

UNIWERSYTET TECHNOLOGICZNO–PRZYRODNICZY
IM. JANA I JĘDRZEJA ŚNIADECKICH
W BYDGOSZCZY

ZESZYTY NAUKOWE NR
(Rozprawy)

ZOOTECHNIKA

Marek Adamski

ZALEŻNOŚCI MIĘDZY SKŁADEM
MORFOLOGICZNYM JAJ A WYLĘGOWOŚCIĄ
PISKŁĄT WYBRANYCH GATUNKÓW PTAKÓW

BYDGOSZCZ – 2008

REDAKTOR NACZELNY
prof. dr hab. inż. Janusz Prusiński

REDAKTOR DZIAŁOWY
dr hab. inż. Jerzy Nowachowicz, prof. UTP

OPINIODAWCY
prof. dr hab. Helena Kontecka
prof. zw. dr hab. dr h.c. Andrzej Faruga

OPRACOWANIE REDAKCYJNE I TECHNICZNE
mgr Dorota Ślachciak, mgr inż. Daniel Morzyński

© Copyright
Wydawnictwa Uczelniane Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego
Bydgoszcz 2008

ISSN 0209-0597

Wydawnictwa Uczelniane Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego
ul. Ks. A. Kordeckiego 20, 85-225 Bydgoszcz, tel. (052) 3749482, 3749426
e-mail: wydawucz@utp.edu.pl <http://www.utp.edu.pl/~wyd>

Wyd. I. Nakład 120 egz. Ark. aut. 5,5. Ark. druk. 6.5.
Oddano do druku i druk ukończono w czerwcu 2008 r.
Zakład Poligraficzny Kubik & Krause S.J.
85-184 Bydgoszcz, ul. Cmentarna 84, tel. 3484-334

Spis treści

1. WSTĘP I PRZEGLĄD PIŚMIENICTWA.....	5
2. MATERIAŁ I METODY.....	9
3. WYNIKI I DYSKUSJA.....	14
3.1. JAJA KURZE	14
3.2. JAJA INDYCZE.....	27
3.3. JAJA PERLICZE.....	39
3.4. JAJA BAŻANCIE.....	51
3.5. JAJA PRZEPIÓRCZE	64
3.6. JAJA GĘSIE.....	76
4. PODSUMOWANIE I WNIOSKI.....	89
PIŚMIENICTWO	92
STRESZCZENIA.....	100

1. WSTĘP I PRZEGLĄD PIŚMIENICTWA

Przedstawione przez Krajową Radę Drobiarstwa – Izbę Gospodarczą w Warszawie dane [43] wskazują na duży potencjał reprodukcyjny, wyrażony liczbą jaj wylęgowych, różnych gatunków ptaków gospodarskich. Uzasadnia to znaczne zainteresowanie badaniami prowadzonymi nad jakością jaj. Wiele informacji dotyczących jakości jaj różnych gatunków ptaków znajduje się w krajowych [3, 5, 8, 28, 42, 46, 48, 51, 54, 65, 67, 69] i zagranicznych pracach naukowych [2, 11, 12, 14, 15, 21, 22, 29, 32, 34, 35, 41, 58, 76, 77, 80, 84, 92, 100]. W badaniach jakościowych jaj uwzględniano ich cechy zewnętrzne: wymiary (szerokość i długość), indeks kształtu i elastyczne odkształcenie skorupy oraz cechy treści jaja, między innymi udział w masie żółtka i białka, a także wysokość białka gęstego, wskazującą na świeżość jaj.

Jaja kurze oceniano pod względem składników morfologicznych i cech fizycznych w różnych okresach reprodukcji [1, 2, 7, 20, 89]. W doświadczeniach dotyczących jaj kur typu nieśnego i mięsnego [89, 91] badano wpływ pochodzenia kur, ich wieku oraz czasu przetrzymywania jaj na ich jakość. Wskazano czynniki oddziałujące na jakość białka [60, 98], a także dokonano prób modyfikowania wartości odżywczej jaj za pomocą różnych dodatków wprowadzanych do paszy [59].

Jaja indycze pozyskiwane w kraju scharakteryzowano pod względem budowy i jakości treści w zależności od okresu nieśności i pochodzenia indyczek [28]. Oceniano cechy morfologiczne powierzchni skorupy jaj indycznych i wykazano ich związek z wylęgowością piskląt [69, 70]. Opracowano także optymalne warunki środowiskowe lęgu jaj indycznych, dostosowując je do zróżnicowanej masy jaja wylęgowego [30]. W innych doświadczeniach [12, 13, 24] określano skład morfologiczny jaj pochodzących od indyczek z różnych rodów, a także wykazano wpływ masy jaja wylęgowego na masę i jakość pozyskiwanych z nich piskląt [23].

Cechy budowy i treści jaj perliczych w piśmiennictwie opisano niezbyt obszernie. Adeyemo i Oyejola [10] badali kształtowanie się masy jaj i niektórych cech skorupy, a także barwy żółtka w zależności od diet zastosowanych w żywieniu perlic. Skład morfologiczny jaj perliczych pozyskanych w szczycie nieśności ocenili Fayey i in. [29], natomiast zmiany w masie jaja, jego budowie i jakości w połączeniu z wynikami wylęgu Bernacki i Heller [19], Kuźniacka i in. [53] oraz Saina i in. [85].

Kompleksowo scharakteryzowano [40, 55] cechy budowy i jakość jaj bażancich, a także przedstawiono zmiany cech w czasie pierwszego

okresu reprodukcji bażantów. Przeprowadzono również kontrolę wylęgowości oraz jakości jaj tego gatunku ptaków w różnych okresach reprodukcji [26, 45, 61, 71]. Wykazano także wyraźny wpływ dodatku witaminy C i żelaza do paszy podawanej bażantom na cechy jaj i wyniki reprodukcji tych ptaków [74, 95]. Z doświadczeń innych autorów wynika, że jakość jaj bażantów w znacznym stopniu uzależniona jest od barwy skorupy, o czym świadczą lepsze wyniki lęgu z jaj o barwie brązowej i jasnooliwkowej (ok. 30% bieli), w porównaniu z jajami o niebieskiej barwie skorupy [34, 41, 44, 46, 52].

Oceniano również wpływ pochodzenia i wieku przepiórek na cechy fizyczne i jakość jaj [18, 73]. Stwierdzono między innymi, że najgorszą jakość skorupy mają jaja zniesione w szczycie nieśności [11, 73]. Podjęto próby poprawy jakości skorupy i treści jaj przepiórczych pochodzących ze szczytu produkcji [16, 17, 18, 88, 92]. Według Ayasana i in. [17] dodatek 120 ppm wyciągu z soku szpilecznicy jukki (*Yucca schidigera*) wpływa na polepszenie jakości skorup. Poprawę jakości skorupy jaj przepiórczych uzyskano też w wyniku wprowadzenia probiotyku Protexin w ilości 1,5 g·kg⁻¹ mieszanki paszowej [16], a także 2,5 do 3,0% preparatu zawierającego łatwo przyswajalny wapń [92].

Jaja gęsi oceniano pod względem budowy i jakości treści. Analizowano różnice w morfologii jaj pochodzących od gęsi o różnej barwie upierzenia [84]. W warunkach krajowych porównano cechy budowy i jakości treści jaj gęsi sześciu polskich odmian regionalnych stanowiących rezerwę genetyczną tego gatunku ptaków [42, 67]. Oceniano również cechy reprodukcyjne, uwzględniając szczegółowe analizy jakości jaj różnych grup mieszańców gęsi wytworzonych z udziałem dzikich gęsi gęgawych, Białych Kołudzkich® i słowackich [64, 65, 66]. Analizowano także kształtowanie się w okresie reprodukcyjnym cech jaj gęsi Astra G [62], a ich zmiany zachodzące w wyniku intensywnej nieśności zobrażowano za pomocą trendów czasowych, wykreślonych na podstawie obliczonych równań regresji liniowej ocenionych cech [63].

Omówione badania dotyczące sześciu gatunków ptaków pozwalają wnioskować, że cechy fizyczne jaj oraz wartość poszczególnych cech budowy podporządkowane są podstawowej biologicznej funkcji jaja, jaką jest zdolność do prawidłowego rozwoju zarodka w określonych warunkach środowiskowych. Prowadzone dotychczas badania jaj miały więc na celu ocenę ich budowy, a szczególnie charakterystycznego układu warstwowego, który wraz z funkcją ochronną umożliwia dyfuzję materii i energii między komórką a środowiskiem wewnętrznym i zewnętrznym, a tym samym prawidłowy rozwój zarodka [27, 97].

Oceniając harmonijność układu warstwowego jaj, wielu autorów zwróciło szczególną uwagę na zależności między poszczególnymi cechami jaj, wyrażonymi wartościami współczynników korelacji [4, 6, 14, 15, 40, 41, 50, 52, 56, 57, 68, 77, 78, 79, 86, 94]. Stwierdzono między innymi wysokie i potwierdzone statystycznie wartości współczynników korelacji prostej (powyżej 0,70) między masą i wymiarami jaj a masą żółtka, białka i skorupy [6, 86]. Analizowano także wpływ cech zewnętrznych jaj na wzrost wylęzonych z nich piskląt [48, 56, 57].

W badaniach wykonanych przez Karaca i Altina [37] wykazano, że cechy budowy jaj są wysoko odziedziczalne. Obliczone wartości h^2 masy jaja, wysokości i szerokości jaja oraz indeksu kształtu wynosiły odpowiednio 0,71, 0,61, 0,58 i 0,71, co umożliwia wprowadzenie tych cech do indeksów genetycznych i wykorzystanie liniowego szacowania wartości cech za pomocą modelu zwierzęcia BLUP [83].

Biorąc powyższe pod uwagę, wydaje się, że badania dotyczące kształtowania się cech budowy i cech fizycznych jaj ptaków gospodarskich są w pełni uzasadnione. Określenie zależności między łatwo mierzalnymi cechami budowy jaj (masą, wymiarami) a składnikami morfologicznymi (masą żółtka, białka i skorupy) umożliwiłoby wybór cech (zmiennych niezależnych) do opracowania równań regresji wielokrotnej dla jaj poszczególnych gatunków ptaków (kury, indyka, perlicy, bażanta, przepiórki i gęsi).

Równanie regresji wielokrotnej do szacowania masy skorupy jaj kurzych na podstawie ich masy i powierzchni zdefiniował Narushin [72]. Natomiast równania regresji liniowej, kwadratowej i logarytmicznej do szacowania masy żółtka, białka oraz masy i grubości skorupy jaj przepiórczych na podstawie masy jaj i innych wybranych cech ich budowy podali inni autorzy [38, 86, 87].

W badaniach krajowych opracowano równania regresji wielokrotnej do szacowania składników morfologicznych jaj kaczek [4] oraz gęsi Astra G [6]. Uzyskane wartości współczynników determinacji tych równań, świadczące o ich wiarygodności, skłoniły do podjęcia dalszych badań z tego zakresu na jajach pochodzących od sześciu powszechnie użytkowanych w kraju gatunków ptaków (kur, indyków, perlic, bażantów, przepiórek i gęsi).

Celem pracy była:

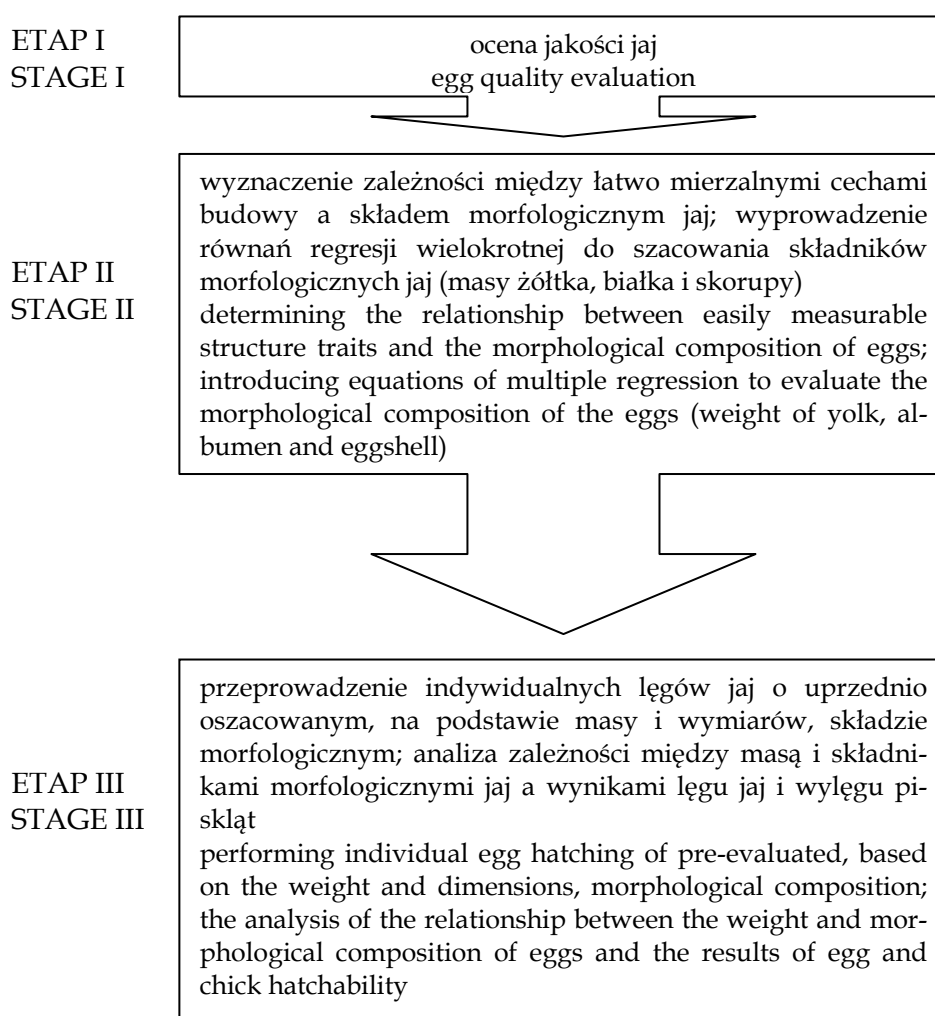
- ocena jakości jaj sześciu wybranych gatunków ptaków gospodarskich (kury, indyka, perlicy, bażanta, przepiórki i gęsi) w pierwszym okresie reprodukcyjnym pod względem cech budowy i treści,

- analiza zależności między wybranymi cechami, które pozwoliły na wytypowanie łatwo mierzalnych cech budowy jako wskaźników składu morfologicznego jaja,
- wyprowadzenie równań regresji wielokrotnej do szacowania składników morfologicznych jaj na podstawie łatwo mierzalnych cech budowy (masy, szerokości i długości jaja),
- określenie procentowych wyników lęgu (zapłodnienia jaj i jaj z zmarłymi zarodkami) i wylęgu piskląt (zdrowych, kalekich i słabych oraz nie wyklutych z jaj nałożonych i zapłodnionych) na podstawie oszacowanych składników morfologicznych jaj sześciu gatunków ptaków.

