

Wpływ selekcji w kierunku zwiększonej masy ciała na rozwój zarodkowy w dwóch pierwszych dobach inkubacji przepiórki japońskiej (*Coturnix japonica*)

Beata Grzegorzółka¹, Elżbieta Michalska²

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Katedra Genetyki i Ogólnej Hodowli Zwierząt,
Zakład Metod Doskonalenia Zwierząt,
ul. Ciszewskiego 8, 02-786 Warszawa;
¹grzeg@alpha.sggw.waw.pl ²emichalska@alpha.sggw.waw.pl

Określono masę jaja oraz stopień rozwoju zarodkowego po 24 i 48 godzinach inkubacji 426 jaj przepiórek japońskich, pochodzących z trzech linii selekcyjnych w kierunku zwiększonej masy ciała w 28. dniu życia (grupa S) oraz trzech linii kontrolnych (grupa K). Przy określaniu stopnia zaawansowania rozwoju zarodków kierowano się zmodyfikowaną klasyfikacją stadiów zarodkowych przepiórki japońskiej, według Zacchei [17]. Średnia masa jaja w grupie S była o 0,697 g wyższa niż w grupie K (różnica nieistotna), stwierdzono natomiast istotne zróżnicowanie między liniami oraz wysoko istotne między samicami. Stopień zaawansowania rozwoju zarodkowego po 24 h inkubacji wyniósł przeciętnie 4,30 pkt. w grupie S i 4,73 pkt. w grupie K, natomiast po 48 h odpowiednio: 12,27 i 12,58 pkt. Istotne różnice wystąpiły jedynie między liniami w obrębie grup S i K w 24 godzinie inkubacji oraz wysoko istotne różnice między samicami w obu obserwowanych terminach. Podobieństwo (t) stopnia rozwoju zarodkowego w kolejnych jajach danej samicy było niewielkie.

SŁOWA KLUCZOWE: przepiórka japońska / selekcja / masa ciała / rozwój zarodkowy

Selekcji prowadzonej w kierunku zwiększonej masy ciała różnych gatunków ptaków mogą towarzyszyć zmiany, między innymi w cechach jaja lub rozwoju pre- czy postnatalnym potomstwa. Wyniki długotrwałej selekcji przepiórki japońskiej, prowadzonej w kierunku zwiększonej masy ciała w wieku 4. tygodni [11, 12], wskazują, że samice pochodzące z linii selekcyjnych znoszą jaja o większej masie. Potwierdzają to badania na indykach selekcyjnych na zwiększoną masę ciała w wieku 16 tygodni [14], w przypadku których wzrost masy jaja spowodowany był zwiększoną zawartością białka.

Niektórzy autorzy wskazują również na zależność występującą między selekcją prowadzoną w kierunku zwiększonej masy ciała w okresie postnatalnym a opóźnieniem rozwoju w okresie embriogenezy. Obniżenie tempa wczesnego rozwoju zarodkowego obserwowano u indyków [9]. W badaniach nad kurami [3, 13] wystąpiło opóźnienie rozwoju zarodkowego linii ciężkich w pierwszych dniach inkubacji, a następnie wyraźny wzrost masy zarodka w późniejszym etapie embriogenezy.

Jak wynika z badań na liniach przepiórki japońskiej, utrzymywanych z unikaniem inbrodu [7] oraz na liniach rozbieżnie selekcyjowanych na kształt krzywej wzrostu piskląt po wykluciu [6], tempo rozwoju embrionalnego w pierwszych dobach inkubacji cechuje duże zróżnicowanie. Podobne zjawisko obserwowano również w liniach zimbredowanych kur [10]. Według niektórych autorów [5, 15] przyczyn tej zmienności należy upatrywać w czynnikach środowiskowych determinowanych przez samicę, takich jak zawartość składników odżywczych w jajach i wielkość jaja. Jednak Al-Murani [1] wykazał, że masa jaja u kur mięsnych miała istotny wpływ dopiero po 14. dniu inkubacji. Nie bez znaczenia na rozwój embrionalny ma też podłoże genetyczne linii, wpływające na różnice w wielkości jaj [10].

Przeprowadzone doświadczenie miało na celu określenie różnic w stopniu zaawansowania wczesnego rozwoju zarodkowego przepiórki japońskiej między trzema liniami selekcyjowanymi w kierunku zwiększonej masy ciała piskląt w 28. dniu życia oraz trzema liniami kontrolnymi.

