

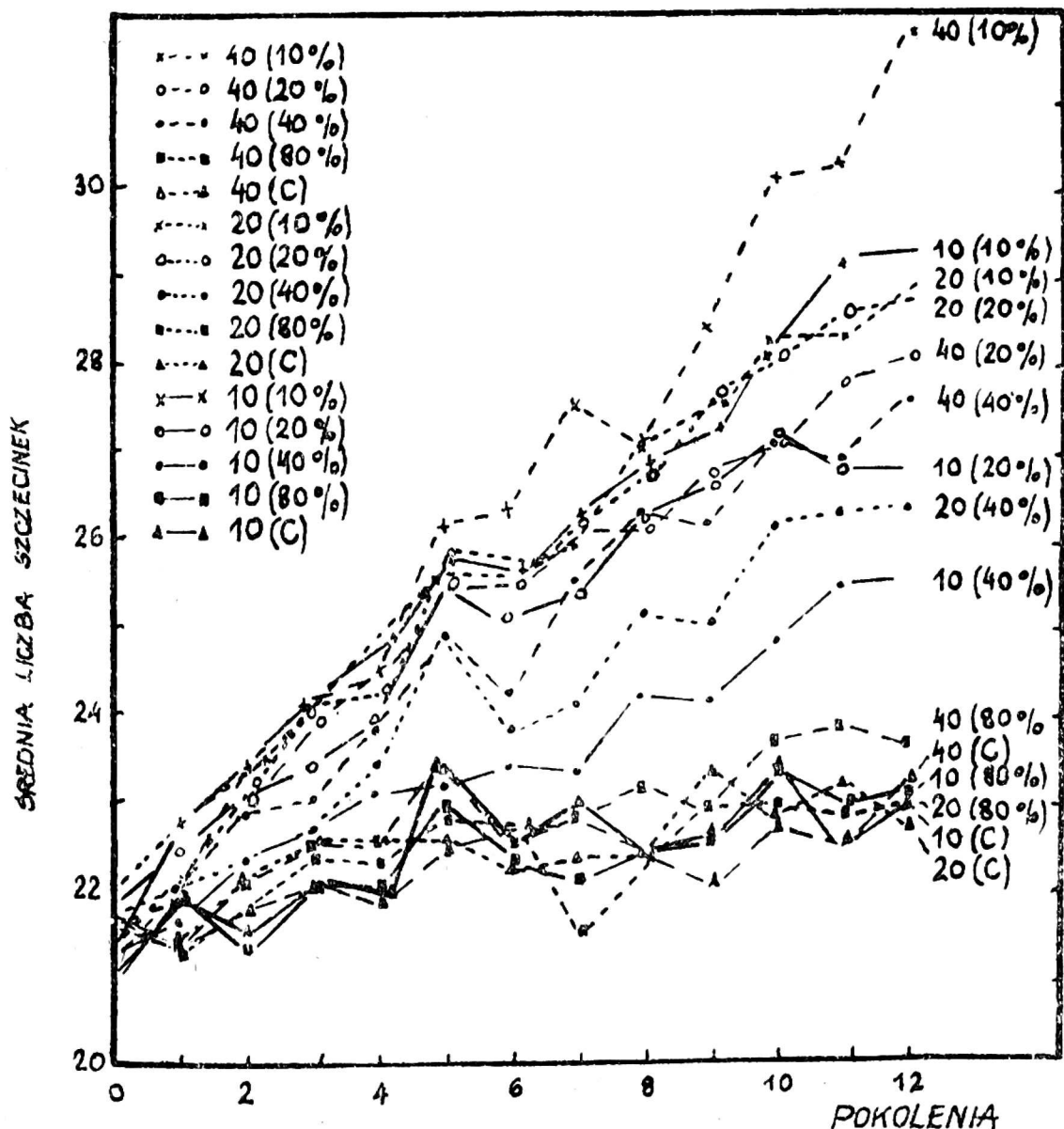
MIROSŁAW KOWNACKI

Instytut Genetyki i Hodowli Zwierząt Polskiej Akademii Nauk w Jastrzębcu

ZNACZENIE WIELKOŚCI SELEKCYJONOWANEJ POPULACJI  
W HODOWLI ZWIERZĄT

W literaturze spotyka się wiele teoretycznych badań na temat efektywności selekcji w zależności od wielkości populacji. Zagadnieniem tym zajmowali się czołowi genetycy tacy jak: Robertson [14], James [8, 9], Kojima [10], Hill [7], Hedrick [6] i wielu innych.

