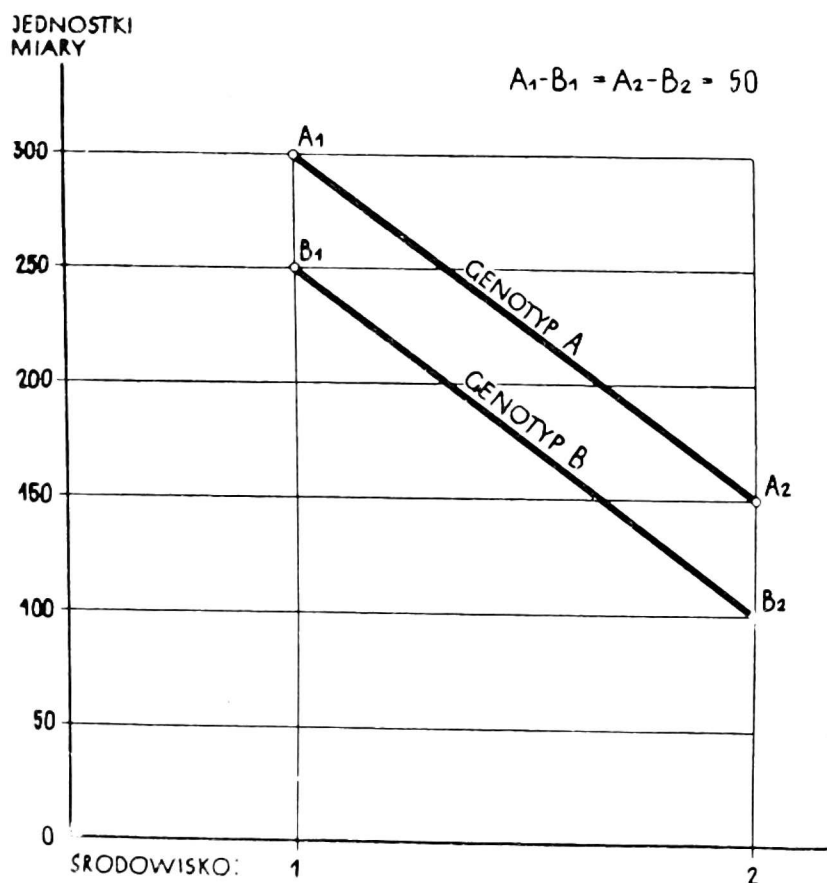
W rejonie o tym samym klimacie mogą być znaczne różnice środowiskowe między stadami w wyniku trzymania zwierząt w różnych pomieszczeniach. Stosowanie na fermach drobiarskich chowu na głębokiej ściółce i w bateriach zmusiło do podjęcia badań nad tym czy pewne rasy lub linie nadają się lepiej do jednego typu pomieszczeń niż do innych typów.

Testowanie rozplodników według potomstwa odbywa się w wielu krajach w specjalnych stacjach oceny. Warunki utrzymania zwierząt w tych stacjach odbiegają znacznie od warunków utrzymania w chowie masowym. Istnieje pytanie, czy ocena przeprowadzona w stacji jest miarodajna dla stad, w których będzie przebywało potomstwo badanych rozplodników.

Wyniki sztucznej inseminacji bydła są zależne od właściwego wyboru buhajów. Rozplodniki mogą być wybierane albo na podstawie wydajności potomstwa w stadach, w których kryły naturalnie, lub na podstawie testowania młodych buhajów przez używanie ich do sztucznej inseminacji w specjalnie wybranych stadach, zwykle o gorszej produkcyjności. Nie

można z góry powiedzieć, czy buhaje wybrane w ten sposób jako najlepsze okażą się nimi istotnie w stadach o innej, na przykład wyższej produktywności.

U podstaw wszystkich przedstawionych tu zagadnień leży problem interakcji między genotypem a środowiskiem. Jeżeli interakcja istnieje, to praca selekcyjna nie może być prowadzona w warunkach odbiegających od tych, w jakich zwierzęta mają być chowane. Dla poszczególnych nisz ekologicznych trzeba wtedy stwarzać odpowiednie ekotypy. Hammond (10) wyraził w 1947 r. pogląd, że selekcja powinna być prowadzona w optymalnych warunkach środowiskowych, umożliwiającą pełne ujawnianie się cechy selekcyjonowanej; osiągnięte w ten sposób wyniki selekcyjne będą również adekwatne dla innych