Realizacja oraz potwierdzenie założonego celu pracy pozwoli na przewidywanie wyników lęgu jaj i wylęgu piskląt analizowanych gatunków ptaków.

2. MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono w latach 2004–2007 w Katedrze Hodowli Drobiu Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego w Bydgoszczy. Materiał doświadczalny stanowiły jaja kur mięsnych zestawu rodzicielskiego Flex, indyków Big 6, perlic szarych, bażantów łownych, przepiórek japońskich oraz gęsi Białych Kołudzkich®. Wszystkie jaja pochodziły od ptaków będących w pierwszym okresie reprodukcji. Stada reprodukcyjne, z których pozyskiwano jaja do badań, żywiono zgodnie z obowiązującymi zaleceniami [82]. Badania podzielono na trzy etapy zgodnie ze schematem przedstawionym poniżej.



Liczbę jaj poddanych ocenie jakości i przeznaczonych do lęgów oraz miejsce ich pozyskania podano w tabeli 1.

Tabela 1. Liczba i miejsce jaj pozyskanych do badań
Table 1. Number and place of eggs collected for research

Gatunek Species	Liczba jaj do oceny jakości (szt.) Number of eggs for quality evaluation (no)	Liczba jaj wylęgowych (szt.) Number of hatching eggs (no)	Miejsce pozyskania Collection place
Kura Hen	420	560	Ferma Reprodukcyjna Nowy Dwór
Indyk Turkey	270	560	Ośrodek Hodowli Indyków we Frednowych
Perlica Guinea fowl	210	420	Ośrodek Hodowli Zwier- zyny Łownej Bieganowo
Bażant Pheasant	150	540	Ośrodek Hodowli Zwier- zyny Łownej Sokołowo
Przepiórka Quail	480	680	Ferma Reprodukcyjna Żabno
Gęś Goose	240	440	Ferma Reprodukcyjna Ferdynandowo

Jakość jaj każdego gatunku ptaków oceniano w odstępach 3-tygodniowych, od początku do końca okresu nieśności. Jaja kurcze oceniono od 1. do 39. tygodnia nieśności, jaja indycze od 1. do 24., perlicze od 1. do 18., bażancie od 1. do 12., przepiórcze od 1. do 45., a jaja gęsie od 1. do 21. tygodnia nieśności. W tabelach przedstawiono średnie wartości cech jaj ocenionych na początku (w pierwszym tygodniu okresu reprodukcyjnego), w szczytce (zgodnie z krzywą nieśności dla danego stada) i na końcu nieśności (w ostatnim tygodniu okresu reprodukcyjnego). Za każdym razem do badań przeznaczono po 30 jaj.

Badania wykonywano na drugi dzień po zniesieniu jaj. Masę jaj (g) oznaczono na wadze RADWAG WPS 360 C. Suwmiarką elektroniczną (typu visa) zmierzono szerokość (oś krótka) i długość (oś długa) jaj (mm). Stosunek szerokości do długości jaja stanowił indeks jaja (%). Do obliczenia powierzchni jaja (cm²) zastosowano wzór [79]:

$$P = 4,835 \times M^{0,662}$$

gdzie: M - masa jaja.

Elastyczne odkształcenie skorupy ($\mu\text{m}\cdot\text{cm}^{-2}$) wyznaczono za pomocą aparatu Marius, natomiast wytrzymałość skorupy (N) zmierzono urządzeniem Crusher EGC 20 SW (Veit Electronics). Z iloczynu wartości wytrzymałości skorupy (N) i stałej 9,81 obliczono wytrzymałość skorupy jaj w kg, podobnie jak w innych pracach [55, 74]. Jej barwę (% bieli) określono za pomocą reflektometru QCR-P (firmy Technical Services and Supplies – TSS).

Po wybiciu treści jaj zmierzono wysokość żółtka i białka gęstego (mm) za pomocą zestawu QCD (TSS). Średnicę żółtka (mm) wzdłuż linii chalaz wyznaczono suwmiarką elektroniczną, a jego masę (g) za pomocą wagi WPS 360 C. Stosunek wysokości do średnicy żółtka wyrażony w procentach, stanowił indeks żółtka. W celu określenia objętości i powierzchni żółtka wyprowadzono na potrzeby pracy następujące wzory:

a) objętość żółtka (cm^3)

$$V = 1,57 r^2 \times h + 0,523 h^3$$

b) powierzchnia żółtka (cm^2)

$$P = \pi h^2 + \pi r^2$$

gdzie: $r = 0,5 \times$ średnica żółtka, h – wysokość żółtka.

Barwę żółtka oceniono za pomocą 15-punktowej skali La Roche.

Skorupy jaj po wybiciu treści suszono przez trzy godziny w temperaturze 105°C , w suszarce typu SUP 100M. Na wadze Medicat 160 określono masę skorupy (g), a jej grubość (mm) zmierzono elektroniczną śrubą mikrometryczną. Grubość skorupy oznaczono w punkcie przecięcia osi długiej z osią krótką jaja w jego części równikowej. Gęstość skorupy zbadano po wyodrębnieniu od 1 do 2 g próby, za pomocą zestawu do wyznaczania gęstości ciał stałych, z zastosowaniem programu wagi WPS 360 C. Jako cieczy wzorcowej przy wyznaczaniu gęstości skorupy użyto wody destylowanej o temperaturze 25°C .

Masę białka obliczono z różnicy między masą jaja a masą żółtka i skorupy. Procentową zawartość żółtka, białka i skorupy w jaju odniesiono do masy jaja świeżego. Kształtowanie się cech budowy i jakości jaj w czasie pierwszego okresu nieśności u ocenianych gatunków ptaków ujęto w postaci równań regresji liniowej, które posłużyły do wykreślenia trendów liniowych cech, według wzoru podanego przez Zajęca [102]:

$$y_t = a + b_t$$

gdzie:

- a – wartość cechy na początku okresu nieśności,
- b – współczynnik kierunkowy (regresja) wyrażający zwiększenie lub zmniejszenie wartości danej cechy,
- t – czas wyrażony kolejnymi numerami terminów oceny.

Zebrane dane liczbowe umożliwiły także obliczenie współczynników korelacji prostej ($r_{x,y}$) między cechami budowy a treści jaj. Wartości współczynników korelacji posłużyły do wytypowania łatwo mierzalnych cech budowy, mogących stanowić zmienne niezależne do szacowania składników morfologicznych jaja (masy żółtka, białka i skorupy). W tym celu za pomocą modułu ANOVA regresji krokowej programu Statistica PL [90] wyprowadzono równania regresji wielokrotnej do szacowania masy żółtka, białka i skorupy u sześciu gatunków ptaków. Zgodność równań weryfikowano za pomocą funkcji predykcji zmiennej modułu regresji krokowej.

W ostatnim etapie badań pozyskano jaja wylęgowe od tych samych stad reprodukcyjnych ptaków, będących w szczycie nieśności, co jaja do oceny jakości (tab. 1). Przed nakładem każde jajo zważono (g) na wadze WPS 360 C i suwmiarką elektroniczną zmierzono jego szerokość (oś krótka) i długość (oś długa).

Za pomocą wcześniej wyprowadzonych równań regresji wielokrotnej oszacowano składniki morfologiczne każdego jaja przeznaczonego do lęgu. Następnie zgodnie z obowiązującymi technikami dla poszczególnych gatunków ptaków przeprowadzono indywidualne lęgi jaj. Warunki środowiskowe w czasie lęgu jaj przedstawiono w tabeli 2.

Dla każdego gatunku dokonano trzykrotnego nakładu jaj. Lęgi jaj przeprowadzono w zmodernizowanych aparatach wylęgowych BIOS MIDI. W czasie lęgu wykonano analizę biologiczną jaj. Obliczono procenty zapłodnienia jaj i jaj z zamarłymi zarodkami oraz wylęgu piskląt z jaj nałożonych i zapłodnionych, a także piskląt kalekich i słabych oraz nie wyklutych. Na tej podstawie określono wpływ masy i składników morfologicznych jaj (oszacowanych za pomocą wcześniej wyprowadzonych równań regresji wielokrotnej) na wyniki lęgu jaj i wylęgu piskląt.

Zebrane dane liczbowe opracowano statystycznie, wyliczając wartości średnie (\bar{x}) wszystkich badanych cech i ich błędy standardowe (SEM). Analizę wariancji wykonano za pomocą modułu ANOVA, a ocenę istotności – testem Scheffego.

Tabela 2. Techniki lęgu jaj
Table 2. Hatch techniques of eggs

Wyszczególnienie Specification	Gatunek – Species					
	kura hen	indyk tur- key	perlica guinea fowl	bażant pheas- ant	prze- piórka quail	gęś goose
Okres lęgu (dni) Hatch period (days)						
Komora lęgowa Setting compartment	18	25	25	23	14	27
Komora klujnikowa Hatching compartment	3	3	3	3	3	3
Łącznie Total	21	28	28	26	17	30
Temperatura (°C) Temperature (°C)						
Komora lęgowa Setting compartment	37,8	37,8	37,8	37,8	37,8	37,7
Komora klujnikowa Hatching compartment	37,6	37,4	37,5	37,7	37,5	37,4
Wilgotność względna (%) Relative humidity (%)						
Komora lęgowa Setting compartment	50-60	55	55	55	55	55
Komora klujnikowa Hatching compartment	75-80	75-85	75-85	75-85	75-80	75-80

3. WYNIKI I DYSKUSJA

3.1. JAJA KURZE

Analiza cech budowy jaj kurzych (tab. 3, rys. 1) wykazała, że w okresie produkcji masa jaj zwiększyła się statystycznie istotnie ($P \leq 0,05$) z 43,2 g na początku do 63,9 g na końcu nieśności. Podobnie zwiększyły się wymiary jaj, co miało wpływ na powiększenie ich powierzchni. Zmiany masy i wymiarów jaj następowały proporcjonalnie, o czym świadczą wartości indeksu kształtu jaj, które w kolejnych terminach oceny były podobne. Kury mięsne o innym pochodzeniu niż ptaki w badaniach własnych znosiły jaja o zbliżonej masie i wymiarach w całym okresie nieśności [1].