Materiał i metody

Materiał badawczy stanowiły zapłodnione jaja pochodzące od samic sześciu linii doświadczalnych. W trzech liniach (S1, S2 i S3) prowadzona jest od 7. pokoleń selekcja wewnątrzrodzinowa w kierunku zwiększenia masy ciała w 28. dniu życia, trzy pozostałe to prowadzone równolegle linie kontrolne (K1, K2 i K3), z losowym wyborem rodziców. W obrębie każdej linii do rozrodu przeznaczają się 16 samców i 16 samic, które są kojarzone monogamicznie, zgodnie z systemem kojarzeń minimalizującym inbred hipotetycznego potomstwa. Dla celów niniejszego doświadczenia utworzono po 12 par rodzicielskich (gniazd) z losowo wybranych samców i samic w każdej z linii. Ptaki były w podobnym wieku (pochodziły z dwóch kolejnych cotygodniowych lęgów, z zachowaniem równej proporcji w danej linii) i w chwili kojarzenia miały 18 i 19 tygodni.

Przepiórki utrzymywane były w bateriach z wolnym dostępem do wody i paszy, żywione mieszanką zawierającą 21,5% białka i 2600 kcal. W pomieszczeniu sztucznie kontrolowano długość dnia świetlnego – 14 godzin światła i 10 godzin ciemności.

W doświadczeniu przebadano łącznie 426 jaj pochodzących od 69 samic (gniazd) – tabela 1. Samice, od których nie uzyskano wystarczającej liczby jaj (minimum 3) bądź prawidłowo rozwijających się zarodków (minimum 2), zostały wykluczone z doświadczenia, stąd obniżona liczebność gniazd w niektórych liniach.

Pomiaru masy jaja świeżego (tj. zniesionego w ciągu ostatniej doby) dokonywano na wadze technicznej, z dokładnością do 0,001 g, dla przeciętnie sześciu jaj pochodzących z każdego gniazda. Jaja te znakowano numerem gniazda, a następnie inkubowano

Tabela 1 – Table 1

Liczba pomiarów masy jaja oraz obserwacji stadiów zarodkowych przepiórki japońskiej po 24 i 48 godzinie inkubacji z podziałem na linie kontrolne (K) i selekcyjne (S)
 Number of measurements of egg weight and observations of embryo stages in Japanese quail after 24 and 48 hours of incubations in control (K) and selected (S) lines

Linia Line	Masa jaja – Egg weight		Stadium po 24 h inkubacji Stage after 24 hours of incubation		Stadium po 48 h inkubacji Stage after 48 hours of incubation	
	liczba gniazd number of nests	liczba obserwacji number of observations	liczba gniazd number of nests	liczba obserwacji number of observations	liczba gniazd number of nests	liczba obserwacji number of observations
	K1	12	77	11	37	11
K2	12	75	12	40	12	31
K3	12	70	10	34	9	21
S1	12	72	10	30	11	33
S2	12	72	12	41	8	18
S3	9	60	9	30	9	24
Łącznie Total	69	426	64	212	60	159

przez 24 lub 48 godzin w inkubatorze z automatycznym obrotem jaj co godzinę, w temperaturze 37,8°C i przy wilgotności około 80%. Obserwacje stopnia rozwoju zarodków w obu terminach prowadzono dla przeciętnie trzech jaj z każdego gniazda.

Jaja otwierano metodą opisaną przez Callebaut [2], polegającą na utworzeniu sztucznej komory powietrznej nad zarodkiem. Zarodek wybarwiano, wprowadzając tusz w przestrzeń podzarodkową. Następnie powierzchnię tarczki zarodkowej utrwalano 1% kwasem octowym i obserwowano preparat pod binokulem przy 25-krotnym powiększeniu.

Przy określaniu stopnia zaawansowania rozwoju zarodków kierowano się klasyfikacją stadiów zarodkowych przepiórki japońskiej, wg Zacchei [17], której pierwowzór stanowi skala opracowana dla kurcząt przez Hamburgera i Hamiltona [4].

Modyfikacja dotycząca stadiów rozwojowych polegała na utworzeniu skali punktowej opartej na liczbach rzeczywistych (jednostka = 0,25 pkt.). Części całkowite punktów odpowiadały stadium rozwojowym przepiórki, opisanym przez Zacchei [17], natomiast uszczegółowienie w postaci 0,75 i 0,25 pkt. oznaczało osiągnięcie przez zarodek nieco mniejszego, bądź większego zaawansowania rozwoju (odpowiednio) w stosunku do sklasyfikowanego stadium. Wartość 0,5 pkt. przypisywano zarodkom znajdującym się dokładnie na pośrednim etapie rozwoju w stosunku do stadiów opisanych przez Zacchei [17]. Punktacja rozwoju zarodka uwzględniała liczbę par somitów oraz inne elementy morfologiczne wskazujące na stopień rozwoju, jak np.: złączenie fałdów nerwowych, stopień obrotu głowy, obecność pęcherzyków ocznych, czy zawiązków kończyn.