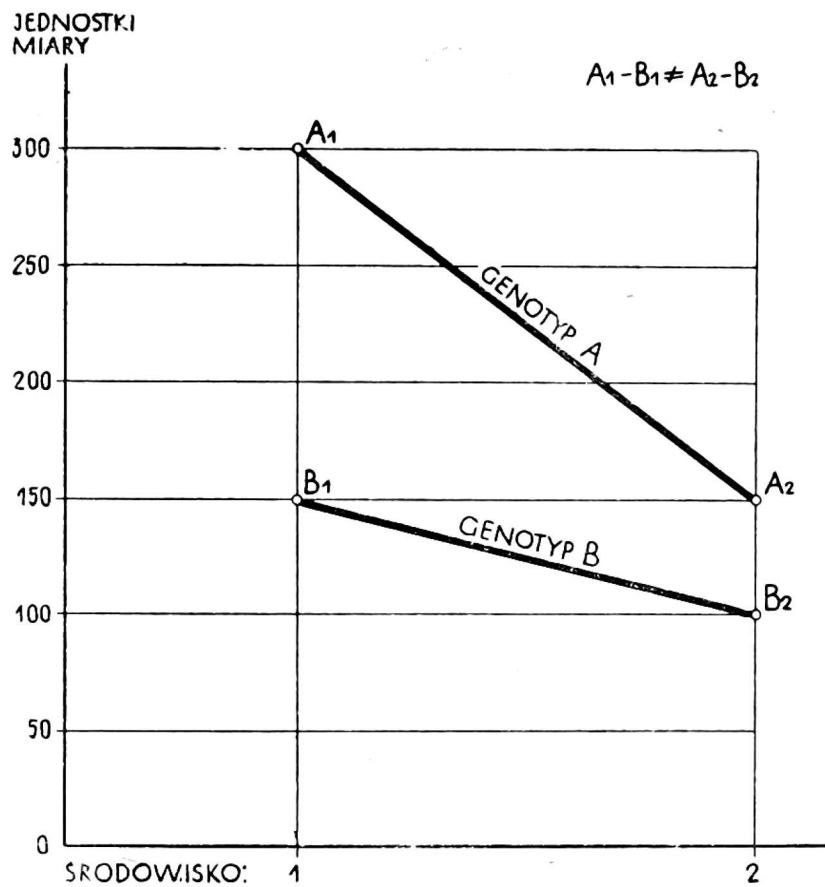


Rys. 1a

warunków środowiskowych. Teza ta wywołała liczne sprzeciwy i kontrowersyjne wypowiedzi wielu badaczy. W tym czasie zarówno Hammond, jak i jego przeciwnicy, nie mieli żadnych dowodów na potwierdzenie słuszności swych poglądów. Pierwsze badania nad wpływem środowiska na selekcję zostały podjęte przez Falconera i Latyszewskiego (6) na myszach, a następnie szereg doświadczeń zostało przeprowadzonych przez różnych badaczy na zwierzętach domowych.

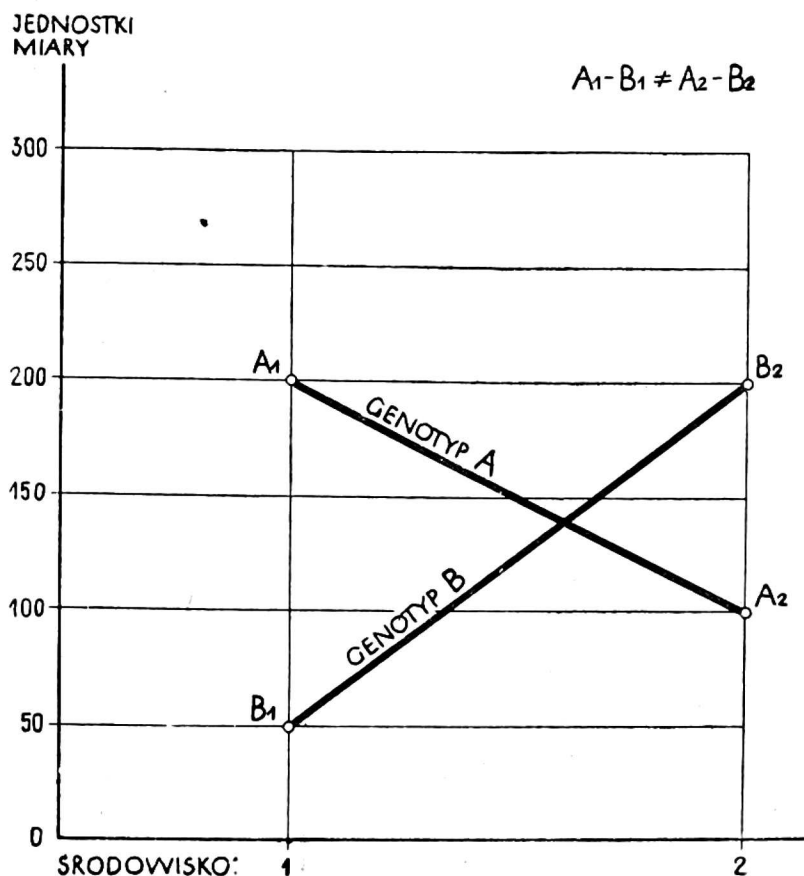
Z teoretycznego punktu widzenia mogą istnieć różne rodzaje wzajemnego oddziaływania środowiska i założeń dziedzicznych. Rys. 1 przedsta-