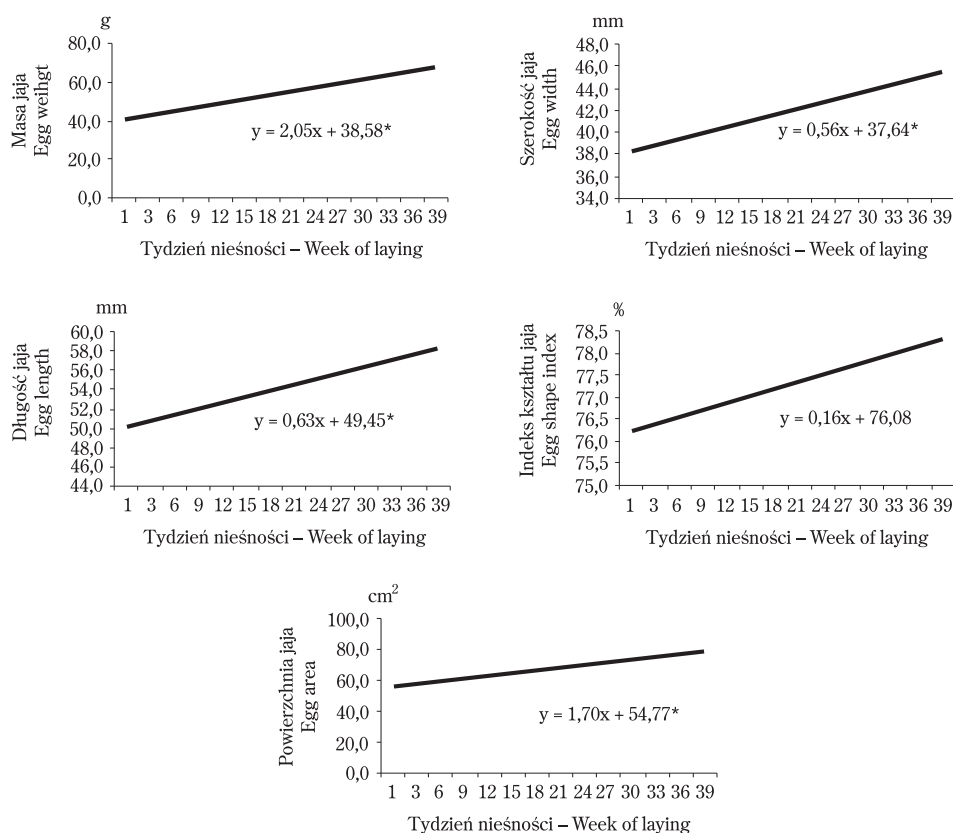
Podobne wyniki w doświadczeniach prowadzonych na kurach Tetra SL uzyskali Adamski i in. [7]. W równaniach regresji liniowej, które posłużyły do wykreślenia trendów czasowych ocenianych cech budowy jaj kur Tetra SL, stwierdzono podobne wartości współczynników kierunkowych jak w badaniach własnych. Zdaniem wielu autorów [1, 7, 20, 33, 49, 72, 99] masa i wymiary jaja u kur wszystkich typów użytkowych zwiększały się wraz z wydłużającym się okresem nieśności, co zostało potwierdzone w przeprowadzonym doświadczeniu własnym w stadzie rodzicielskim kur zestawu produkcyjnego Flex. Opisywane zmiany związane były ze wzrostem samicy i rozwojem układu rozrodczego, a głównie ze zwiększoną intensywnością wzrostu oocytów i sekrecji białka w części białkotwórczej.

W badaniach własnych wykazano, że w pierwszym okresie nieśności statystycznie istotnie ($P \leq 0,05$) zwiększyło się elastyczne odkształcenie skorupy jaj – z 29,6 do 30,8 $\mu\text{m}\cdot\text{cm}^{-2}$. Zmiany te były powiązane ze zmniejszającą się wytrzymałością skorupy na zgniatanie (tab. 3), która była większa (10,3 N i 0,9 kg) na początku i w szczycie nieśności (10,8 N i 1,1 kg) niż na końcu (7,3 N i 0,7 kg). Tendencje te potwierdzono za pomocą równań regresji liniowej, które posłużyły do wykreślenia trendów czasowych cech skorupy jaj.

Tabela 3. Budowa jaj kurzych w trzech terminach nieśności
 Table 3. Egg structure traits in hen at three dates of the egg-laying period

Termin nieśności Date of laying	Masa jaja Egg weight (g)	Wymiary jaja Egg dimensions (mm)		Indeks kształtu jaja Egg shape index (%)	Powierzchnia jaja Egg area (cm ²)	Elastyczne odkształcenie skorupy Eggshell deformation (μm·cm ⁻²)	Wytrzymałość skorupy Eggshell strenght		Grubość skorupy Eggshell thickness (mm)	Gęstość skorupy Eggshell density (g·cm ⁻³)	Barwa skorupy (% bieli) Eggshell colour (% of white)	
		szerokość width	długość length				(N)	(kg)				
Początek Early	\bar{x} SEM	43,2 c 0,7	38,8 c 1,2	50,8 c 0,4	76,3 0,5	58,5 c 0,6	29,6 ab 0,6	10,3 ab 0,9	0,9 ab 0,1	0,336 0,006	1,933 0,027	43,6 b 0,9
Szczyt Peak	\bar{x} SEM	54,9 b 0,8	42,4 b 1,8	54,7 b 0,3	77,7 0,5	68,6 b 0,6	27,1 b 0,7	10,8 a 0,9	1,1 a 0,1	0,349 0,004	1,947 0,019	46,0 ab 0,9
Koniec Late	\bar{x} SEM	63,9 a 1,2	44,5 a 0,3	57,2 a 0,5	77,9 0,5	75,7 a 0,9	30,8 a 1,1	7,3 b 0,9	0,7 b 0,1	0,334 0,004	1,930 0,674	49,0 a 1,9
Ogółem Total	\bar{x} SEM	53,6 0,9	41,8 0,3	54,1 0,3	77,3 0,3	67,2 0,8	28,9 0,5	9,7 0,5	1,0 0,1	0,341 0,002	1,937 0,178	46,0 0,8

a, b... - wartości średnie cech oznaczone w kolumnach różnymi literami różnią się statystycznie istotnie ($P \leq 0,05$)
 mean values of traits in columns with different letters differ significantly ($P \leq 0.05$)

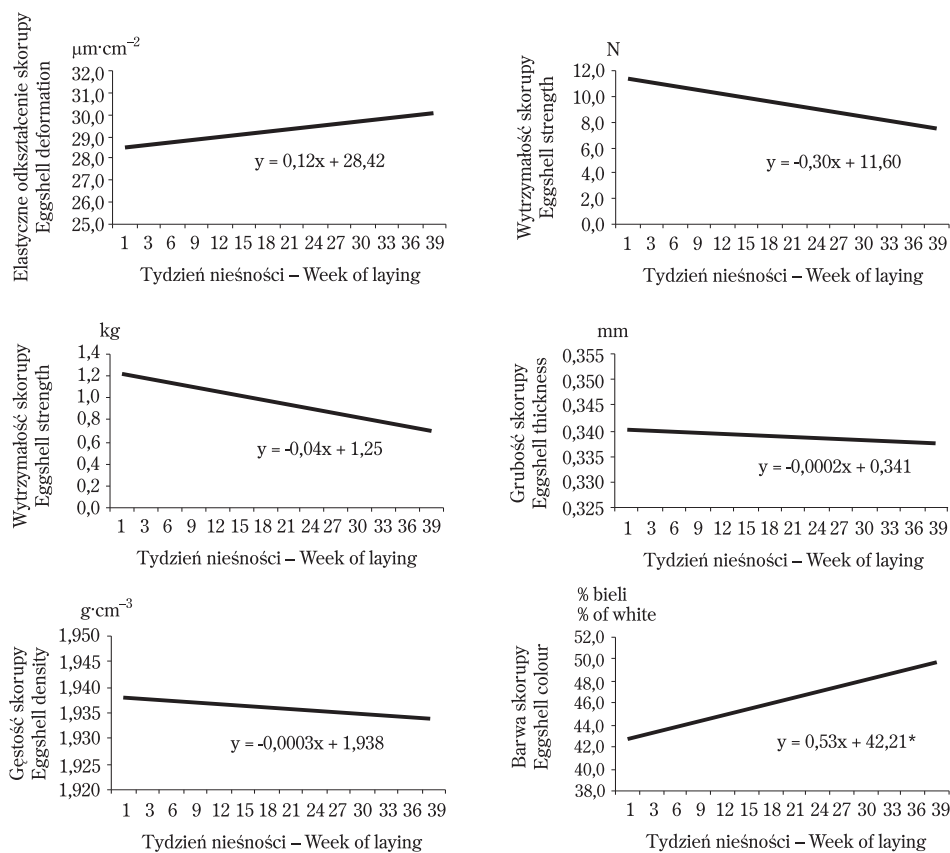


* trend czasowy statystycznie istotny ($P \leq 0,05$)
 significant time trend ($P \leq 0,05$)

Rys. 1. Trendy czasowe cech budowy jaj kurzych w okresie nieśności
 Fig. 1. Time trends of egg structure traits in hen over the laying period

O pogarszającej się w trakcie nieśności jakości skorupy świadczą malejące wartości jej elastycznego odkształcenia i wytrzymałości, a także grubości i gęstości, przy czym trendy czasowe tych cech były statystycznie nieistotne (rys. 2).

Zwiększające się istotnie ($P \leq 0,05$) procenty bieli barwy skorupy oraz zwiększający się trend czasowy tej cechy (tab. 3, rys. 2) wskazują, że wraz z przebiegiem nieśności kur, skorupy jaja przyjmowały jaśniejszą barwę, co mogło wiązać się z mniejszą sekrecją barwników skorupy pod koniec nieśności w porównaniu z początkiem i szczytem produkcji.



* trend czasowy statystycznie istotny ($P \leq 0,05$)
significant time trend ($P \leq 0.05$)

Rys. 2. Trendy czasowe cech skorupy jaj kurzych w okresie nieśności
Fig. 2. Time trends of eggshell traits in hen over the laying period

Elastyczne odkształcenie skorupy wyznaczone przez Halaję i Grofię [33] u kur mięsnych przyjmowało wartości od 32,6 do 35,7 $\mu\text{m}\cdot\text{cm}^{-2}$ i było większe w porównaniu z elastycznym odkształceniem (28,9 $\mu\text{m}\cdot\text{cm}^{-2}$) wyznaczonym w badaniach własnych w całym okresie nieśności kur zestawu Flex. Natomiast podobne elastyczne odkształcenie skorupy jaj kurzych jak w doświadczeniu własnym (27,5 $\mu\text{m}\cdot\text{cm}^{-2}$) stwierdzili Leeson i Caston [60]. Grubość i gęstość skorupy jaj kur mięsnych ocenione przez Halaję i Grofię [33] wynosiły odpowiednio 0,339 mm i 1,913 $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$. Wartości te były zbliżone do oznaczonych w badaniach własnych. Bernacki i in. [20] stwierdzili, podobnie jak w badaniach własnych, pogorszenie jakości skorupy w okresie nieśności kur Hy-Line, przejawiające się zwiększeniem jej elastycznego odkształ-

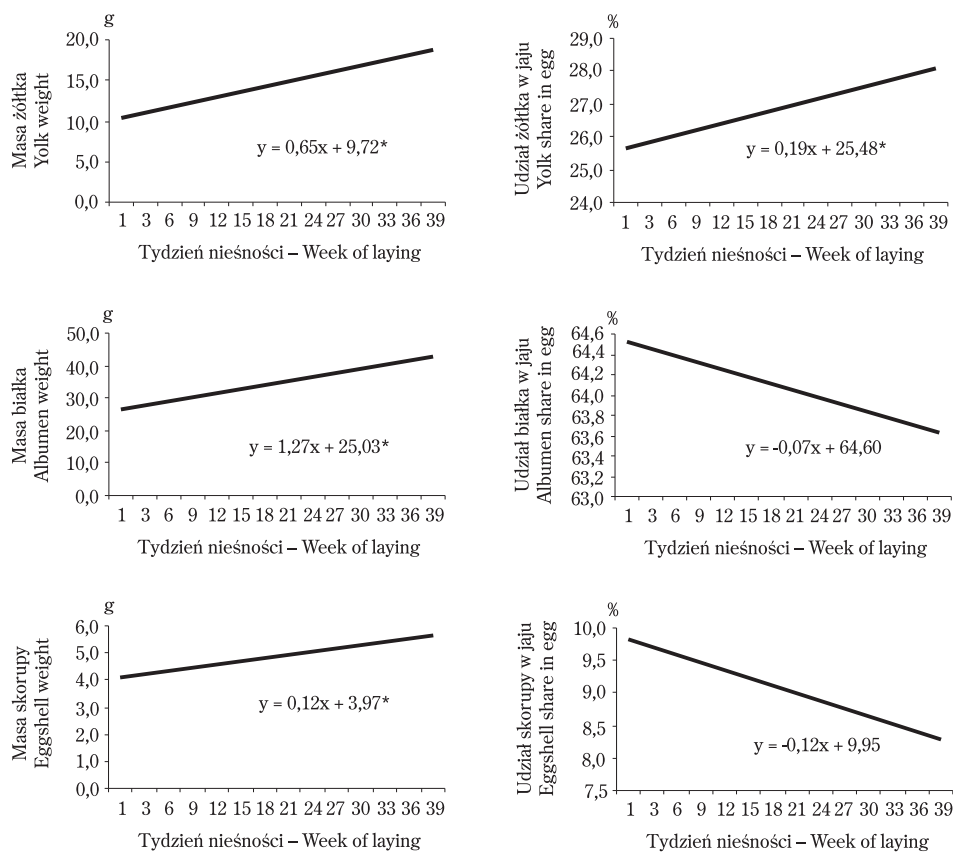
cenia i zmniejszeniem grubości. Odwrotne tendencje wykazano natomiast u kur Tetra SL, u których wraz z upływem okresu nieśności elastyczne odkształcenie skorupy jaj zmniejszyło się z 28,4 do 18,3 $\mu\text{m} \cdot \text{cm}^{-2}$, a grubość skorupy zwiększyła się od 0,270 do 0,370 mm, co potwierdzono za pomocą równań regresji liniowej tych cech [7].

Oceniając kształtowanie się składu morfologicznego jaj w okresie nieśności kur (tab. 4, rys. 3) wykazano, że masa żółtka, białka i skorupy zwiększyła się istotnie, natomiast procentowy udział białka i skorupy w jajach zmalał, a żółtka zwiększył się.