Spotyka się natomiast niewiele badań eksperymentalnych, poświęconych temu zagadnieniu. Frankham i wsp. [4] po raz pierwszy zbadali



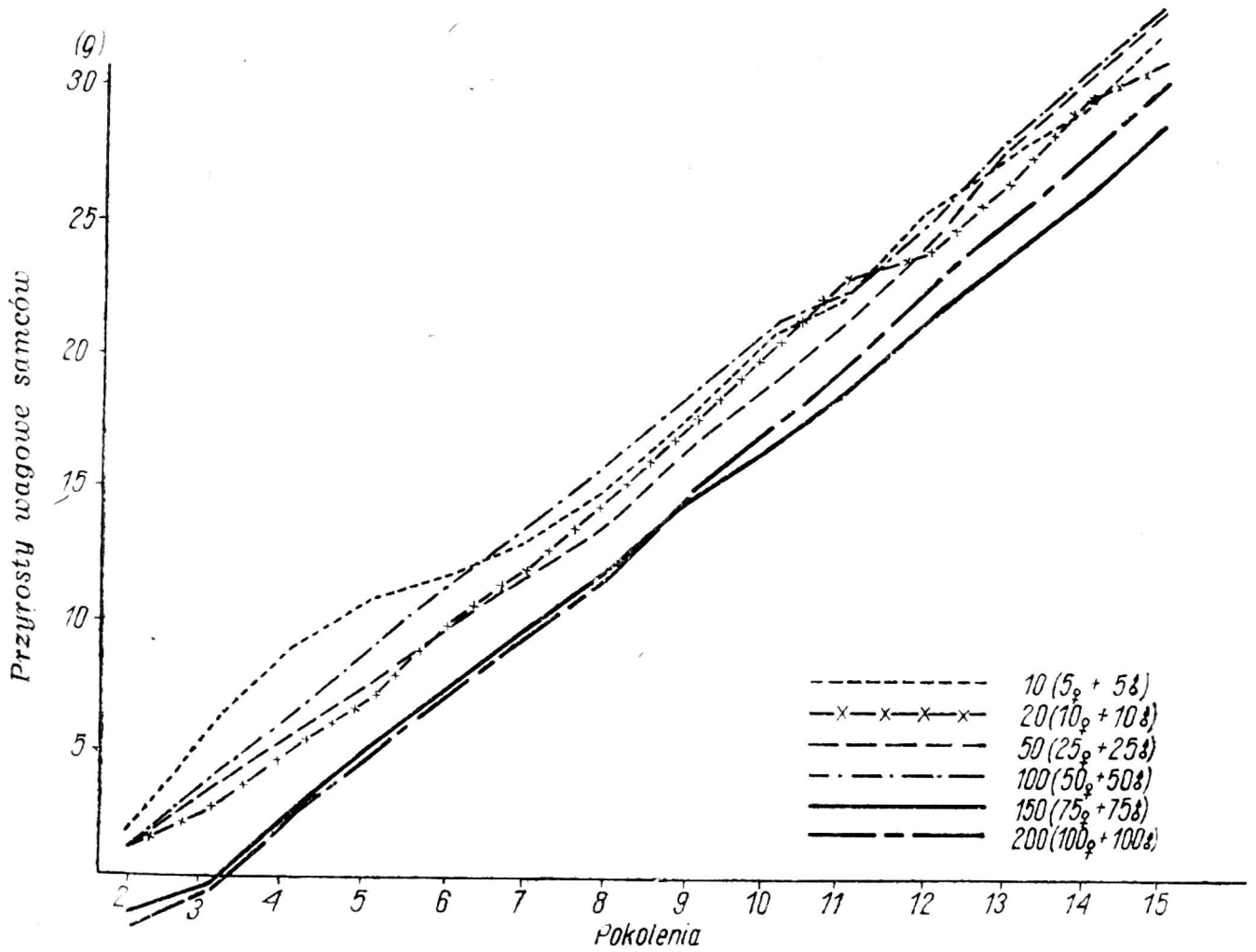
Rys. 1. Reakcja na selekcje [4]