wia niektóre z nich na przykładzie dwóch genotypów i dwóch różnych środowisk.



Rys. 1b

Rys. 1a ilustruje brak interakcji. Fenotypowe różnice między osobnikami o różnych genotypach są jednakowe, wynoszą bowiem w środowisku



Rys. 1c

1 i 2 tę samą liczbę jednostek: $A_1 - B_1 = A_2 - B_2 = 50$. Wydajność osobników w środowisku 2 jest niższa od wydajności w środowisku 1. Gorsze warunki środowiskowe wpływają na osobniki o różnych genotypach w jednakowy sposób obniżając ich wydajność o tę samą liczbę jednostek. Działanie środowiska i założeń dziedzicznych jest więc addytywne.

Rys. 1b obrazuje interakcję, w której różnice między genotypami są większe w środowisku 1 niż 2. Przy założeniu, że zmienność spowodowana środowiskiem jest w obu wypadkach ta sama, odziedziczalność będzie większa w środowisku 1 niż w 2.

Rys. 1c przedstawia interakcję, w której genotyp A jest lepszy od genotypu B w środowisku 1, lecz gorszy w środowisku 2. Fenotypowe różnice w środowisku 1 wynoszą +150 jednostek, w środowisku 2: —100 jednostek. Działanie środowiska i założeń dziedzicznych nie jest więc addytywne. Wybieranie zwierząt dla środowiska 2 na podstawie ich lepszej od innych wydajności w środowisku 1 jest zupełnie nieuzasadnione.

McBride (2) podał w 1958 r. klasyfikację interakcji zależnie od wielkości różnic występujących między środowiskami i między genotypami (tabela 1).

Tabela 1

Różnice między genotypami istnieją	Typy interakcji	
	Różnice między środowiskami	
	duże (makro)	małe (mikro)
Między populacjami	A	B
W obrębie populacji	C	D

McBride określił jako „małe” różnice środowiskowe występujące między zwierzętami, gdy są one pozornie traktowane w jednakowy sposób; są to więc różnice zasadniczo nieuchwytnie dla człowieka, na które nie ma on żadnego wpływu. Jako przykład mogą służyć różnice środowiskowe powstające w wyniku hierarchii istniejącej między zwierzętami w stadzie. W biologicznych badaniach przyjmuje się na ogół, że interakcje typu B i D (tab. 1), związane z małymi różnicami środowiskowymi, nie istnieją. Interakcja typu A (tab. 1) może zaistnieć, gdy zwierzęta należące do różnych ras są umieszczone w rejonach różniących się znacznie na przykład klimatem. Bydło nizinne czarno-białe z Holandii będzie na pewno miało wyższą wydajność od bydła zebu w warunkach holenderskich, w tropikalnym klimacie wydajność mleczna tego bydła może być jednak niższa od wydajności bydła zebu w wyniku nieprzystosowania do wysokich temperatur. Z interakcją typu C (tab. 1) możemy się na przykład

spotkać przy ocenie rozplodników w stacjach. Buhaj oszacowany jako najlepszy na podstawie potomstwa w stacji może dawać potomstwo gorsze od innych buhajów w warunkach polowych. Interakcje typu A i C (tab. 1) są szczególnie interesujące dla zootechników.