Tabela 4. Składniki morfologiczne jaj kurzych w trzech terminach nieśności
Table 4. Morphological composition of hen eggs at three dates of the laying period

Termin nieśności Date of laying	Masa i udział w jajach Weight and share in egg						
	żółtka yolk		białka albumen		skorupy eggshell		
	g	%	g	%	g	%	
Początek Early	\bar{x}	11,2 c	25,9 b	27,9 c	64,5	4,2 c	9,6 a
	SEM	0,2	0,3	0,5	0,3	0,1	0,2
Szczyt Peak	\bar{x}	14,9 b	27,0 ab	35,1 b	63,9	5,0 b	9,2 a
	SEM	0,3	0,3	0,5	0,3	0,1	0,1
Koniec Late	\bar{x}	17,8 a	27,8 a	40,7 a	63,8	5,4 a	8,4 b
	SEM	0,5	0,5	0,8	0,5	0,1	0,2
Ogółem Total	\bar{x}	14,5	26,8	34,3	64,0	4,8	9,1
	SEM	0,3	0,2	0,6	0,2	0,1	0,1

Objaśnienia jak w tabeli 3 – Explanations, see Table 3



* trend czasowy statystycznie istotny ($P \leq 0,05$)
significant time trend ($P \leq 0.05$)

Rys. 3. Trendy czasowe składników morfologicznych jaj kurzych w okresie nieśności

Fig. 3. Time trends of morphological composition of hen eggs over the laying period

Różnice punktów procentowych tych cech między początkiem a końcem nieśności wynosiły dla masy żółtka 1,9, dla białka 0,7 i skorupy 1,2 pkt., przy czym zmiany w procentowym udziale białka w jajku były statystycznie nieistotne. W innym doświadczeniu [91] analizowano skład morfologiczny jaj pozyskanych między 45. a 80. tygodniem życia kur pochodzących z dwóch zestawów rodzicielskich (CEC i KNC). Podobnie jak w badaniach własnych, u kur CEC wykazano istotne ($P \leq 0,05$) zwiększenie masy żółtka - z 15,3 do 16,5 g, natomiast u kur zestawu KNC białka - z 40,7 do 41,1 g [91]. Jaja innych dwóch zestawów kur mięsnych [49] charakteryzowała podobna masa żółtka,

białka i skorupy jak kur z zestawu Flex w opisywanym doświadczeniu. Podobne wyniki u kur o innym pochodzeniu uzyskali Abanikannda i Ligh [1] między 30. a 76. tygodniem życia ptaków.

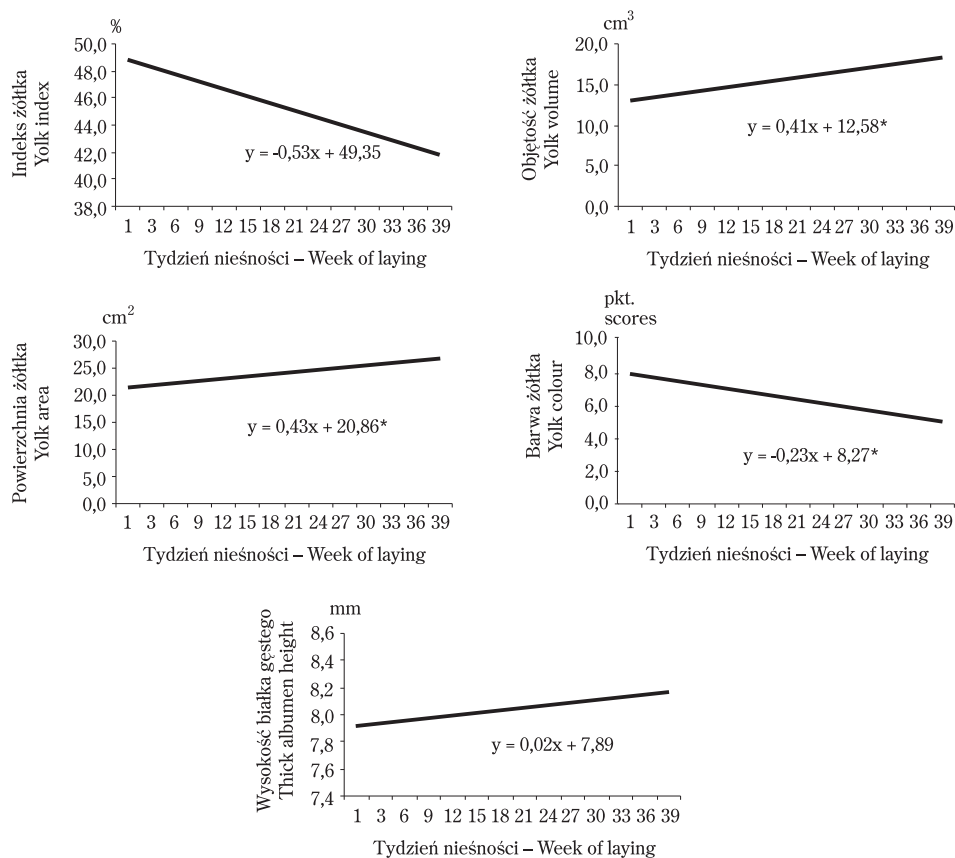
Zdaniem Silversidesa i Scotta [89] w okresie niesności kur procentowy udział żółtka i białka w masie świeżego jaja zwiększał się, a skorupy malał – średnio o 4,5 punktu procentowego dla żółtka, 3,3 dla białka i 1,1 dla skorupy, co również stwierdzono w doświadczeniu własnym. Współczynniki kierunkowe równań regresji wielokrotnej, które umożliwiły wykreślenie trendów czasowych procentowego udziału białka i skorupy w jaju (rys. 3), były podobne do obliczonych przez Adamskiego i in. [7].

Wraz ze zwiększeniem masy żółtka wykazano również istotne ($P \leq 0,05$) zwiększenie objętości – z 13,7 do 17,8 cm³ i powierzchni żółtka – z 22,0 do 26,3 cm² (tab. 5, rys. 4). Malał natomiast indeks żółtka, co było związane ze zmniejszeniem jego wysokości. Barwa żółtka w czasie niesności kur straciła swą intensywność wyrażoną w punktach skali La Roche'a, zapewne w wyniku dużej utraty barwników z organizmu ptaków w czasie produkcji. Podobną zależność stwierdzono w doświadczeniu Odunsi [77], w którym dopiero zwiększenie w diecie udziału barwników zahamowało zmniejszanie intensywności barwy żółtka na końcu okresu niesności ptaków.

Tabela 5. Cechy treści jaj kurzych w trzech terminach niesności
Table 5. Egg content traits in hen at three dates of the laying period

Termin niesności Date of laying	Żółtko – Yolk				Wysokość białka gęstego Thick albumen height (mm)	
	indeks index (%)	objętość volume (cm ³)	powierzchnia area (cm ²)	barwa (pkt.) colour (scores)		
Początek Early	\bar{x} SEM	48,3 a 0,7	13,7 c 0,3	22,0 c 0,3	7,7 a 0,2	7,8 0,2
Szczyt Peak	\bar{x} SEM	44,7 b 0,6	15,3 b 0,3	23,8 b 0,3	6,6 b 0,2	8,4 0,3
Koniec Late	\bar{x} SEM	42,9 b 0,4	17,8 a 0,4	26,3 a 0,4	5,4 c 0,2	8,0 0,3
Ogółem Total	\bar{x} SEM	45,4 0,4	15,5 0,3	23,9 0,3	6,7 0,1	8,1 0,2

Objaśnienia jak w tabeli 3 – Explanations, see Table 3



* trend czasowy statystycznie istotny ($P \leq 0,05$)
 significant time trend ($P \leq 0,05$)

Rys. 4. Trendy czasowe cech treści jaj kurzych w okresie nieśności
 Fig. 4. Time trends of egg content traits in hen over the laying period

Wysokość białka gęstego, wyrażająca pośrednio jego jakość, była podobna w kolejnych terminach oceny, co świadczy o nie zmieniającej się jakości treści jaj w czasie nieśności ptaków. Podobne wyniki przedstawione za pomocą trendów czasowych tej cechy uzyskali inni autorzy [7, 60].

Analiza wykazała dodatnie i wysokie ($P \leq 0,05$) wartości współczynników korelacji między masą jaja a jego wymiarami i masą żółtka, białka oraz skorupy, a także objętością i powierzchnią żółtka (tab. 6). Łatwo mierzalne, zewnętrzne wymiary (szerokość i długość) jaja kurzego okazały się także istotnie i dodatnio skorelowane (r powyżej 0,703) ze składnikami morfologicznymi jaja (masą żółtka, białka i skorupy). Zależności te pozwoliły na określenie masy jaja i jego wymiarów jako

zmiennych niezależnych w dalszej realizacji podjętych badań, co umożliwiło wyprowadzenie równań regresji wielokrotnej do szacowania składu morfologicznego jaj.

Współczynniki korelacji między długością jaja a masą żółtka, białka i skorupy, oszacowane we wcześniejszych badaniach [1, 2], wynosiły odpowiednio 0,444, 0,628 oraz 0,488 i były nieco mniejsze od obliczonych w pracy, podobnie jak potwierdzone statystycznie wartości współczynników korelacji (od 0,476 do 0,674) między szerokością jaja a jego składnikami morfologicznymi. W doświadczeniach Abanikannnda i in. [1, 2] uzyskano także zbliżone (powyżej 0,727) jak w badaniach własnych wartości współczynników korelacji między masą jaja a jego wymiarami i składnikami morfologicznymi.

Ujemne wartości współczynników korelacji (tab. 6) między elastycznym odkształceniem skorupy a jej masą i grubością, podobne do podanych przez Halaję i Grofika [34] u kur o innym pochodzeniu niż w badaniach własnych wskazują, że zwiększaniu się elastycznego odkształcenia skorupy powinno towarzyszyć zmniejszenie masy i grubości skorupy, a tym samym pogorszenie jej jakości. Pozwala to na stwierdzenie, że elastyczne odkształcenie skorupy jako cecha łatwo mierzalna jest dobrym wskaźnikiem jakości skorupy jaja kurzego. W badaniach własnych wykazano, iż dobrym wskaźnikiem powierzchni i objętości żółtka jaja kurzego mogą być pozostałe cechy budowy i treści jaja (tab. 6). Jedynie korelacje między cechami skorupy a powierzchnią i objętością żółtka przyjmowały małe i w większości przypadków ujemne wartości.

W tabeli 7 przedstawiono równania regresji wielokrotnej wyprowadzone na podstawie wcześniej uzyskanych wyników (tab. 1 do 5). O prawidłowym wyborze zmiennych niezależnych (masy jaja i jego wymiarów zewnętrznych) do szacowania składników morfologicznych jaj świadczą duże współczynniki determinacji (od 0,58 do 0,96) oraz małe wartości błędów standardowych (dla szacowanej masy żółtka $\pm 1,08$ g, białka $\pm 1,14$ g i skorupy $\pm 0,44$ g).

Tabela 6. Współczynniki korelacji prostej (r_{xy}) między wybranymi cechami jaj kurzych
 Table 6. Simple correlation coefficients (r_{xy}) between choosen egg traits in hens

Numer cechy Trait number	Cecha skorelowana – współczynnik korelacji Correlated trait – correlation coefficient													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
2	0,933*													
3	0,918*	0,804*												
4	0,999*	0,936*	0,919*											
5	0,218*	0,131	0,260*	0,208*										
6	-0,219*	-0,234*	-0,217*	-0,215*	-0,269*									
7	-0,063	-0,013	-0,037	-0,051	-0,437*	0,119								
8	0,148	0,102	0,171	0,146	0,102	0,080	-0,010							
9	0,941*	0,853*	0,872*	0,939*	0,250*	-0,235*	-0,129	0,171						
10	0,981*	0,925*	0,894*	0,998*	0,223*	-0,211*	-0,083	0,122	0,864*					
11	0,755*	0,737*	0,703*	0,761*	-0,128	-0,060	0,473*	0,169	0,687*	0,704*				
12	0,763*	0,669*	0,706*	0,759*	0,239*	-0,092	-0,168	0,184	0,850*	0,677*	0,566*			
13	0,765*	0,671*	0,709*	0,762*	0,242*	-0,093	-0,161	0,189	0,851*	0,680*	0,571*	0,999*		
14	0,135	0,191	0,116	0,136	0,014	-0,019	-0,060	-0,102	0,146	0,124	0,077	0,304*	0,295*	

* współczynnik korelacji statystycznie istotny ($P \leq 0,05$) – significant correlation coefficient ($P \leq 0.05$)

1. Masa jaja – Egg weight (g)
2. Szerokość jaja – Egg width (mm)
3. Długość jaja – Egg length (mm)
4. Powierzchnia jaja – Egg area (cm²)
5. Elastyczne odkształcenie skorupy – Eggshell deformation (μm· cm²)
6. Wytrzymałość skorupy - Eggshell strength (N)
7. Grubość skorupy – Eggshell thickness (mm)

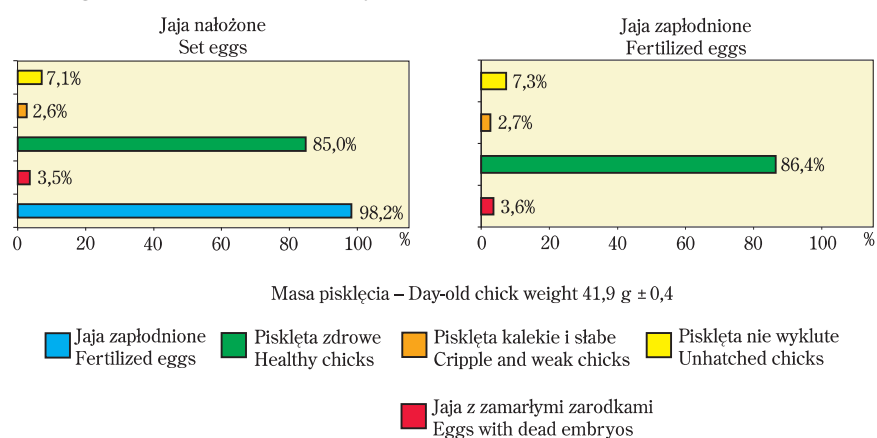
8. Gęstość skorupy – Eggshell density (g· cm⁻³)
9. Masa żółtka – Yolk weight (g)
10. Masa białka – Albumen weight (g)
11. Masa skorupy – Eggshell weight (g)
12. Objętość żółtka – Yolk volume (cm³)
13. Powierzchnia żółtka – Yolk area (cm²)
14. Wysokość białka gęstego – Thick albumen height (mm)