efektywność selekcji w zależności od wielkości populacji, na licznych materiale, posługując się *Drosophila*. Analizowali oni efekty selekcji w populacjach zawierających 10, 20 i 40 par rodzicielskich i stosowali intensywność selekcji: 10%, 20%, 40% i 80%. W grupie kontrolnej nie stosowano selekcji (losowy wybór do kojarzeń). Autorzy prowadzili selekcję przez 12 pokoleń i stwierdzili, że im większa populacja i intensywność selekcji tym większa reakcja na selekcję (rys. 1). Podobne wyniki otrzymali Hanrahan i wsp. [5], selekcjonując myszy na przyrosty wagowe przez 14 pokoleń. Selekcję prowadzili jednak w małych populacjach, składających się z następującej liczby par rodzicielskich: 1, 2, 4, 8 i 16, zaś intensywność selekcji wynosiła 25%, 50% i 100% w linii kontrolnej. Podobnie jak w poprzednio cytowanych badaniach, wraz ze wzrostem populacji i intensywności selekcji reakcja na selekcję wzrastała. Autorzy uważają, że szczególnie w małych populacjach dryft genetyczny powoduje redukcję reakcji na selekcję i zmniejsza powtarzalność wyników.

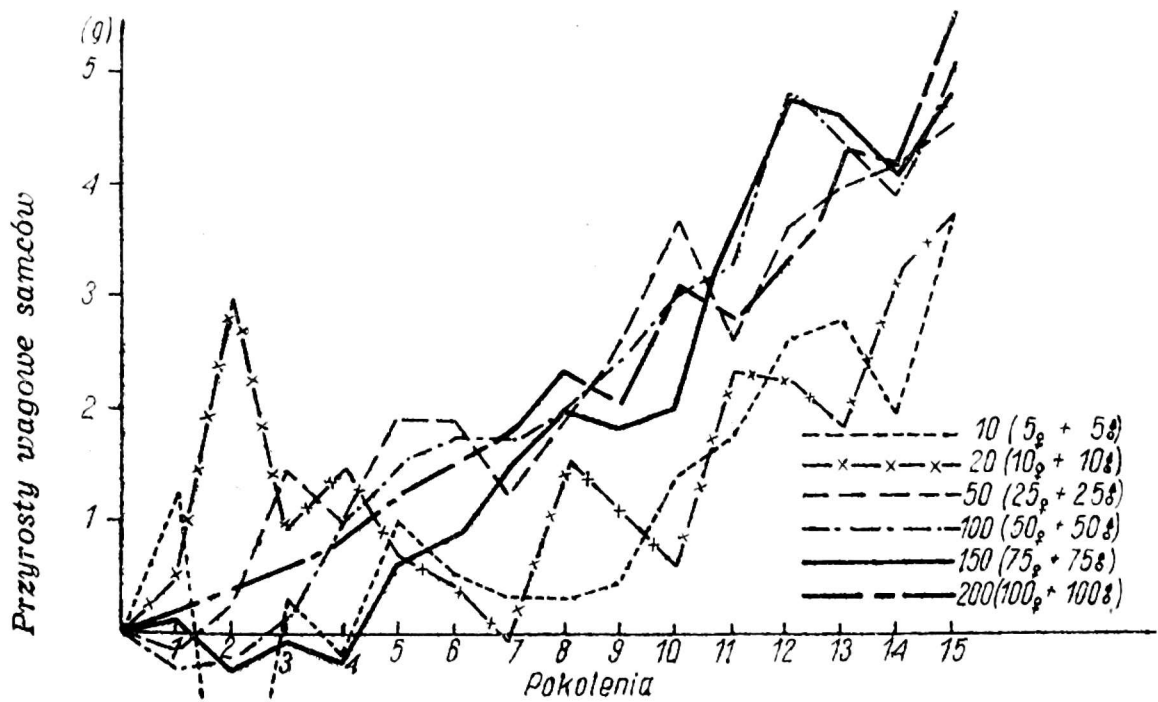
Badania własne [12] zostały przeprowadzone na bardzo licznych materiale zwierząt laboratoryjnych. Selekcjonowano myszy na przyrosty wagowe przez 15 pokoleń w populacjach następującej wielkości: 10 ( $5\sigma + 5\phi$ ), 20 ( $10\sigma + 10\phi$ ), 50 ( $25\sigma + 25\phi$ ), 100 ( $50\sigma + 50\phi$ ), 150 ( $75\sigma + 75\phi$ ), 200 ( $100\sigma + 100\phi$ ). We wszystkich populacjach stosowano tą samą intensywność selekcji, a mianowicie do reprodukcji w każdym pokoleniu zostawiono tę samą liczbę osobników. W ten sposób wielkość populacji pozostawała niezmienną w okresie całego doświadczenia. Z przeprowadzonych badań wynika, że nie można statystycznie udowodnić wpływu wielkości populacji na selekcyjną różnicę (rys. 2), zaś istnieje duży i istotny wpływ wielkości populacji na końcowy efekt prowadzonej selekcji (rys. 3). Analiza wariancji (tab. 2) wykazuje, że w 15 pokoleniu istnieje statystycznie istotny wpływ wielkości populacji zarówno na przyrosty wagowe jak i na ciężary myszy w wieku 21 i 42 dni. Stwierdzono również wysokoistotny wpływ selekcji i płci oraz pewne interakcje.