Hodowcy roślin wiedzą, że interakcja typu A (tab. 1) istnieje, wytwarzają bowiem specjalne odmiany roślin dla gleb lekkich lub gleb ciężkich, dla rejonów o dużej lub o małej ilości opadów. Zootechnicy również zakładają, że dla pewnych rejonów, na przykład tropikalnych lub górskich, należy wytworzyć specjalne rasy zwierząt. Według Lush'a (17) słuszność tych poglądów nie jest jednak często niczym udokumentowana. Badania nad różnicami w przydatności kilku ras lub linii dla środowisk różniących się znacznie między sobą były przeprowadzane przede wszystkim na drobiu i na trzodzie chlewnej.

Huston i Joiner (11) badali odporność 3 ras kur: leghornów, plymutrów i hampszirów na wysokie temperatury. Kury rasy leghorn dawały sobie dużo lepiej radę w wysokich temperaturach niż kury pozostałych dwóch ras, które uległy niekorzystnym wpływom środowiska. Ustalono, że istniała interakcja między genotypem a środowiskiem dla wielkości jaj, wagi żywej i ilości pobieranego pokarmu. Wydajność kur rasy leghorn w tych 3 badanych cechach utrzymywała się bowiem na tym samym poziomie w temperaturze umiarkowanej i wysokiej, podczas gdy kury rasy plymutrów i hampszir wykazywały dużo niższą wydajność w wysokiej temperaturze niż w umiarkowanej. Badania Foxa (7) wykazały również interakcję między genotypem a środowiskiem u kur przy stosowaniu dużych różnic w temperaturze pomieszczeń.

Gowe (8) badał produktywność 7 linii białych leghornów w bateriach i na ściółce głębokiej. Odnośnie wagi żywej w marcu i ilości zniesionych jaj 4 linie nadawały się jednakowo dla obydwu warunków chowu, 2 linie nadawały się lepiej do chowu w bateriach niż na głębokiej ściółce, jedna linia nadawała się lepiej do chowu na głębokiej ściółce niż do chowu w bateriach. Autor wyciąga wniosek, że dla badanych przez niego leghornów względna wydajność poszczególnych linii trzymany na głębokiej ściółce nie jest odpowiednim testem dla ich wydajności w bateriach.

Merrit i Gowe (19) badali zachowanie się 8 krzyżówek i 2 czystych ras kur użytkowanych na broilery na 3 fermach różniących się swym położeniem na terenie Kanady, stosujących natomiast identyczne żywienie i pielęgnację. Interakcję znaleziono tylko dla żywej wagi kogutków w wieku 6 tygodni, pomimo że badano aż 10 cech. Autorzy wysuwają wniosek, że wszystkie badane linie nadają się w jednakowy sposób do każdego z badanych rejonów i że nie ma powodu do polecenia którejś z badanych linii do jednego rejonu. Podobne badania przeprowadzono w Szwajcarii (1) nad przydatnością dla poszczególnych rejonów klimaty-

cznych kur z 9 farm prowadzonych od lat jako stada zamknięte. Materiał z niektórych farm nadawał się lepiej dla pewnych rejonów w kraju niż materiał z innych stad, ale różnice między stadami w adaptacji do lokalnych warunków były tak małe, że nie opłacałoby się wytwarzać specjalnych odmian dla poszczególnych rejonów. Koszt wyhodowania takich odmian przekraczałby bowiem zyski osiągnięte z wyższej produkcji.

Identyczne badania zostały przeprowadzone przez Dunlopa (5) nad przydatnością 5 istniejących w Australii odmian owiec rasy merynos dla różnych rejonów tego kraju. Autor brał pod uwagę 11 cech charakteryzujących wełnistą produktyjność owiec. Okazało się, że istotna interakcja istniała między odmianą i rejonem dla prawie wszystkich badanych cech. Interakcja ta nie przekraczała kilku procent ogólnej zmienności, była więc bardzo mała. Wybór jednej odmiany dla któregoś z rejonów wydaje się niczym nie uzasadniony.