Analizę masy jaja oraz tempa rozwoju zarodkowego w 24 i 48 godzinie inkubacji przeprowadzono za pomocą pakietu SPSS [16], dla każdej cechy osobno. Wobec każdej z nich zastosowano następujący model liniowy:

$$Y_{ijklm} = \mu + g_i + l_{ij} + n_{ijk} + d_l + e_{ijklm}$$

gdzie:

μ – średnia generalna,

g_i – efekt i -tej grupy ($i = 1, 2$),

l_{ij} – efekt j -tej linii w i -tej grupie ($j = 1..3$),

n_{ijk} – efekt k -tego gniazda w j -tej linii w i -tej grupie ($k = 1..12$),

d_l – efekt l -tej daty kolekcji jaja ($l = 1..7$),

e_{ijklm} – błąd losowy.

W przypadku obserwacji stopnia rozwoju zarodkowego przeprowadzono, według analogicznego modelu, analizę z regresją na masę jaja. Regresja ta nie była statystycznie istotna, dlatego ostatecznie pominięto ją w analizie. Przeprowadzono również analizę wariancji osobno dla grupy K i S, z zachowaniem pozostałych efektów powyższego modelu. Wyznaczono ponadto komponenty wariancji linii, gniazd w obrębie linii i w obrębie gniazd, według opisanego powyżej modelu liniowego, pomniejszonego o efekt grupy (g_i).

Dla każdej z cech oszacowano korelację wewnątrzklasową pomiarów od samic, wykorzystując komponenty wariancji z analizy według pierwszego modelu, jak i modelu pomniejszonego o efekt grupy, oraz oszacowano błąd standardowy estymatora korelacji wewnątrzklasowej [18]. Oszacowano także korelacje fenotypowe między masą jaja a pozostałymi cechami, dla każdej grupy oddzielnie.

Wyniki i dyskusja

Średnia masa jaja w grupie S była o 0,697 g wyższa niż w grupie K, jednak różnica okazała się nieistotna statystycznie (tab. 2). Przyczyny małych różnic można by upatrywać w relatywnie niskiej efektywności zastosowanej selekcji (selekcja wewnątrzrodzinowa) oraz w niewielkiej liczbie pokoleń selekcyjnych.

W badaniach nad zmianami towarzyszącymi długotrwałej selekcji na masę ciała przepiórki japońskiej w wieku 4 tygodni Marks [11, 12] zaobserwował wysoko istotne zwiększenie masy jaja w liniach selekcyjnych (o 2,1 i 2,6 g) w stosunku do linii kontrolnej (9,7 g) po 29 pokoleniach [11]. Wzrost masy jaja wystąpił również w wyniku selekcji prowadzonej przez 28 pokoleń na zwiększoną masę ciała indyków w wieku 16 tygodni [14].

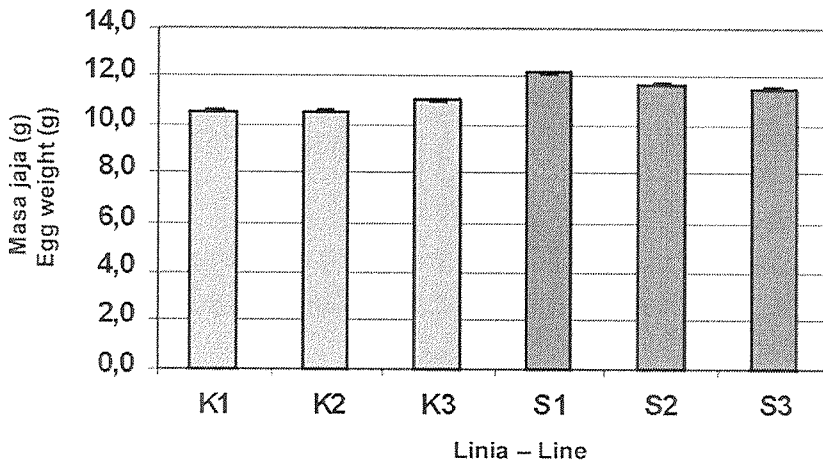
Przeciętną masę jaja w poszczególnych liniach przedstawiono na rysunku 1. Zróżnicowanie między liniami kontrolnymi było istotne ($P \leq 0,05$). W obrębie grupy S różnice te nie były statystycznie istotne.