Wyniki zawarte w tabeli 1, wskazują na wyraźny wpływ wielkości populacji na średnią reakcję na selekcję. Jakkolwiek współzależność między wielkością populacji a średnią reakcją na selekcję nie jest regularna, na co niewątpliwie wywarł wpływ dryft genetyczny, to jednak między najmniejszą i największą populacją są bardzo duże różnice.

Zarówno Frankham i wsp. [4] oraz Hanrahan i wsp. [5] wykazują, że wraz ze wzrostem populacji wzrasta również realizowana odziedziczalność. W badaniach własnych [12] nie stwierdzono statystycznie istotnego wpływu wielkości populacji na realizowaną odziedziczalność i na realizowane korelacje między przyrostami wagowymi a ciężarami myszy w wieku 21 i 42 dni. Mimo że statystycznie nie udowodniono wpływu wielkości populacji na realizowaną odziedziczalność przyrostów wagowych,



Rys. 2. Kumulatywna różnica selekcyjna (badania własne)



Rys. 3. Reakcja na selekcję (badania własne)

Tabela 1

*Średnia reakcja na selekcję  
(badania własne)*

Wielkość populacji (liczba rodziców)	Ciężary w wieku		Przyrosty wagowe od 21 do 42 dnia
	21 dni	42 dni	
10	0,33	1,44	1,10
20	0,83	2,02	1,35
50	0,79	3,11	2,32
100	0,76	2,92	2,15
150	0,73	2,93	1,96
200	0,98	3,12	2,16

Tabela 2

*Analiza zmienności dla przyrostów wagowych i ciężarów myszy  
w wieku 21 i 42 dni w 15 pokoleniu (badania własne)*