Interakcja występująca przy znacznych różnicach między środowiskami oraz różnicach genetycznych istniejących w obrębie populacji (tab. 1 — typ C), interesuje przede wszystkim hodowców prowadzących selekcję w obrębie jednej rasy lub odmiany. Badania z tego zakresu mogą być prowadzone w sposób dynamiczny (6) lub statyczny. Pierwszy z nich polega na prowadzeniu selekcji przez kilka lub kilkanaście pokoleń w dwóch różnych warunkach środowiskowych, a następnie przesunięciu części zwierząt z jednego środowiska do drugiego celem odpowiedniego porównania wyników selekcji. Ten sposób prowadzenia badań jest oczywiście najśluszniejszy, choć ze względu na swą długotrwałość i kosztowność rzadko stosowany. Statyczny sposób prowadzenia badań polega na porównaniu między sobą kilku rodzin, na przykład potomstwa po kilku rozplodnikach, równocześnie w różnych warunkach środowiskowych. W związku z testowaniem rozplodników według potomstwa prace z tego zakresu były, jak dotąd, prowadzone przede wszystkim na bydło.

Przy testowaniu rozplodników istnieją dwa zagadnienia:

- 1) czy uszeregowanie rozplodników według ich wartości hodowlanej jest takie samo w różnych warunkach środowiskowych;
- 2) czy różnice genetyczne między rozplodnikami są łatwiejsze do uchwycenia w korzystnych warunkach środowiskowych niż w niekorzystnych.

Badania nad testowaniem buhajów w stadach o różnym poziomie produkcji (którą przyjęto jako wyraz różnic środowiskowych między gospodarstwami) prowadzone były przez Cartera (4), Burdicka i McGilliarda (3), Kormana (14), Legates i in. (15), Masona i Robertsona (18), Robertsona i in. (22).

Carter (4) posiadał dane o 33 buhajach rasy nizinnej czarno-białej, z których każdy miał 100 córek w stadach o różnym poziomie produkcji.

Stada podzielono na 5 grup, zależnie od wysokości produkcji, przy czym różnica między skrajnymi grupami wynosiła 162 kg tłuszczu. W każdej grupie gospodarstwa przeprowadzono osobno wycenę buhajów wg ilości kg tłuszczu ich córek. Autor uzyskał bardzo wysoką korelację między wyceną tych samych buhajów w różnych grupach gospodarstw, a więc wycena wartości hodowlanej buhaja nie zależała od poziomu produkcji stad, w których znajdowały się jego córki. Podobny wniosek został wyciągnięty przez Legatesa i in. (15) na podstawie badań przeprowadzonych na potomstwie 2536 buhajów. Burdick i McGilliard (3) prowadzili badania nad wyceną buhajów w stadach różniących się między sobą poziomem produkcji, lokalizacją w stanie Michigan, sposobem trzymania zwierząt w pomieszczeniach oraz umiejętnością hodowców w prowadzeniu stad. Uszeregowanie buhajów według ich wartości hodowlanej było niezależne od wpływu rozpatrywanych w tej pracy czynników środowiskowych.

Robertson i in. (22) prowadzili badania nad wyceną buhajów używanych do sztucznej inseminacji w Anglii. Każdy z buhajów został wyceniony metodą porównania córek z rówieśnicami trzykrotnie, to jest w stadach o niskiej, średniej i wysokiej produkcji mleka. Korelacja między wartością hodowlaną buhajów w stadach o różnym poziomie produkcji była zbliżona do jeden. Odziedziczalność wydajności mlecznej była ta sama we wszystkich 3 grupach stad, tym samym stada o wysokiej produktywności nie nadawały się lepiej do testowania buhajów od stad o średniej lub niskiej produktywności. Podobny wniosek wysunął Johansson (13), gdyż w badanych przez niego stadach współczynniki odziedziczalności procentu tłuszczu, wydajności mlecznej i ilości kg tłuszczu były identyczne. W optymalnych warunkach środowiskowych genetyczne różnice między zwierzętami nie ujawniały się więc wyraźniej niż w gorszych warunkach środowiskowych. Wyniki otrzymane przez Masona i Robertsona (18) na bydle w Danii nie pokrywają się z wynikami otrzymanymi przez Robertsona i in. (22) w Anglii. Mason i Robertson (18) otrzymali co prawda wysoką korelację między oceną tych samych buhajów w stadach różniących się warunkami środowiskowymi, ale odziedziczalność była dużo wyższa w stadach o wysokiej produktywności niż w stadach o niskiej produktywności. Oznacza to, że różnice genetyczne były łatwiejsze do uchwycenia w stadach o lepszych warunkach środowiskowych.