Zarodki z grupy S rozwijały się generalnie wolniej niż z grupy K, zarówno w ciągu pierwszych 24 jak i 48 godzin inkubacji (tab. 2). W obu terminach różnice okazały się jednak nieistotne statystycznie. Podobnie, jak w przypadku masy jaja, przyczyną może

Tabela 2 – Table 2

Średnia masa jaja (g) oraz stopień rozwoju zarodków (pkt.) po 24 i 48 godzinach inkubacji w grupie selekcyjnej (S) i kontrolnej (K)
 Mean egg weight (g) and embryo development stage (points) after 24 and 48 hours of incubation in selection (S) and control (K) group

Cecha – Trait	Grupa – Group	
	K	S
	(średnia ± SE) (mean ± SE)	
Masa jaja Egg weight	11,144 ± 0,033	11,841 ± 0,034
Stadium po 24 godzinach Stage after 24 hours	4,729 ± 0,063	4,298 ± 0,066
Stadium po 48 godzinach Stage after 48 hours	12,583 ± 0,088	12,273 ± 0,100



Rys. 1. Średnia masa jaja (±SE) w liniach kontrolnych (K) i selekcyjnych (S) przepiórki japońskiej
 Fig. 1. Mean egg weight (±SE) in control (K) and selection (S) lines of Japanese quail

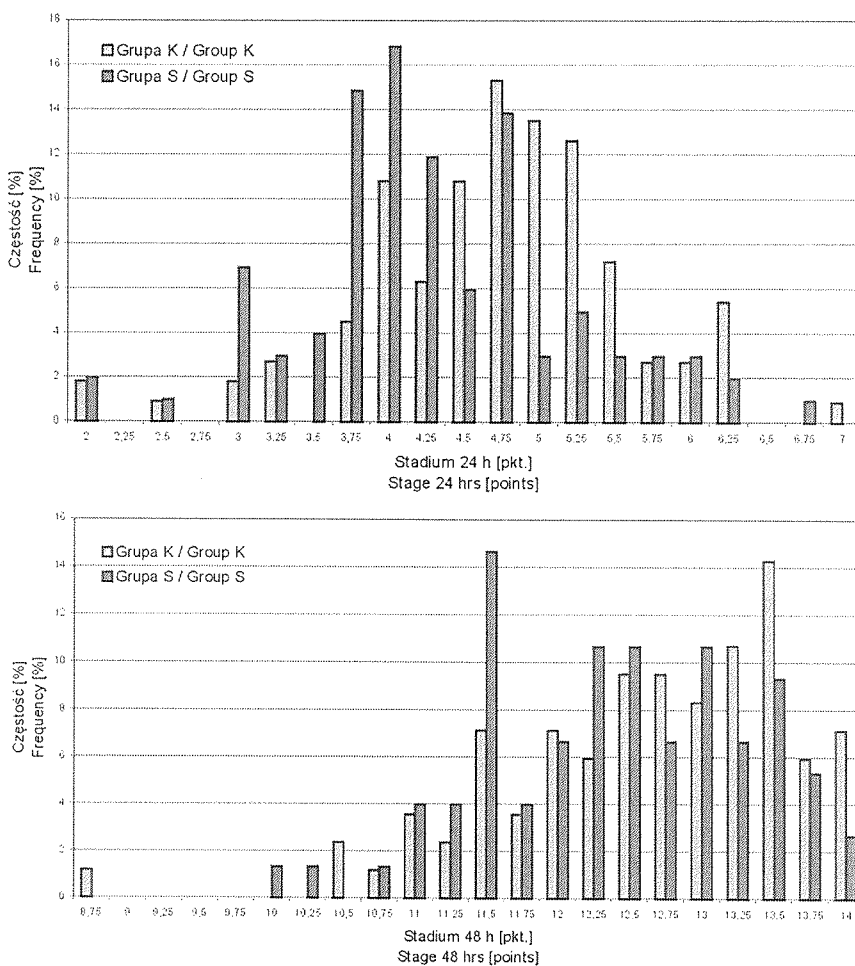
być niska efektywność zastosowanej selekcji oraz niewielka liczba pokoleń selekcyjnych.

Średni stopień rozwoju zarodków, badanych po 24 godzinach inkubacji, odpowiada rozwojowi kurcząt opisanemu przez Hamburgera i Hamiltona [4], jako stadium 6-7, a więc etapowi pośredniemu między pojawieniem się przedłużenia głowowego i kształtującej się płytki nerwowej, a obecnością fałdu głowowego i pierwszej pary somitów. Zaobserwowany stopień rozwoju jest nieco opóźniony w stosunku do rozwoju zarodków przepiórki japońskiej opisanego przez Zacchei [17], według której powinny one osiągnąć w tym czasie średnio stadium 5.