Źródło zmienności	Stopnie swobody	Średnie kwadraty		
		przyrosty wagowe	ciężary w wieku	
			21 dni	42 dni
Wielkość popu- lacji (P)	5	4,293 *	6,730 **	17,468 *
Selekcja (T)	1	287,120 ***	65,685 ***	627,938 ***
Płeć (S)	1	173,166 ***	2,618 ***	218,160 ***
P × T	5	1,506	0,300	1,174
P × S	5	1,651 *	0,130	1,494 ***
T × S	1	1,649	0,108	5,031 ***
P × T × S	5	0,047	0,030	0,263
Powtórzenia wewnątrz				
P × T (R/PT) +	24	1,547	1,706	5,120
S × R (PT) ++	24	0,460	0,115	0,221

+ Błąd dla P, T i P × T  
++ Błąd dla innych źródeł

\* Istotność różnic przy poziomie  $< 0,05$   
\*\* Istotność różnic przy poziomie  $< 0,01$   
\*\*\* Istotność różnic przy poziomie  $< 0,001$

to jednak zawarte w tab. 3 wyniki (szczególnie samce i samice) wskazują na pewien wzrost realizowanej odziedziczalności wraz ze wzrostem populacji. Stwierdzono natomiast wysoko istotny wpływ wielkości populacji na kumulatywną realizowaną odziedziczalność i na kumulatywne realizowane genetyczne korelacje między przyrostami wagowymi a ciężarami w wieku 21 i 42 dni (tab. 4). Nie stwierdzono natomiast żadnego związku między wielkością populacji a odziedziczalnością cech, szacowaną metodą regresji rodzic-potomstwo.

Tabela 3

Realizowana odziedziczalność przyrostów wagowych myszy (badania własne)

Wielkość populacji (liczba rodziców)	Samice $h^2_r$	Samce $h^2_r$	Samice + samce $h^2_r$
10	0,14	0,11	0,095
20	0,03	0,06	0,087
50	0,15	0,12	0,163
100	0,16	0,15	0,147
150	0,19	0,18	0,161
200	0,14	0,14	0,199

Tabela 4

Analiza zmienności kumulowanej realizowanej odziedziczalności dla przyrostów wagowych i kumulowane realizowane genetyczne korelacje między przyrostami wagowymi i ciężarami w wieku 21 i 42 dni (badania własne)

Źródło zmienności	Stopnie swobody	Średni kwadrat			
		odziedziczalność przyrostów wagowych	genetyczna korelacja		
			ciężary w wieku		
			21 dni	42 dni	
Generacje (G)	13	0,31	14,25	9,66	
liniowe ( $G_1$ )	1	0,17	2,00	2,86	
kwadratowe ( $G_q$ )	1	0,14	2,15	9,30	
reszta ( $G_r$ )	11	0,34	16,37	10,32	
Wielkość populacji (P)	5	1,03 **	36,17 **	51,60 **	
Płeć (S)	1	0,20 *	2,94	0,39	
$G \times P$	65	0,70 **	13,39	23,24	
$G_1 \times P$	5	2,96 *	22,37	108,40	
$G_q \times P$	5	2,75 *	6,43	112,20	
$G_r \times P$	55	0,31	13,21	7,40	
$G \times S$	13	0,01	0,80	1,33	
$G_1 \times S$	1	0,00	0,74	0,66	
$G_q \times S$	1	0,00	0,20	0,28	
$G_r \times S$	11	0,02	0,85	1,49	
$P \times S$	5	0,14 *	1,92	0,50	
$G \times P \times S$	65	0,07 **	4,55	2,43	
Powtórzenia wewnątrz					
P (R/P)	12	0,07	3,21	4,27	
$G \times R/P$	156	0,32	29,40	20,70	
$G_1 \times R/P$	12	0,89	100,70	85,76	
$G_q \times R/P$	12	0,66	88,87	45,95	
$G_r \times R/P$	132	0,37	33,31	23,46	
$S \times R/P$	12	0,03	9,52	7,64	
$G \times S \times R/P$	156	0,03	6,90	3,94	

\* Istotność różnic przy poziomie P 0,05

\*\* Istotność różnic przy poziomie P 0,01

Warto również podkreślić, na co zwraca uwagę Enfield [1], że w małych populacjach szybko występuje selekcyjny limit i selekcja staje się nie skuteczna.