Kilka prac badawczych zostało, jak dotąd, poświęconych porównaniu wyceny hodowlanej rozplodników w specjalnych stacjach oceny oraz w stadach produkcyjnych. Robertson i Mason (21) porównali wycenę 62 buhajów w stacjach w Danii z ich wyceną polową. Zgodność wyceny tych buhajów była bardzo mała, gdyż współczynniki regresji wynosiły dla wydajności mlecznej $b = 0,16$ i $b = 0,21$, a dla procentu tłuszczu $b = 0,46$ i $b = 0,50$; odpowiednie współczynniki korelacji wynosiły $r = 0,31$ i $r =$

= 0,37 dla wydajności mlecznej oraz $r = 0,57$ i $r = 0,67$ dla procentu tłuszczu. Zmienność między potomstwem po poszczególnych buhajach była dużo większa w stacjach niż w stadach produkcyjnych. Zastanawiający jest bardzo niski współczynnik regresji ($b = 0,21$) dla wyceny buhajów w stacjach i w stadach o wysokiej produktywności, które nie różnią się od nich poziomem produkcji. Trzeba również zaznaczyć, że w Danii stacje oceny buhajów prowadzone są przez wyrażających na to zgodę rolników w ich własnych gospodarstwach, a nie w specjalnie w tym celu tworzonych obiektach. Robertson i Mason (21) starają się tłumaczyć niską współzależność między wycenami dwiema przyczynami:

1) nie losowym rozmieszczeniem córek po jednym ojcu w pomieszczeniach na stacji, a tym samym obsługiwaniem córek po różnych buhajach przez różnych ludzi;

2) nie jednakowym reagowaniem potomstwa po poszczególnych buhajach na ciągle niepokojenie zwierząt przez dużą liczbę osób zwiedzających stacje oceny.

Podane przyczyny wymagają jednak dalszego zbadania.

Touchberry i in. (23) przeprowadzili w 1960 r. powtórnie badania nad wyceną buhajów w Danii na podstawie danych o 305 buhajach. Współczynniki odziedziczalności wydajności mlecznej wynosiły w stacjach: $h^2 = 0,66$, a w stadach: $h^2 = 0,29$ i $h^2 = 0,23$; dla procentu tłuszczu $h^2 = 0,61$ w stacjach, a w stadach: $h^2 = 0,27$ i $h^2 = 0,22$. Tak wysokie współczynniki odziedziczalności otrzymane w stacjach są według autorów obarczone błędem na skutek różnic środowiskowych istniejących między potomstwem po poszczególnych ojcach. Różnic tych nie można było oddzielić przy szacowaniu odziedziczalności od różnic genetycznych, co przyczyniło się do otrzymania wysokich współczynników odziedziczalności. Korelacje genetyczne między testem w stacji a testem polowym okazały się stosunkowo niewysokie: 0,69 dla mleka i 0,75 dla procentu tłuszczu. Natomiast korelacje między dwiema niezależnie wykonanymi ocenami tych samych buhajów w warunkach polowych okazały się wysokie: 0,94 dla mleka i 0,92 dla procentu tłuszczu. Autorzy tłumaczą, podobnie jak Robertson i Mason (21), brak zgodności między oceną buhajów w stacjach i w stadach grupowym trzymaniem córek po jednym ojcu w stacjach oceny.

Zagadnieniem oceny knurów w stacjach i w terenie zajmowali się Hale i Coey (9). W stacjach żywienie zwierząt odbywa się *ad libitum*, podczas gdy w terenie mamy do czynienia z ograniczonym żywieniem. W doświadczeniu przeprowadzonym na 115 miotach, w którym 2 osobniki z miotu przebywały na ograniczonym żywieniu, a dwa osobniki na żywieniu *ad libitum*, nie znaleziono interakcji między genotypem a środowiskiem. Sposób żywienia w stacjach nie miał więc ujemnego wpływu na wybór właściwych knurów do hodowli. Autorzy zastrzegają się jednak, że trzeba

się z tym liczyć, iż prowadzenie selekcji przez dłuższy czas w odmiennych warunkach środowiskowych może wpłynąć na wystąpienie interakcji między genotypem a środowiskiem.

Z prac nad interakcją typu C (tab. 1) interesujące są, w porównaniu z doświadczeniem przeprowadzonym przez Gowe (8), badania Lowry i in. (16) nad trzymaniem kur będących pełnym rodzeństwem na ściółce głębokiej i w bateriach. W obserwacjach prowadzonych przez 4 lata nie znaleziono interakcji między genotypem a środowiskiem; kury wyselekcjonowane na głębokiej ściółce lub też w bateriach nadawały się jednako dobrze dla obydwóch warunków środowiskowych.