Tabela 7. Równania regresji wielokrotnej do szacowania składników morfologicznych jaj kurzych
 Table 7. Multiple regression equations for estimating the morphological composition of hen eggs

Zmienne niezależne Independent variables	Numery równań Numbers of equations	Równania regresji wielokrotnej Multiple regression equations	Standardowe błędy średniej Standard errors of the mean (SEM)	Współczynniki determinacji Determination coefficients	Wartości szacowanej cechy Values of estimated trait (g)
Masa żółtka — Yolk weight (y_1)					
Masa jaja (x_1) Egg weight (x_1) Szerokość jaja (x_2) Egg width (x_2) Długość jaja (x_3) Egg length (x_3)	1	$y_1 = 3,575 + 0,389x_1 - 0,230x_2 - 0,006x_3$	$\pm 1,08$	0,89	14,5
Masa białka — Albumen weight (y_2)					
Masa jaja (x_1) Egg weight (x_1) Szerokość jaja (x_2) Egg width (x_2) Długość jaja (x_3) Egg length (x_3)	2	$y_2 = -1,912 + 0,590x_1 - 0,148x_2 - 0,030x_3$	$\pm 1,14$	0,96	34,3
Masa skorupy — Eggshell weight (y_3)					
Masa jaja (x_1) Egg weight (x_1) Szerokość jaja (x_2) Egg width (x_2) Długość jaja (x_3) Egg length (x_3)	3	$y_3 = -1,662 + 0,021x_1 + 0,082x_2 + 0,036x_3$	$\pm 0,44$	0,58	4,8

Zapłodnienie jaj (98,2%) w zestawie rodzicielskim kur Flex (rys. 5) było wysokie i świadczyło między innymi o dużej wartości biologicznej jaj, jak również o prawidłowym programie środowiskowo-żywnościowym stosowanym przez hodowcę. Średnie zapłodnienie jaj dla 28 stad rodzicielskich kur Flex w kraju wynosiło 91,5% [43] i było o 6,7% mniejsze niż u kur, których jaja poddano ocenie w doświadczeniu własnym.

Wykazano, że wszystkie nie zapłodnione jaja (1,8%) ważyły średnio 62,8 g, a ich składniki morfologiczne kształtowały się następująco: masa żółtka 17,5 g, białka 26,9 g i skorupy 5,3 g (tab. 8). Procent wylęgu piskląt zdrowych (rys. 5) z jaj nałożonych (85,0) i zapłodnionych (86,4) był wyższy od średniej krajowej (78,9% z jaj nałożonych), podanej dla takiego samego zestawu kur mięsnych [43].



Rys. 5. Wyniki lęgu jaj i wylęgu piskląt kurzych
Fig. 5. Hatchability results of hen eggs and chicks

Udział piskląt kalekich i słabych w badaniach własnych wynosił 2,6% z jaj nałożonych i 2,7% z jaj zapłodnionych (rys. 5). Stwierdzono, iż 7,1% piskląt nie wylutych z jaj nałożonych i 7,3% z jaj zapłodnionych cechowała (wraz z jajami, z których wylęły się pisklęta kalekie i słabe) najmniejsza masa jaja (59,6 g), żółtka (16,5 g), białka (25,2 g) i skorupy (5,2 g), oszacowana za pomocą równań regresji wielokrotnej (tab. 8). Największą masą jaj i największymi procentowymi udziałami poszczególnych składników morfologicznych charakteryzowały się jaja z zamarymi zarodkami. Różnic tych jednak nie potwierdzono statystycznie.

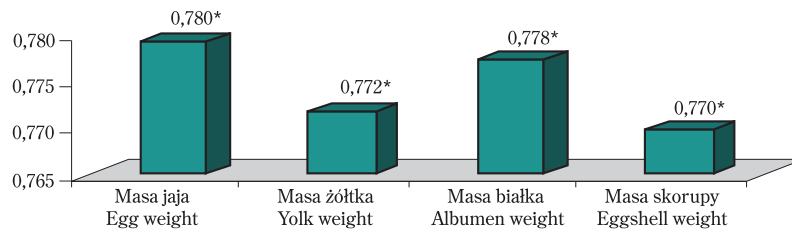
Tabela 8. Wyniki lęgu jaj i wylęgu piskląt w zależności od składników morfologicznych jaj kurzych

Table 8. Hatchability results of hen eggs and chicks depending on the morphological composition of eggs

Wyszczególnienie Specification	Masa jaja Egg weight (g)	Masa i udział w jajach* Weight and share in egg*						
		żółtka yolk		białka albumen		skorupy eggshell		
		g	%	g	%	g	%	
Jaja nie zapłodnione Non fertilized eggs	\bar{x} SEM	62,8 0,7	17,5 0,3	27,9 0,2	26,9 0,4	42,8 0,2	5,3 0,1	8,5 0,1
Jaja z zamaryłymi zarodkami Eggs with dead embryos	\bar{x} SEM	64,9 1,8	18,3 0,7	28,2 0,3	28,1 1,0	43,3 0,4	5,4 0,1	8,3 0,1
Pisklęta zdrowe Healthy chicks	\bar{x} SEM	61,3 0,5	17,0 0,2	27,7 0,1	26,1 0,3	42,5 0,1	5,3 0,1	8,5 0,1
Pisklęta kalekie i słabe Crippled and weak chicks	\bar{x} SEM	59,6 0,9	16,5 0,4	27,6 0,2	25,2 0,5	42,2 0,2	5,2 0,1	8,7 0,1
Pisklęta nie wylute Unhatched chicks	\bar{x} SEM	60,0 1,2	16,5 0,4	27,6 0,1	25,2 0,7	42,1 0,3	5,2 0,1	8,7 0,1
Ogółem Total	\bar{x} SEM	61,2 0,4	17,0 0,1	27,7 0,1	26,0 0,2	42,5 0,1	5,3 0,1	8,6 0,1

* nie stwierdzono różnic statystycznie istotnych
no significant differences were found

Zdaniem Wilsona [99] współczynniki korelacji między masą jaj wylęgowych a masą piskląt kształtują się od 0,50 do 0,90. Taką zależność potwierdzono w badaniach własnych (rys. 6), przy czym największy, istotny statystycznie ($P \leq 0,05$) współczynnik korelacji (0,778) stwierdzono między masą białka, oszacowaną za pomocą równania regresji wielokrotnej nr 2 (tab. 7), a masą pisklęcia. Masa pisklęcia była także dodatnio i istotnie skorelowana z masą żółtka oraz skorupy jaja (rys. 6).



* współczynnik korelacji statystycznie istotny ($P \leq 0,05$)
 significant correlation coefficient ($P \leq 0,05$)

Rys. 6. Współczynniki korelacji prostej (r_{xy}) między masą pisklęcia a masą jaja i jego składnikami morfologicznymi u kur

Fig. 6. Simple correlation coefficients (r_{xy}) between the chick weight, egg weight and morphological composition of hen eggs

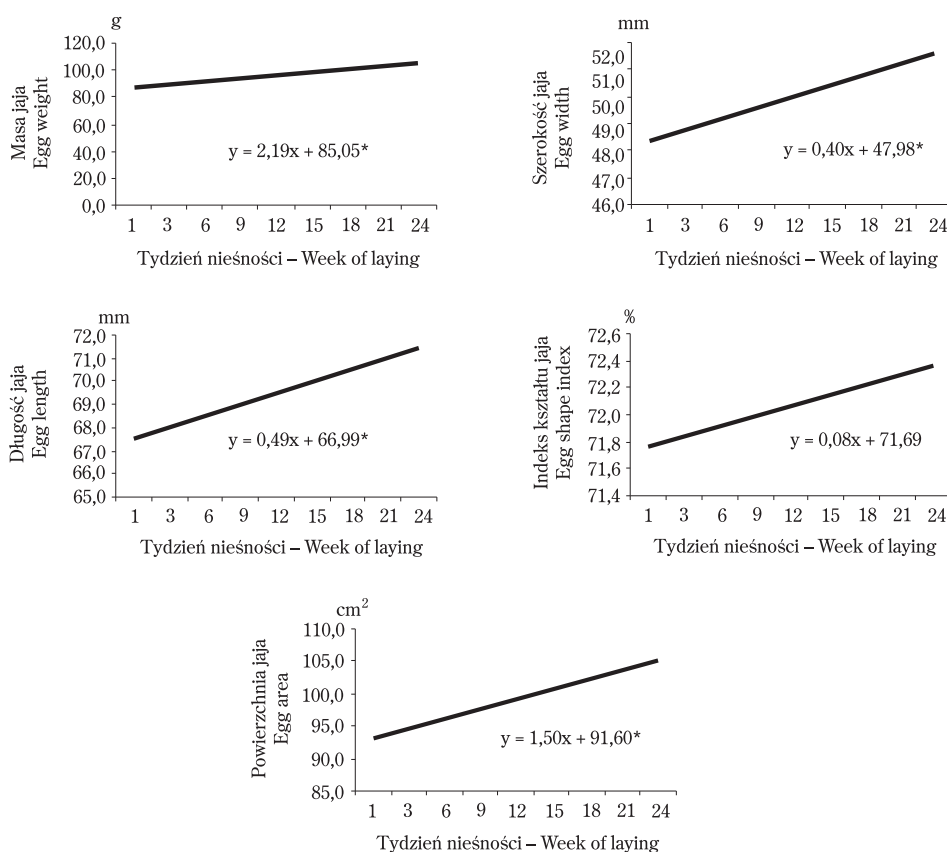
3.2. JAJA INDYCZE

Masa jaj indyckich pochodzących z zestawu rodzicielskiego Big 6 kształtowała się od 87,6 g na początku nieśności do 102,1 g na jej końcu (rys. 7, tab. 9). Ocenione jaja spełniały wymagania stawiane jajom wylęgowym tego gatunku ptaków [81]. Masa jaj oznaczona przez Applegate'a i Lilburna [12] między 36. a 55. tygodniem życia indyczek z dwóch zestawów należących do typu ciężkiego wynosiła od 88,1 do 90,3 g, natomiast między 4. a 16. tygodniem nieśności u indyczek o innym pochodzeniu — od 78,6 do 86,4 g [13]. Podobnie mniejszą, niż w doświadczeniu własnym, masę jaj (od 78,8 do 85,5 g) dla indyczek typu ciężkiego uzyskano w innych doświadczeniach [23, 28].

Wraz ze zwiększaniem się masy jaj w czasie nieśności indyczek zwiększały się także statystycznie istotnie: powierzchnia i wymiary jaj. Nie miało to jednak większego wpływu na indeks kształtu, który w kolejnych terminach oceny był podobny (tab. 9, rys. 7). Rezultaty te są zbliżone do uzyskanych przez innych autorów [28]. Z danych zestawionych w tabeli 9 wynika, że w czasie nieśności indyczek nie pogorszyła się jakość skorupy jaj, o czym świadczą nie zmieniające się istotnie wartości ocenionych cech. Zarówno elastyczne odkształcenie skorupy, jak i jej wytrzymałość, grubość oraz gęstość były podobne. Jedynie trendy czasowe tych cech (rys. 8) wskazywały na niewielkie tendencje zwiększania się wytrzymałości i grubości skorupy, przy równoczesnym zmniejszaniu się wartości jej elastycznego odkształcenia, gęstości i barwy.

W doświadczeniu przeprowadzonym w zestawach rodzicielskich indyków Hybrid, Big 6 i WAMA [28] wykazano zmniejszenie (o 0,047 mm) grubości skorupy w 20. tygodniu nieśności indyczek

w porównaniu z jej początkiem. Uzyskane wyniki badań świadczą o prawidłowym utrzymaniu stada rodzicielskiego oraz o optymalnym zbilansowaniu mieszanek paszowych pod względem składników mineralnych. Wskazuje na to także brak istotnego pogarszania się jakości skorupy jaj, przy równoczesnym zwiększaniu ich wielkości w czasie nieśności.