W liniach czystych przepiórki [7] rozwój oceniany po 24 h inkubacji był zgodny z klasyfikacją Zacchei [17]. Natomiast w liniach przepiórek selekcyjonowanych w kierunku masy ciała w 28. dniu życia [8] obserwowane stadia były nieco niższe (6,2 HH).

Opóźnienie w rozwoju przepiórki japońskiej zaobserwowali również Hyánková i wsp. [6]. Kosin i Arora [9] stwierdzili, że zarodki z linii indyków selekcyjonowanych na dużą masę ciała w wieku dojrzałym charakteryzują się istotnie niższym tempem rozwoju w pierwszych 3. dobach inkubacji, niż zarodki linii nieselekcyjonowanych na tą cechę.

Rozkład częstości stadiów zarodkowych obserwowanych po 24 h inkubacji obrazuje rysunek 2a. Najniższe, zaobserwowane w niniejszym doświadczeniu, stadium 2 (w obu grupach) odpowiadałoby rozwojowi opisanemu przez Zacchei dla zarodka przepiórki po 12-13 h inkubacji. Natomiast najwyższe – 7 stadium (grupa K), odnotowane po pierwszej dobie, zarodki osiągają przeciętnie po 27-29 h inkubacji [17].



Rys. 2. Rozkład częstości stadiów rozwojowych w grupie kontrolnej (K) i selekcyjnej (S): a – po 24 godzinach inkubacji, b – po 48 godzinach inkubacji

Fig. 2. Frequency distribution of developmental stages in control (K) and selection (S) group: a – after 24 hours of incubation, b – after 48 hours of incubation

W badaniach Korzyńskiej-Nowak [7] oraz Hyánkovej i wsp. [6] na przepiórkach zaobserwowane stadia wahały się odpowiednio w granicach 4-9 HH i 4-8 HH, co odpowiada stadiom 2-7 i 2-6 wg Zacchei [17].

Przeciętny stopień zaawansowania rozwoju zarodków w poszczególnych liniach po 24 h inkubacji przedstawiono na rysunku 3a. Przeciwnie niż w przypadku masy jaja, nie stwierdzono istotnego zróżnicowania poziomu rozwoju zarodkowego po 24 h inkubacji między liniami kontrolnymi. Natomiast różnice między liniami selekcyjnymi były wysoko istotne, co prawdopodobnie wynikało z wyraźnie wolniejszego rozwoju zarodków linii S2.

Stopień rozwoju zarodków po 48 godzinach inkubacji wynosił średnio 12,58 pkt. – w grupie K oraz 12,27 pkt. – w grupie S (tab. 2). Na tym etapie rozwoju zarodki mają około 22 par somitów, zgięcie głowy na wysokości śródmózgowia tworzy kąt prosty, natomiast obrót głowy i szyi lewym bokiem do pęcherzyka żółtkowego sięga 7-8 pary somitów. Rozwój embrionalny po 48 godzinach inkubacji był również nieco opóźniony. Według klasyfikacji Zacchei [17] zarodki przepiórki japońskiej osiągają w tym czasie stadium 13-14, kiedy to widocznych jest około 26 par somitów, pojawiają się zawiązki kończyn tylnych i pęczek ogonowy.