Jakkolwiek zarówno badania teoretyczne, oparte na symulowanych populacjach, jak i badania oparte na eksperymentach, wykazują wyraźny wpływ wielkości populacji na efektywność selekcji, to jednak w wielu jeszcze krajach pokutuje zwyczaj ograniczania działalności hodowlanej do niewielkiej populacji zwierząt zarodowych. Czasem niewielkie stada zarodowych decydują o postępie hodowlanym całej rasy. Można również spotkać tego rodzaju paradoks, że zwierzęta hodowlane posiadają głęboki rodowód, a charakteryzują się niższą produkcją od zwierząt znajdujących się w dobrych stadach produkcyjnych.

Mac Iver [13], obserwując małe zamknięte hodowle zarodowych świń, doszedł do wniosku, że sukces małych hodowli polega głównie na doskonałym utrzymaniu, żywieniu i pielęgnacji zwierząt, nie zaś na wyższości ich genotypu. W małych zamkniętych hodowlach trudno jest otrzymać duży postęp genetyczny, a dobre efekty produkcyjne są uwarunkowane czynnikami środowiskowymi, a więc niedziedzicznymi.

W tym zjawisku kryje się tajemnica niepowodzeń wielu stad produkcyjnych, zaopatrujących się w materiał pochodzący z małych zamkniętych hodowli zarodowych. Należy przy tym podkreślić, że zwierzęta przenoszone z dobrych warunków środowiskowych, do warunków znacznie gorszych, są ponadto narażone na ujemne oddziaływanie genotypu i środowiska. Jak wiadomo [2, 3, 11] nie ma zwierząt o uniwersalnych genotypach, a szczególnie źle reagują zwierzęta przy zmianie dobrego środowiska na znacznie gorsze.

## LITERATURA

1. Enfield F.D.: Recurrent selection and response plateaus. I-st World Congress on Genetics Applied to Livestock Production. Vol. I: 365—371, 1974 (Madyt).
2. Falconer D.S., Latyszewski M.: The environment in relation to selection for size in mice. *J. Genet.* 51: 67—80, 1952.
3. Fowler S.H., Ensminger M.E.: Interaction between genotype and plane of nutrition in selection for rate of gain in swine. *J. Anim. Sci.* 19: 434—449, 1960.
4. Frankham R., Jones L.P., Barker J.S.F.: The effects on population size and selection intensity in selection for a quantitative character in *Drosophila*. *Genet. Res. Camb.* 12(3): 234—248, 1968.
5. Hanrahan J.P., Eisen E.J., Legates J.E.: Effects of population size and selection intensity of short-term response to selection for postweaning gain in mice. *Genetics* 73(3): 513—530, 1973.
6. Hedrick P.W.: Selection in finite populations. *Genetics* 65(1): 157—182, 1970.
7. Hill W.D.: On the theory of artificial selection in finite population. *Genet. Res. Camb.* 13: 143—163, 1969.
8. James J.W.: Selection from one or several population. *Australian Journal of Agricultural Research* 17: 583—589, 1966.
9. James J.W.: The founder effect and response to artificial selection. *Genet. Res. Camb.* 16: 241—250, 1971.
10. Kojima K.: Effects of dominance and size of population on response to mass selection. *Genet. Res. Camb.* 2: 177—188, 1961.
11. Korkman N.: Selection for size in mice in different nutritional environments. *Hereditas* 47: 343—356, 1961.
12. Kownacki M., Żuk B., Sasorska K.: Population size and response to selection for postweaning weight gain in mice. *Genetics* (w druku).
13. Mac Iver R.M.: Response to within-family selection in a small closed pig herd. *Anim. Prod.* 13: 245—255, 1971.
14. Robertson A.: A theory of limits in artificial selection. *Proc. Royal Soc. London* 13, 153: 134—249, 1960.