W Polsce badania nad interakcją między genotypem a środowiskiem prowadzone były przez Jełowicką (12) i Radomską (20). Jełowicka (12) otrzymała zgodność oceny knurów według potomstwa w dwóch różnych warunkach utrzymania i pielęgnacji. Radomska (20) otrzymała dużą zgodność między wyceną tryków według potomstwa w stacjach i w macierzystych stadach zarodowych. Interakcja wystąpiła jedynie w zakresie rozwoju somatycznego tryczków do 6 miesięcy i jagniczek do 12 miesięcy oraz grubości wełny drugiej strzyży.

Przedstawione badania populacyjno-genetyczne nad zagadnieniem środowiska w hodowli zwierząt nie obejmują oczywiście wszystkich prac z tego zakresu. Żadna z przedstawionych prac nie zajmuje się również genetycznym mechanizmem powstawania interakcji. Na podstawie dotychczas przeprowadzonych badań nie da się też ustalić żadnej prawidłowości w występowaniu interakcji między genotypem a środowiskiem. Dla każdego nowego układu genotypów i środowisk trzeba osobno ustalać sposób ich współdziałania; wnioski wyciągnięte a priori z prac wykonanych na ten temat mogą prowadzić do zupełnie mylnych wyników.

Wydaje się, że w Polsce badaniom nad środowiskiem w pracy hodowlanej powinno się poświęcić szczególnie dużo uwagi, gdyż warunki chowu w różnych typach gospodarstw, jak i warunki klimatyczne w poszczególnych rejonach kraju, różnią się znacznie między sobą. Sposób prowadzenia tych badań powinien być jednak dostosowany do naszych warunków w kraju.

LITERATURA

1. Abplanalp H., Menzi M. — 1961. *British Poultry Sci.*, vol. 2, nr 2 : 71.
2. McBride G. — 1958. *Animal Breeding Abstracts*, 26 : 349—359.
3. Burdick J. M., McGilliard D. — 1963. *J. Dairy Sci.*, Vol. 46 : 452—458.
4. Carter W. — 1962. *Sires in selected herds*. Cornell University Ithaca.
5. Dunlop A. A. — 1962. *Austr. J. Agr. Sci.*, Vol. 13, nr 3 : 503.
6. Falkoner D. S., Latyszewski M. — 1952. *J. Genet.* 51 : 67—80.
7. Fox T. H. — 1951. *Poultry Sci.* 30 : 477—483.

8. G o w e R. S. — 1956. Poultry Sci. Vol. 35 No 2 : 430.
9. H a l e R. W., C o e y W. E. — 1963. J. Agric. Sci. 61 : 81.
10. H a m m o n d J. — 1947. Biol. Rev. 22 : 195.
11. H u s t o n T. M., J o i n e r W. P. — 1957. Poultry Sci. 36 : 1128—1129.
12. J e ł o w i c k a J. — 1962. Roczniki Nauk Rolniczych, t. 78, seria B-4.
13. J o h a n s s o n I. — 1953. Acta Genet. 4 : 221.
14. K o r m a n N. — 1953. Z. Tierz. u. Züchtungsbiol. 61 : 375.
15. L e g a t e s J. E., V e r l i n d e n F. J., K e n d r i c k J. F. — 1956. J. Dairy Sci. Vol. 39 : 1055—1063.
16. L o w r y D., L e r n e r M., T a y l o r L. — 1956. Poultry Sci., Vol. 35 : 1035.
17. L u s h J. L. — 1960. Genetic environmental interaction. Referat wygłoszony na zjeździe Oklahoma State University.
18. M a s o n I. L., R o b e r t s o n A. — 1956. J. Agr. Sci. 47 : 367.
19. M e r r i t E. S., G o w e R. S. — 1956. J. Agr. Sci., 36 : 72—80.
20. R a d o m s k a M. — 1964. Studia porównawcze nad niektórymi metodami oceny tryków na podstawie potomstwa. Dział Wydawnictw SGGW.
21. R o b e r t s o n A., M a s o n I. L. — 1956. J. Agr. Sci., 47, 4 : 376.
22. R o b e r t s o n A., O' C o n n o r L. K., E d w a r d s J. — 1960. Animal Production, Vol. 2 : 141.
23. T o u c h b e r r y R. W., R o t t e n s t e n K., A n d e r s e n H. A. — 1960. J. Dairy Sci. 43 : 529.