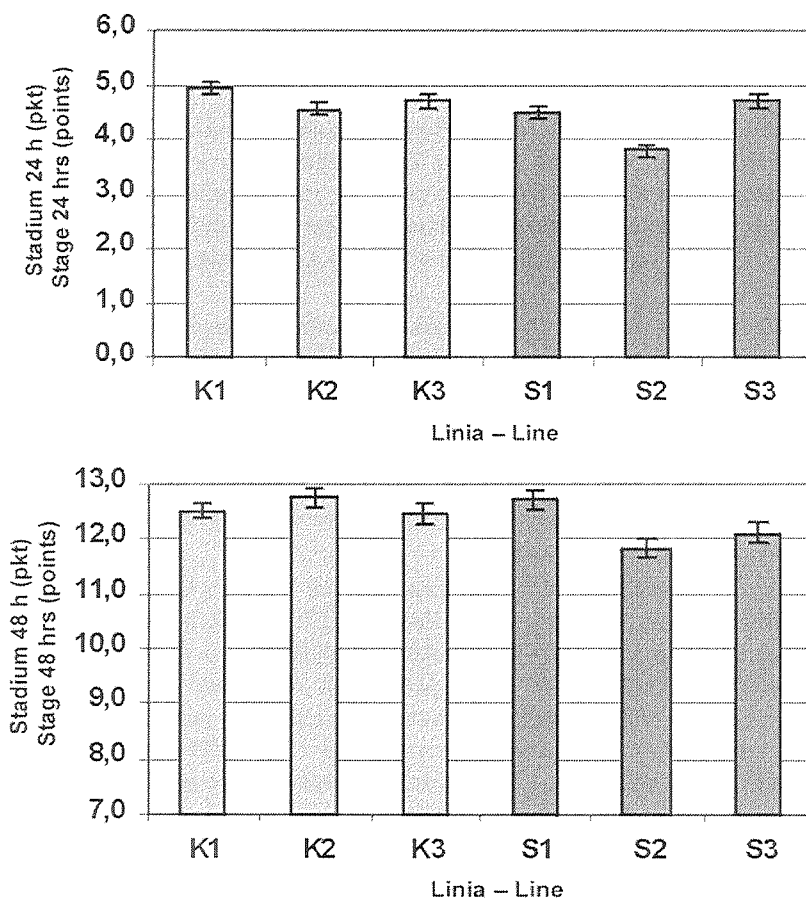
W badaniach Korzyńskiej-Nowak [7] zarodki linii W i J po 48 h inkubacji osiągnęły średnio stadium 12, wg klasyfikacji Zacchei [17] (40-42 h inkubacji). Podobne wyniki uzyskano w liniach 3. pokolenia selekcji prowadzonej w kierunku masy ciała w 28. dniu życia przepiórek [8]. W liniach przepiórek, rozbieżnie selekcionowanych na kształt krzywej wzrostu [6], zaobserwowano istotne różnice w stopniu rozwoju między liniami LG i HG po 42 h inkubacji – średnio 11,8 i 11,1 HH odpowiednio, co jest porównywalne z 9-10 stadium, wg klasyfikacji Zacchei [17], przypadającym na 33-36 h inkubacji.

Badania nad embriogenezą linii White Rock wykazały, że selekcja w kierunku dużej masy ciała kur w wieku 8 tygodni spowodowała znacznie większe opóźnienie wczesnego rozwoju zarodkowego, mierzonego na podstawie liczby par somitów po 42 h inkubacji, niż selekcja na małą masę ciała [3]. Natomiast Kosin i Arora [9] stwierdzili, że część linii selekcionowanej w kierunku dużej masy ciała dorosłych indyków, charakteryzującej się wysoką wylęgowością, cechowało istotnie wyższe tempo rozwoju zarodków w pierwszych 3. dobach inkubacji.

Rozkład częstości stadiów zarodkowych po 48 h inkubacji obrazuje rysunek 2b. Stopień rozwoju wahał się od 10 pkt. (grupa S) do 14 pkt. (grupa S i K). W grupie K odnotowano pojedynczy przypadek znacznego opóźnienia rozwoju – 8,75 pkt., czemu nie towarzyszyły żadne dodatkowe nieprawidłowości. Według Zacchei [17] zarodki osiągają stadium 9 średnio po 33-34 h inkubacji.

W badaniach Korzyńskiej-Nowak [7] stadium rozwojowe przepiórek po 48 h inkubacji wahało się od 11 HH do 17 HH (stadium 9-14 wg Zacchei [17]), co stanowi zakres zbliżony do obserwowanego w niniejszym doświadczeniu. Najczęściej występowały jednak stadia 13 i 14 HH (11-12 wg Zacchei [17]).

Stadia rozwojowe po 48 h inkubacji, przeciętnie dla linii, przedstawiono na rysunku 3b. Podobnie jak w przypadku poziomu rozwoju zarodka po 24 godzinach, po następnym



Rys. 3. Średni stopień rozwoju zarodków przepiórki japońskiej (\pm SE) w poszczególnych liniach: a – po 24 godzinach inkubacji, b – po 48 godzinach inkubacji; K – kontrolne, S – selekcyjne

Fig. 3. Mean degree of embryo development in Japanese quail (\pm SE) in individual lines: a – after 24 hours of incubation, b – after 48 hours of incubation

dobie nie obserwowano istotnych różnic między liniami kontrolnymi, a w grupie selekcyjnej zróżnicowanie linii w dalszym ciągu było istotne ($P \leq 0,05$).

Oszacowane dla grup K i S współczynniki korelacji fenotypowej między masą jaja i stadium po 24 h inkubacji wyniosły odpowiednio: 0,103 (przy liczebności $n = 111$) i $-0,050$ ($n = 101$), natomiast między masą jaja i stadium po 48 h inkubacji, odpowiednio: 0,326 ($P \leq 0,01$; $n = 84$) i 0,032 ($n = 75$).