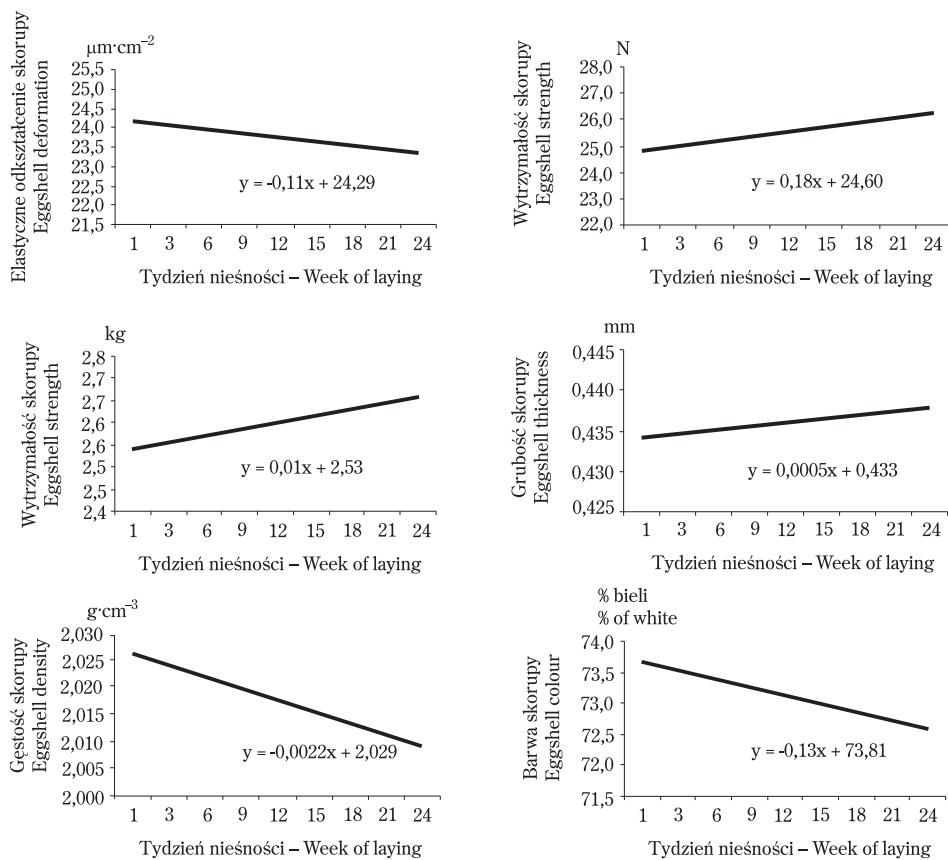
* trend czasowy statystycznie istotny ($P \leq 0,05$)
 significant time trend ($P \leq 0,05$)

Rys. 7. Trendy czasowe cechy budowy jaj indyczych w okresie nieśności
 Fig. 7. Time trends of egg structure traits in turkey over the laying period

Tabela 9. Budowa jaj indyckich w trzech terminach nieśności
 Table 9. Egg structure traits in turkey at three dates of the egg-laying period

Termin nieśności Date of laying	Masa jaja Egg weight (g)	Wymiary jaja Egg dimensions (mm)		Indeks kształtu jaja Egg shape index (%)	Powierzchnia jaja Egg area (cm ²)	Elastyczne odkształcenie skorupy Eggshell deformation ($\mu\text{m} \cdot \text{cm}^{-2}$)	Wytrzymałość skorupy Eggshell strength		Grubość skorupy Eggshell thickness (mm)	Gęstość skorupy Eggshell density (g · cm ⁻³)	Barwa skorupy (% bieli) Eggshell colour (% of white)	
		szerokość width	długość length				(N)	(kg)				
Początek Early	\bar{x} SEM	87,6 b 1,0	48,4 b 0,2	67,4 b 0,4	71,9 2,1	93,3 b 0,7	23,5 0,8	25,6 1,2	2,6 0,1	0,432 0,007	2,027 0,032	73,3 1,0
Szczyt Peak	\bar{x} SEM	98,2 a 2,3	50,5 b 0,5	70,3 b 0,6	71,9 0,7	100,7 a 1,6	25,0 1,1	24,1 1,3	2,5 0,1	0,441 0,010	2,016 0,042	73,7 1,5
Koniec Late	\bar{x} SEM	102,1 a 2,6	51,1 a 0,5	70,7 a 0,7	72,4 0,8	103,0 a 1,7	22,8 1,0	26,8 1,3	2,7 0,1	0,435 0,009	2,012 0,038	72,4 1,4
Ogółem Total	\bar{x} SEM	93,8 1,4	49,6 0,3	69,0 0,4	72,0 0,3	97,7 1,0	23,7 0,5	25,5 0,8	2,6 0,1	0,435 0,005	2,020 0,021	73,2 0,7

Objaśnienia jak w tabeli 3 – Explanations, see Table 3



Rys. 8. Trendy czasowe* cech skorupy jaj indyckich w okresie nieśności
 Fig. 8. Time trends* of eggshell traits in turkey over the laying period

* nie stwierdzono statystycznie istotnych trendów czasowych ($P \leq 0,05$)
 no significant trends were found ($P \leq 0.05$)

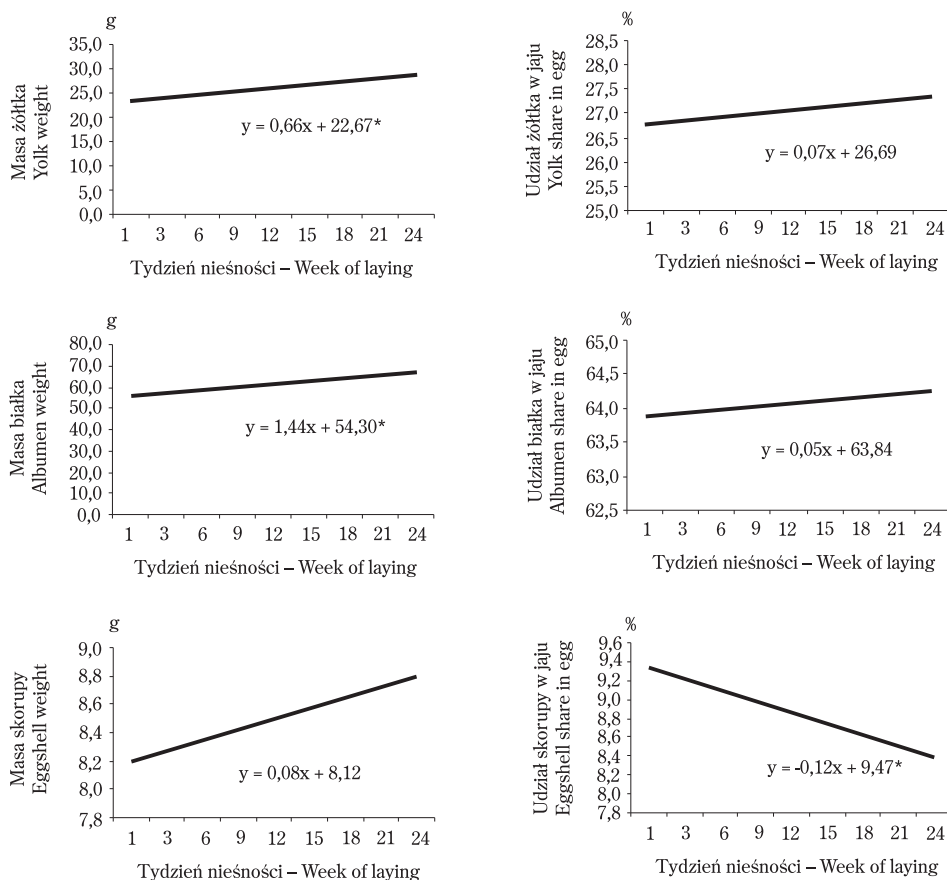
Jaja indycze charakteryzowała największa masa żółtka i białka w szczycie i na końcu nieśności w porównaniu z jej początkiem (tab. 10, rys. 9). Masa skorupy zwiększała się w czasie nieśności ptaków, przy czym różnice między kolejnymi terminami oceny były statystycznie nieistotne. Masa żółtka zwiększyła się z 23,0 do 27,5 g, białka z 56,3 do 65,9 g, a skorupy z 8,3 do 8,8 g. Natomiast według Applegate'a i Lilburna [13] między 4. a 16. tygodniem produkcji masa żółtka w jajach indyczych zwiększała się średnio o 4,4 g, a białka o 1,1 g. Podobne wyniki uzyskali inni autorzy [28] w trzech zestawach rodzicielskich indyków typu średniociężkiego i ciężkiego.

Tabela 10. Składniki morfologiczne jaj indyczych w trzech terminach nieśności
Table 10. Morphological composition of turkey eggs at three dates of the laying period

Termin nieśności Date of laying	Masa i udział w jaju Weight and share in egg						
	żółtka yolk		białka albumen		skorupy eggshell		
	g	%	g	%	g	%	
Początek Early	\bar{x} SEM	23,0 b 0,3	26,3 b 0,4	56,3 b 0,9	64,3 0,5	8,3 0,1	9,4 a 0,1
Szczyt Peak	\bar{x} SEM	27,5 a 0,6	28,1 a 0,6	62,3 a 2,0	63,3 0,7	8,4 0,2	8,6 b 0,2
Koniec Late	\bar{x} SEM	27,4 a 0,8	26,8 ab 0,3	65,9 a 1,8	64,6 0,3	8,8 0,1	8,6 b 0,3
Ogółem Total	\bar{x} SEM	25,2 0,5	26,9 0,3	60,2 1,0	64,1 0,3	8,4 0,1	9,0 0,1

Objaśnienia jak w tabeli 3 – Explanations, see Table 3

Procentowy udział żółtka i białka w jajach zwiększał się w czasie nieśności ptaków, a skorupy istotnie zmalał, co potwierdzono za pomocą równań regresji liniowej, które posłużyły do wykreślenia trendów czasowych tych cech (rys. 9).



* trend czasowy statystycznie istotny ($P \leq 0,05$)
significant time trend ($P \leq 0.05$)

Rys. 9. Trendy czasowe składników morfologicznych jaj indyckich w okresie nieśności

Fig. 9. Time trends of morphological composition of turkey eggs over the laying period

W badaniach własnych odnotowano zwiększenie masy żółtka (tab. 10), a zmniejszenie jego indeksu (tab. 11, rys. 10) w kolejnych terminach oceny, co było związane ze zwiększeniem się średnicy żółtka z równoczesnym zmniejszeniem się wysokości. Faruga i in. [28] stwierdzili wzrost indeksu żółtka w jajach indyckich między 11. tygodniem (40,2%) a 20. tygodniem produkcji (45,7%). Mimo wykazanych zmian w masie i indeksie żółtka, jego objętość nie zmieniała się w czasie nieśności i wynosiła średnio $21,8 \text{ cm}^3$ (tab. 11, rys. 10). Największą powierzchnią charakteryzowały się żółtka jaj zniesionych w szczycie nieśności indyckek.

Tabela 11. Cechy treści jaj indyckich w trzech terminach nieśności
 Table 11. Egg content traits in turkey at three dates of the laying period

Termin nieśności Date of laying	Żółtko - Yolk				Wysokość białka gęstego Thick albumen height (mm)	
	indeks index (%)	objętość volume (cm ³)	powierzchnia area (cm ²)	barwa (pkt.) colour (scores)		
Początek Early	\bar{x} SEM	44,6 a 0,7	21,0 0,6	29,3 b 0,6	4,8 0,1	7,7 a 0,3
Szczyt Peak	\bar{x} SEM	37,4 b 0,8	23,2 0,7	32,0 a 0,8	5,2 0,3	6,4 b 0,3
Koniec Late	\bar{x} SEM	38,9 b 1,3	21,8 0,4	30,6 ab 0,6	4,9 0,2	6,7 ab 0,3
Ogółem Total	\bar{x} SEM	41,4 0,7	21,8 0,4	30,3 0,4	4,9 0,1	7,1 0,2

Objaśnienia jak w tabeli 3 - Explanations, see Table 3

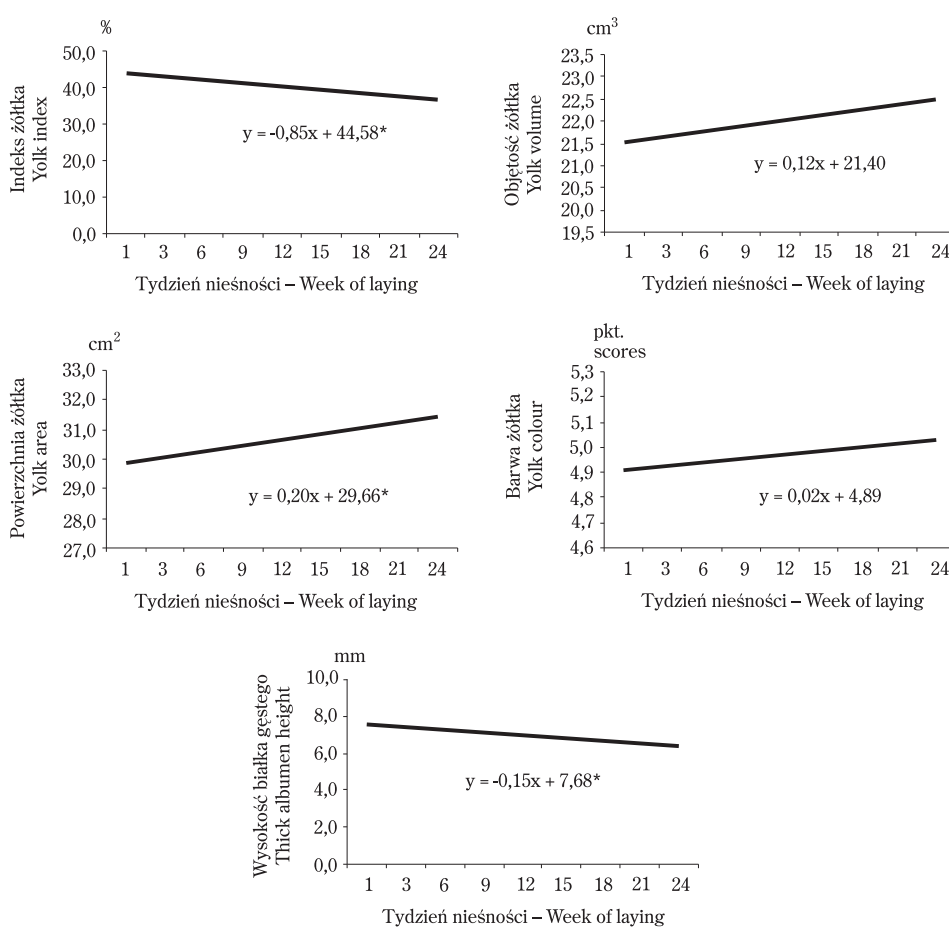
Intensywność barwy żółtka w kolejnych tygodniach nieśności indyczek Big 6 była podobna i nie różniła się statystycznie między terminami oceny. Najmniejszą wysokość białka gęstego stwierdzono w szczycie nieśności (6,4 mm), a trend czasowy tej cechy wykazywał niewielką tendencję malejącą (rys. 10). Świadczy to o nieznacznie pogarszającej się jakości treści jaj w czasie okresu reprodukcyjnego indyczek.