Komponenty wariancji oraz ich udział procentowy w ogólnej zmienności, wyznaczone dla masy jaja oraz stopnia rozwoju zarodkowego po 24 h i 48 h inkubacji w podziale na grupy, przedstawiono w tabeli 3. Oprócz omówionej wcześniej statystycznej weryfikacji wpływu czynnika grupy i linii w obrębie grup, w tym miejscu należy za-

znaczyć, że zarówno dla masy jaja, jak i stadiów rozwojowych w obu terminach obserwacji, stwierdzono wysoko istotne różnicowanie ($P \leq 0,01$) między gniazdami.

Coleman i wsp. [3], na podstawie liczby par somitów po 42 h inkubacji, wykazali, że odpowiednio 28 i 29% całkowitej zmienności w liniach kur HW i LW rozbieżnie selekcyjonowanych na masę ciała w 8. tygodniu życia można przypisać różnicowaniu między samicami.

Tabela 3 – Table 3

Komponenty wariancji oraz % zmienności linii, gniazd w obrębie linii i w obrębie gniazd (błąd losowy) dla badanych cech w podziale na grupy selekcyjne (S) i kontrolne (K)

Variance components and % of lines, nests variability within line and within nests (random error) for analysed traits in selection (S) and control (K) groups

Cecha – Trait	Grupa Group	Komponenty wariancji Variance components			% zmienności % of variability		
		linie lines	gniazda nests	błąd losowy random error	linie lines	gniazda nests	błąd losowy random error
		Masa jaja Egg weight	K S	0,1372 0,0688	0,6895 0,4378	0,1253 0,3515	14,4 8,0
Stadium po 24 h inkubacji Stage after 24 hours of incubation	K S	0,0102 0,2170	0,1657 0,4040	0,4980 0,2566	1,5 24,7	24,6 46,0	73,9 29,2
Stadium po 48 h inkubacji Stage after 48 hours of incubation	K S	0 0,1881	0,1639 0,1550	0,6508 0,5689	0 20,6	20,1 17,0	79,9 62,4

Współczynniki korelacji wewnątrzklasowej, wyznaczone z komponentów wariancji między gniazdami i w obrębie gniazd dla masy jaja oraz stopnia wczesnego rozwoju zarodkowego po 24 h i 48 h inkubacji, przedstawiono w tabeli 4.

Z trzech analizowanych cech najwyższą korelację wewnątrzklasową zaobserwowano dla masy jaja, natomiast korelacja wewnątrzklasowa poziomu rozwoju zarodków pochodzących po tej samej parze rodziców była relatywnie niska (41% i 28% odpowiednio dla 24 i 48 h). Porównanie grupy S do grupy K, będącej punktem odniesienia, wskazuje na zwiększone różnicowanie masy jaja od danej samicy z tej grupy, przy jednoczesnym zwiększeniu podobieństwa poziomu rozwoju zarodków w 24 h inkubacji.

Podsumowując można stwierdzić, że selekcja prowadzona przez 7 pokoleń w kierunku zwiększenia masy ciała w 28 dniu życia przepiórek wpłynęła na zwiększenie masy jaja i opóźnienie rozwoju zarodkowego w dwóch pierwszych dobach inkubacji, jakkolwiek brak jest potwierdzenia statystycznego tego efektu. Wykazano istotne różnicowanie między samicami (parami rodzicielskimi) zarówno dla masy jaja, jak i rozwoju zarodkowego. Wyniki sugerują możliwy wpływ selekcji na różnicowanie masy jaja danej samicy i upodobnienie poziomu rozwoju zarodkowego podczas pierwszej

Tabela 4 – Table 4

Korelacja wewnątrzklasowa pomiarów (\pm SE) masy jaja i rozwoju zarodkowego po 24 i 48 godzinach inkubacji w grupie selekcyjnej (S) i kontrolnej (K)
 Intraclass correlation (\pm SE) of egg weight and embryo development after 24 and 48 hours of incubation in selection (S) and control (K) group

Cecha - Trait	Korelacja wewnątrzklasowa \pm SE		
	Intraclass correlation \pm SE		
	K	S	łącznie both groups
Masa jaja Egg weight	0,846 \pm 0,035	0,555 \pm 0,076	0,711 \pm 0,041
Stadium po 24 godzinach Stage after 24 hours	0,250 \pm 0,106	0,612 \pm 0,088	0,412 \pm 0,074
Stadium po 48 godzinach Stage after 48 hours	0,201 \pm 0,130	0,214 \pm 0,137	0,284 \pm 0,093

doby inkubacji. Warto odnotować, że efektem selekcji może być zmniejszenie korelacji między masą jaja a poziomem rozwoju zarodka (po 48 h) lub zmiana tej korelacji na ujemną (po 24 h).

PIŚMIENNICTWO

1. AL-MURRANI W.K., 1978 – Maternal effect on embryonic and post-embryonic growth in poultry. *British Poultry Science* 19, 277-281.
2. CALLEBAUT A., 1981 – A new method for making an artificial air space on top of fertilized eggs. *Poultry Science* 60, 723-725.
3. COLEMAN J.W., SIEGEL H.S., SIEGEL P.B., 1964 – Embryonic development of two lines of White Rocks. *Poultry Science* 43, 453-458.
4. HAMBURGER V., HAMILTON H.L., 1951 – A series of normal stages in the development of the chick embryo. *Journal of Morphology* 88, 49-92.
5. HARTMANN C., STRANBERG E., RYDHMER L., JOHANSSON K., 2000 – Egg composition and maternal effects on hatchling weight. XXI World's Poultry Congress, 20-24 August 2000, Montreal, Canada.
6. HYÁNKOVÁ L., NOVOTNÁ B., KNIŽETOVÁ H., HORÁČKOVÁ Š., 2004 – Divergent selection for shape of growth curve in Japanese quail. 2. Embryonic development and growth. *British Poultry Science* 45, 2, 171-179.
7. KORZYŃSKA-NOWAK R., 1990 – Obserwacje wczesnych stadiów zarodkowych dwóch linii przepiórek japońskich. *Zwierzęta Laboratoryjne* 27, 2, 119-130.
8. KORZYŃSKA-NOWAK R., MICHALSKA E., 1992/ 1993 – Ocena rozwoju zarodkowego przepiórek japońskich z trzech linii w czasie całego okresu inkubacji. *Zwierzęta Laboratoryjne* 29/30, 1-2, 113-124.
9. KOSIN I.L., ARORA K.L., 1966 – The pattern of early embryonic development in two genetically isolated lines of Broad Breasted Bronze Turkeys. *Poultry Science* 45, 622-629.
10. KRZANOWSKA H., 1959 – Early embryonal growth in inbred lines of Brown Leghorns and their crosses. *Poultry Science* 38, 1446-1455.
11. MARKS H.L., 1975 – Relationship of embryonic development to egg weight, hatch weight and growth in Japanese quail. *Poultry Science* 54, 1257-1262.

12. MARKS H.L., 1979 – Changes in unselected traits accompanying long-term selection for four-week body weight in Japanese quail. *Poultry Science* 58, 269-274.
13. MCNARY H.W., BELL A.E., MOORE C.H., 1960 – The growth of inbred and hybrid chicken embryos. *Poultry Science* 39, 378-384.
14. NESTOR K.E., NOBLE D.O., ZHU J., MORITSU Y., 1996 – Direct and correlated responses to long-term selection for increased body weight and egg production in turkeys. *Poultry Science* 75, 1180-1191.
15. OHTA Y., YOSHIDA T., TSUSHIMA N., 2004 – Comparison of growth and protein utilization between broilers and layers. WPC, Stambul, 8-13.06.2004.
16. SPSS, 2001, ver. 12.0 PL.
17. ZACCHEI A.M., 1961 – Lo sviluppo embrionale della quaglia giapponese (*Coturnix coturnix japonica* T. e S.). *Arch. Ital. Anat. Embryol.* 66, 36-62.
18. ŻUK B., 1973 – Metody genetyki populacji w hodowli zwierząt. PWRiL, Warszawa.

Beata Grzegorzówka, Elżbieta Michalska

Effect of selection for increased body weight on embryonic
development during the first two days of incubation
in the Japanese quail (*Coturnix japonica*)

S u m m a r y

Egg weight and embryo development stage after 24 and 48 hours of incubation were determined. In total, 426 eggs from 3 lines selected towards increased body weight at the 28th day of age (group S) and 3 control lines (group K) were investigated. Determination of the embryo development stage was carried out according to the modified classification proposed for Japanese quail by Zacchei [17]. Mean egg weight in the selected group was of 0,697 g higher than in the control group (insignificant difference). However, there were significant differences between lines and highly significant differences between females. The advancement of embryo development after 24th hour of incubation amounted on average to 4,30 points in S group and 4,73 points in K group. After 48th hour the respective values were 12,27 and 12,58. There were significant differences between lines within groups after 24th hour of incubation and highly significant differences between females in both examined periods of incubation. A low intraclass correlation of measurements from individual females in case of early embryo development was observed.