Analiza wartości współczynników korelacji prostej między wybranymi cechami jaj (tab. 12) wykazała, że zwiększenie masy jaj indyckich było powiązane ze zwiększeniem ich wymiarów, a także masy żółtka, białka i skorupy. Dodatkowo i statystycznie istotne współczynniki korelacji między szerokością i długością jaj a ich składnikami morfologicznymi wskazują, że masa i wymiary jaj mogą stanowić zmienne niezależne, a tym samym mogą być dobrym wskaźnikiem masy żółtka, białka i skorupy przy ich szacowaniu za pomocą równań regresji wielokrotnej.

Współczynnik korelacji 0,514 między masą skorupy a jej grubością świadczy o tym, że wraz ze zwiększeniem masy skorupy powinna zwiększyć się jej grubość. Należy jednak wziąć pod uwagę, iż nadmierne zwiększenie masy i grubości skorupy może sprzyjać powstawaniu specyficznych wad budowy skorupy jaja indyckiego (matowości, ziarnistości), które istotnie pogarszają wyniki lęgu jaj [69, 70].

W badaniach własnych wykazano również ujemne i statystycznie istotne zależności między masą i powierzchnią jaja oraz żółtka a wysokością białka gęstego. Objętość i powierzchnia żółtka były wysoko skorelowane ze sobą (0,989) oraz istotnie z masą żółtka (tab. 12).

Uwzględniając zależności między łatwo mierzalnymi cechami budowy jaj indyckich a ich składnikami morfologicznymi, obliczono równania regresji wielokrotnej (tab. 13). Najwyższy współczynnik determinacji (0,94), świadczący o wiarygodności zaproponowanych równań, uzyskano dla równania nr 5, służącego do szacowania masy białka w jajach indyckich. Równania cechowały się małymi błędami standardowymi estymacji: równanie nr 4 do szacowania masy żółtka - $\pm 1,66$ g, równanie nr 5 do szacowania masy białka - $\pm 1,61$ g oraz równanie nr 6 do szacowania masy skorupy jaja - $\pm 0,54$ g.



* trend czasowy statystycznie istotny ($P \leq 0,05$)
significant time trend ($P \leq 0,05$)

Rys. 10. Trendy czasowe cech treści jaj indyckich w okresie nieśności
Fig. 10. Time trends of egg content traits in turkey over the laying period

Tabela 12. Współczynniki korelacji prostej (r_{xy}) między wybranymi cechami jaj indyckich
 Table 12. Simple correlation coefficients (r_{xy}) between choosen egg traits in turkey

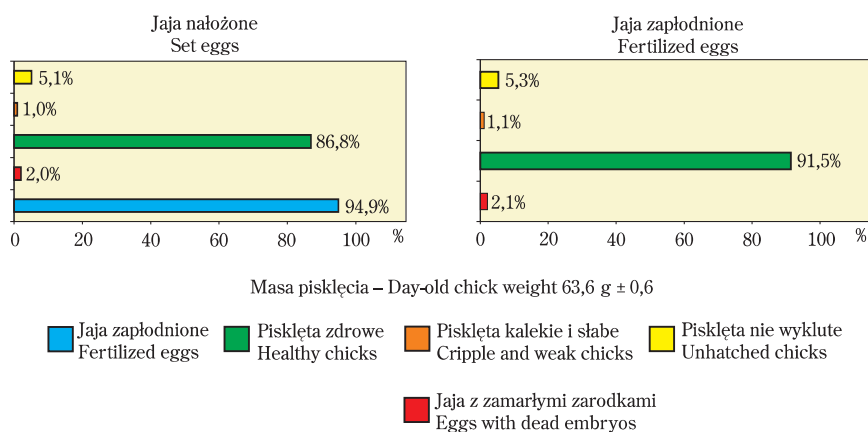
Numer cechy Trait number	Cecha skorelowana - współczynnik korelacji Correlated trait - correlation coefficient													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
2	0,938*													
3	0,829*	0,630*												
4	0,999*	0,938*	0,832*											
5	-0,109	-0,030	-0,113	-0,107										
6	0,281	0,284	0,108	0,278	-0,273									
7	-0,023	0,021	-0,033	-0,018	-0,205	0,046								
8	-0,198	-0,135	-0,278	-0,195	0,026	-0,057	0,315*							
9	0,814*	0,757*	0,774*	0,813*	0,035	0,087	0,007	-0,139						
10	0,968*	0,912*	0,769*	0,998*	-0,145	0,320*	-0,081	-0,212	0,649*					
11	0,467*	0,427*	0,421*	0,471*	-0,226	0,295	0,514*	0,022	0,262	0,433*				
12	0,033	0,053	0,086	0,029	0,398*	-0,092	-0,142	-0,125	0,405*	-0,111	-0,254			
13	0,121	0,144	0,143	0,118	0,394*	-0,067	-0,128	-0,142	0,488*	-0,030	-0,226	0,989*		
14	-0,391*	-0,259	-0,471*	-0,394*	0,074	-0,271	-0,014	-0,068	-0,469*	-0,300	-0,305	-0,028	-0,101	

Objaśnienia jak w tabeli 6 – Explanations, see Table 6

Tabela 13. Równania regresji wielokrotnej do szacowania składników morfologicznych jaj indyckich
 Table 13. Multiple regression equations for estimating the morphological composition of turkey eggs

Zmienne niezależne Independent variables	Numery równań Numbers of equations	Równania regresji wielokrotnej Multiple regression equations	Standardowe błędy średniej Standard errors of the mean (SEM)	Współczynniki determinacji Determination coefficients	Wartości szacowanej cechy Values of estimated trait (g)
Masa żółtka – Yolk weight (y_4)					
Masa jaja (x_1) Egg weight (x_1) Szerokość jaja (x_2) Egg width (x_2) Długość jaja (x_3) Egg length (x_3)	4	$y_4 = -53,257 - 0,017x_1 + 0,840x_2 + 0,556x_3$	$\pm 1,66$	0,69	25,2
Masa białka – Albumen weight (y_5)					
Masa jaja (x_1) Egg weight (x_1) Szerokość jaja (x_2) Egg width (x_2) Długość jaja (x_3) Egg length (x_3)	5	$y_5 = 50,883 + 1,002x_1 - 0,877x_2 - 0,596x_3$	$\pm 1,61$	0,94	60,2
Masa skorupy – Eggshell weight (y_6)					
Masa jaja (x_1) Egg weight (x_1) Szerokość jaja (x_2) Egg width (x_2) Długość jaja (x_3) Egg length (x_3)	6	$y_6 = 2,375 + 0,015x_1 + 0,038x_2 + 0,041x_3$	$\pm 0,54$	0,47	8,4

Oceniając wyniki lęgu jaj i wylęgu piskląt (rys. 11) stwierdzono, że zestaw rodzicielski Big 6 charakteryzował się dużym zapłodnieniem jaj (94,9%), wylęg piskląt zdrowych z jaj nałożonych wynosił 86,8%, a z jaj zapłodnionych 91,5% (rys. 11). W doświadczeniach przeprowadzonych przez innych autorów [23, 30] wylęg indycząt należących do typu ciężkiego kształtował się na poziomie od 73,5 do 91% i zależał od masy jaja wylęgowego oraz warunków fizycznych w komorach lęgowej i klujnikowej.



Rys. 11. Wyniki lęgu jaj i wylęgu piskląt indyczych
 Fig. 11. Hatchability results of turkey eggs and chicks

Jaja, z których pozyskano pisklęta zdrowe, ważyły średnio 92,3 g, masa żółtka wynosiła 25,1 g, białka 58,8 i skorupy 8,5 g (tab. 14). Masa żółtka i białka oraz jaj, z których uzyskano zdrowe pisklęta, były statystycznie istotnie mniejsze niż jaj, z których wylęgło się 1,1% piskląt kalekich i słabych z jaj nałożonych oraz 1,0% z jaj zapłodnionych (tab. 14, rys. 11). Masa i składniki morfologiczne jaj nie zapłodnionych, z zamaryłymi zarodkami i pisklętami nie wykłutymi oraz tych, z których pozyskano pisklęta zdrowe, nie różniły się istotnie między sobą.

Wyniki wskazują, że z jaj indyczych o największej masie żółtka i białka wylęgają się pisklęta kalekie i słabe (tab. 14). Średnia masa ciała pisklęcia jednodniowego pochodzącego z zestawu Big 6 wynosiła 63,6 g (rys. 11) i była o około 9 g większa niż piskląt BUT ocenionych w doświadczeniu Colesa i in. [24].

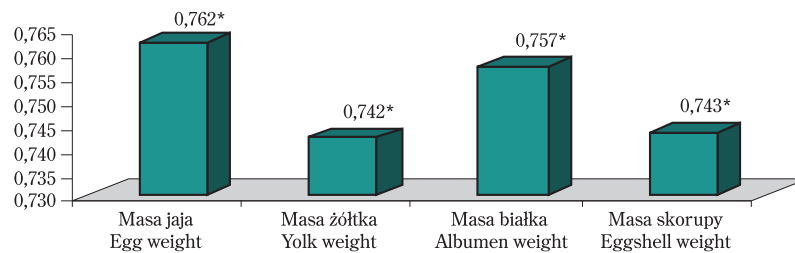
Tabela 14. Wyniki lęgu jaj i wylęgu piskląt w zależności od składu morfologicznego jaj indyckich

Table 14. Hatchability results of turkey eggs and chicks depending on the morphological composition of eggs in turkey

Wyszczególnienie Specification	Masa jaja Egg weight (g)	Masa i udział w jaju Weight and share in egg						
		żółtka yolk		białka albumen		skorupy eggshell		
		g	%	g	%	g	%	
Jaja nie zapłodnione Non fertilized eggs	\bar{x} SEM	93,8 b 3,1	25,5 b 0,8	27,2 0,4	60,0 b 2,3	63,8 0,6	8,5 0,1	9,1 0,2
Jaja z zmarłymi zarodkami Eggs with dead embryos	\bar{x} SEM	86,2 b 7,9	22,8 b 2,5	26,5 0,5	55,2 b 5,0	64,0 0,1	8,2 0,3	9,6 0,5
Pisklęta zdrowe Healthy chicks	\bar{x} SEM	92,3 b 0,7	25,1 b 0,2	27,2 0,1	58,8 b 0,5	63,7 0,1	8,5 0,1	9,2 0,1
Pisklęta kalekie i słabe Crippled and weak chicks	\bar{x} SEM	103,9 a 0,1	28,1 a 0,1	27,2 0,1	66,9 a 1,0	64,4 0,1	8,8 0,1	8,5 0,1
Pisklęta nie wyklute Unhatched chicks	\bar{x} SEM	90,5 b 1,7	24,7 b 0,5	27,3 0,2	57,5 b 1,1	63,5 0,2	8,4 0,1	9,3 0,1
Ogółem Total	\bar{x} SEM	92,3 0,7	25,1 0,2	27,2 0,1	58,8 0,5	63,7 0,1	8,5 0,1	9,2 0,1

Objaśnienia jak w tabeli 3 - Explanations, see Table 3

W badaniach własnych wykazano również (rys. 12), że masa ciała jednodniowych indycząt była dodatnio i istotnie skorelowana z masą jaja (0,762), żółtka (0,742) i białka (0,757) oraz skorupy (0,743).



* współczynnik korelacji statystycznie istotny ($P \leq 0,05$)
 significant correlation coefficient ($P \leq 0,05$)

Rys. 12. Współczynniki korelacji prostej (r_{xy}) między masą pisklęcia a masą jaja i jego składnikami morfologicznymi u indyków

Fig. 12. Simple correlation coefficients (r_{xy}) between the chick weight, egg weight and morphological composition of turkey eggs

3.3. JAJA PERLICZE

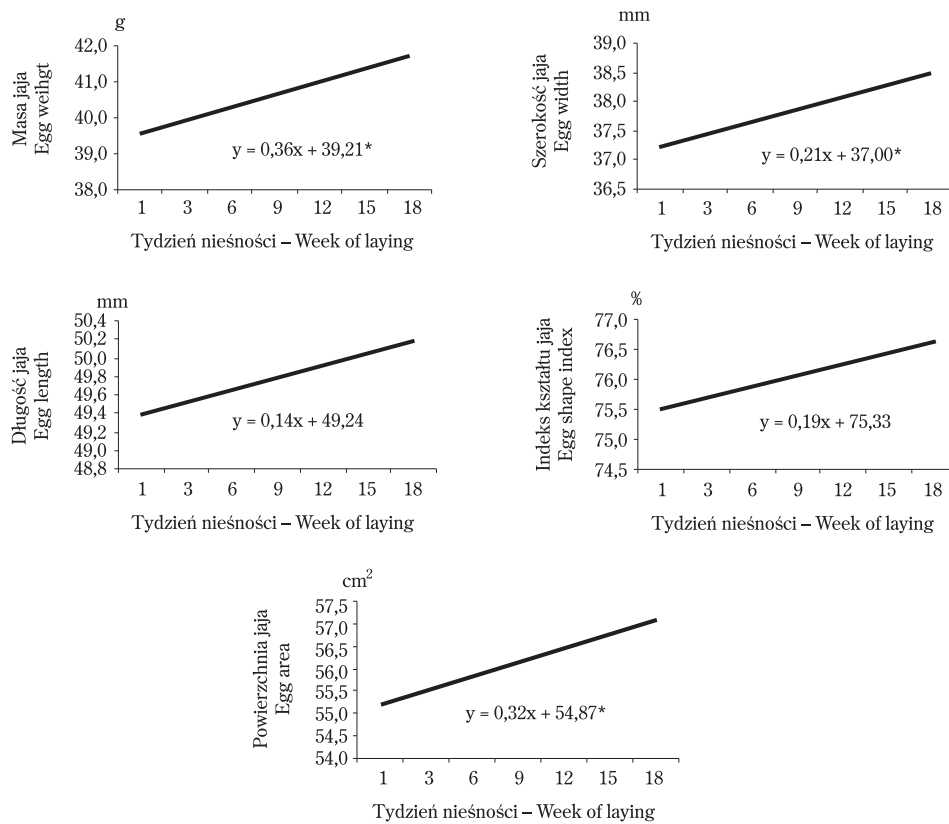
Analiza zmian cech budowy jaj (tab. 15, rys. 13) wykazała, że ich masa i powierzchnia w okresie reprodukcyjnym perlic nieznacznie się zwiększyła. Podobny wzrost odnotowali w swoim doświadczeniu Bernacki i Heller [19] – z 34,0 g na początku nieśności do 42,3 g na jej końcu. Nieco mniejszą masę jaj – od 29,1 g w 34. tygodniu życia do 36,3 g w 52. tygodniu – stwierdzono u perlic utrzymywanych za granicą [78]. W badaniach własnych wykazano, że średnia masa jaj w całym okresie reprodukcji wynosiła 40,8 g (tab. 15) i była zbliżona do wartości podawanej w piśmiennictwie [10, 29, 53].

Wymiary jaj oraz wyznaczone na ich podstawie indeks kształtu jaja zwiększały się nieznacznie w czasie nieśności (tab. 15), co potwierdzono za pomocą równań regresji liniowej, które posłużyły do wykreślenia trendów czasowych tych cech (rys. 13). W doświadczeniu własnym indeks jaj był o około 2% mniejszy niż obliczony przez innych autorów [19, 53], natomiast wartości charakteryzujące elastyczne odkształcenie skorupy podobne (od $9,0 \mu\text{m} \cdot \text{cm}^{-2}$ do $14,1 \mu\text{m} \cdot \text{cm}^{-2}$). Odkształcenie zwiększało się w czasie nieśności perlic, natomiast grubość i gęstość skorupy malały (tab. 15, rys. 14). Świadczy to o pogarszającej się jakości skorupy w czasie nieśności ptaków. Jedynie wytrzymałość skorupy w czasie całego okresu reprodukcyjnego przyjmowała podobną wartość.

Tabela 15. Budowa jaj perliczych w trzech terminach nieśności
 Table 15. Egg structure traits in guinea fowl at three dates of the egg-laying period

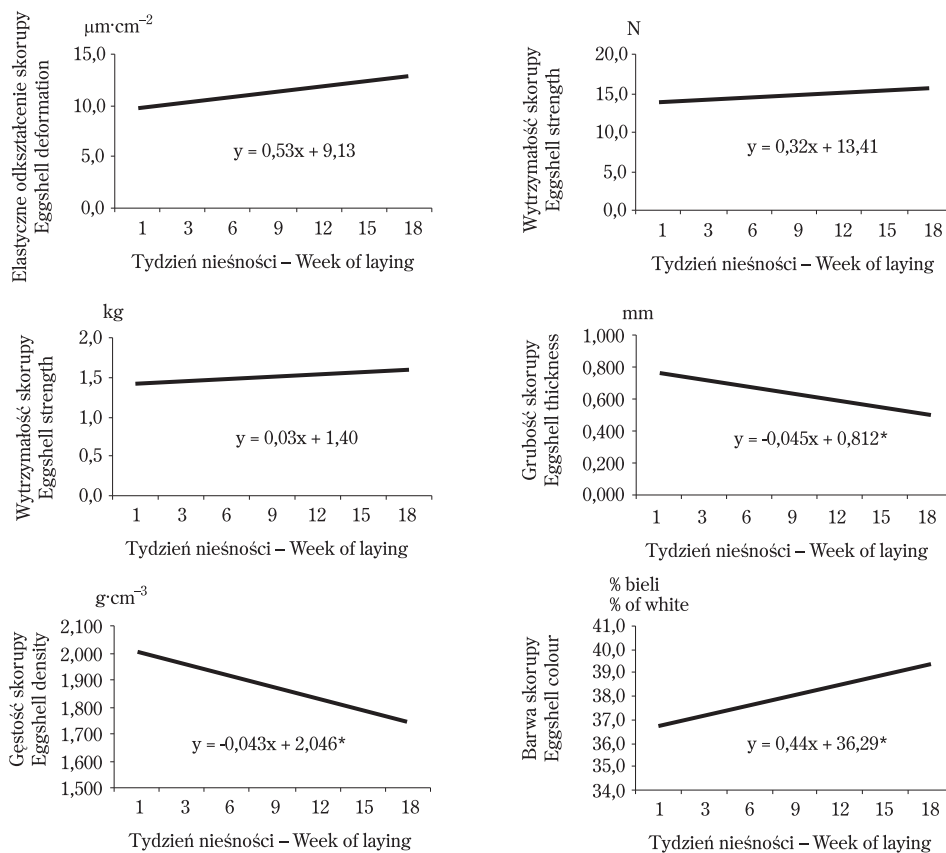
Termin nieśności Date of laying	Masa jaja Egg weight (g)	Wymiary jaja Egg dimensions (mm)		Indeks kształtu jaja Egg shape index (%)	Powierzchnia jaja Egg area (cm ²)	Elastyczne odkształcenie skorupy Eggshell deformation ($\mu\text{m} \cdot \text{cm}^{-2}$)	Wytrzymałość skorupy Eggshell strength		Grubość skorupy Eggshell thickness (mm)	Gęstość skorupy Eggshell density (g · cm ⁻³)	Barwa skorupy (% bieli) Eggshell colour (% of white)	
		szerokość width	długość length				(N)	(kg)				
Początek Early	\bar{x} SEM	39,6 b 0,5	37,3 b 0,2	49,5 0,3	75,5 0,3	55,2 b 0,5	10,8 b 0,4	13,5 2,1	1,4 0,2	0,742 a 0,039	2,007 a 0,080	37,6 ab 5,2
Szczyt Peak	\bar{x} SEM	41,7 a 0,5	38,2 a 0,2	49,8 0,3	76,7 0,4	57,1 a 0,5	9,0 b 0,4	16,5 2,3	1,7 0,3	0,580 b 0,023	1,727 b 0,068	36,5 b 0,6
Koniec Late	\bar{x} SEM	41,2 ab 0,6	38,3 a 0,2	50,2 0,3	76,3 0,4	56,6 ab 2,8	14,1 a 1,2	14,7 2,3	1,5 0,2	0,524 b 0,010	1,822 ab 0,081	40,3 a 7,3
Ogółem Total	\bar{x} SEM	40,8 0,3	38,0 0,1	49,9 0,2	76,2 0,2	56,3 2,8	11,3 0,5	14,9 1,3	1,5 0,1	0,615 0,018	1,852 0,045	38,1 0,6

Objaśnienia jak w tabeli 3 - Explanations, see Table 3



* trend czasowy statystycznie istotny ($P \leq 0,05$)
 significant time trend ($P \leq 0.05$)

Rys. 13. Trendy czasowe cech budowy jaj perliczych w okresie nieśności
 Fig. 13. Time trends of egg structure traits in guinea fowl over the laying period



* trend czasowy statystycznie istotny ($P \leq 0,05$)
 significant time trend ($P \leq 0,05$)

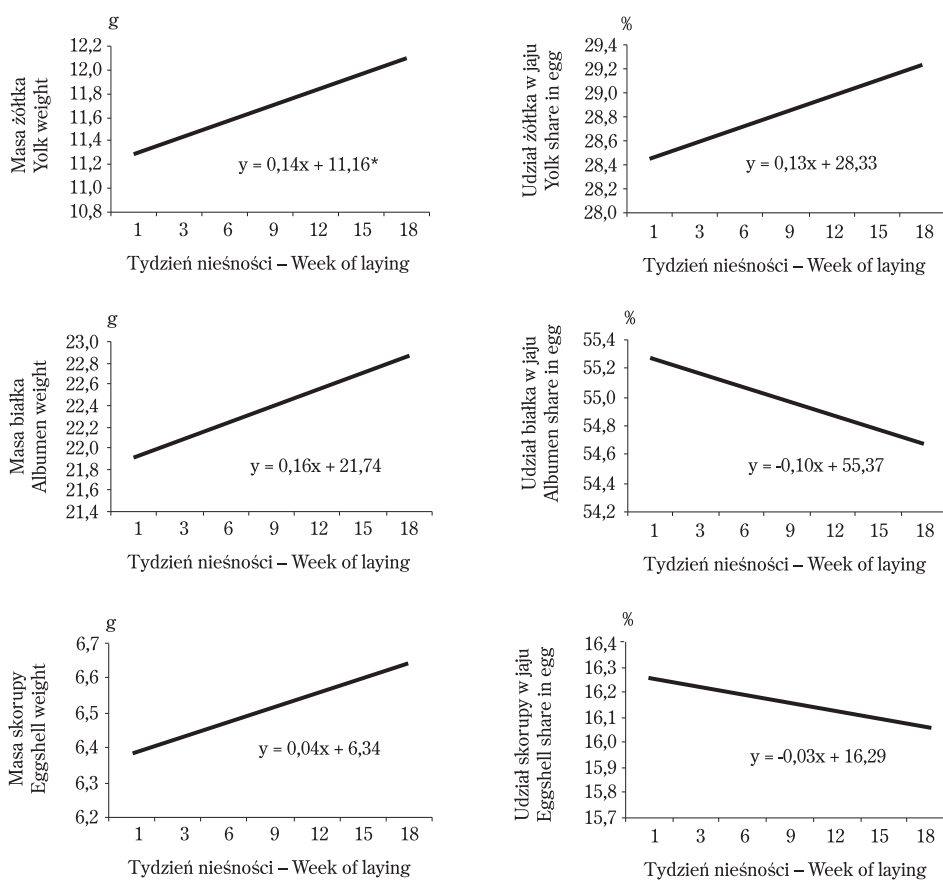
Rys. 14. Trendy czasowe cech skorupy jaj perliczych w okresie nieśności
 Fig. 14. Time trends of eggshell traits in guinea fowl over the laying period

Odwrotne tendencje w kształtowaniu się grubości skorupy jak w doświadczeniu własnym, wykazali Bernacki i Heller [19], którzy odnotowali jej wzrost podczas okresu reprodukcyjnego z 0,470 do 0,500 mm. W innym doświadczeniu [10] grubość skorupy na początku i na końcu nieśności perlic była taka sama.

Podobne wyniki do przedstawionych w pracy uzyskali Oke i in. [78], którzy stwierdzili zmniejszenie się grubość skorupy w czasie okresu reprodukcyjnego perlic, natomiast zwiększanie się masy żółtka i białka między 34. a 52. tygodniem życia perlic. Zbliżone wyniki uzyskano w badaniach własnych (rys. 15, tab. 16), przy czym masa żółtka w jajach zwiększyła się istotnie ($P \leq 0,05$) z 11,3 do 12,0 g, białka z 21,9 do 22,6 g, a skorupy z 6,4 do 6,6 g. Nieco większą masę żółtka (13,0 g) jaj perli-

czych stwierdzono w badaniach zagranicznych [29], zaś podobną w doświadczeniach krajowych [19].

Wartości średnie obliczone w kolejnych terminach oceny jaj oraz wykreślone trendy czasowe składników morfologicznych (tab. 16, rys. 15) wskazują, że w okresie nieśności perlic procentowy udział żółtka w jajach zwiększał się, natomiast białka i skorupy zmniejszał, co jest zbliżone do wyników przedstawionych w piśmiennictwie [19, 78].



* trend czasowy statystycznie istotny ($P \leq 0,05$)
significant time trend ($P \leq 0,05$)

Rys. 15. Trendy czasowe składników morfologicznych jaj perliczych w okresie nieśności

Fig. 15. Time trends of morphological composition of guinea fowl eggs over the laying period

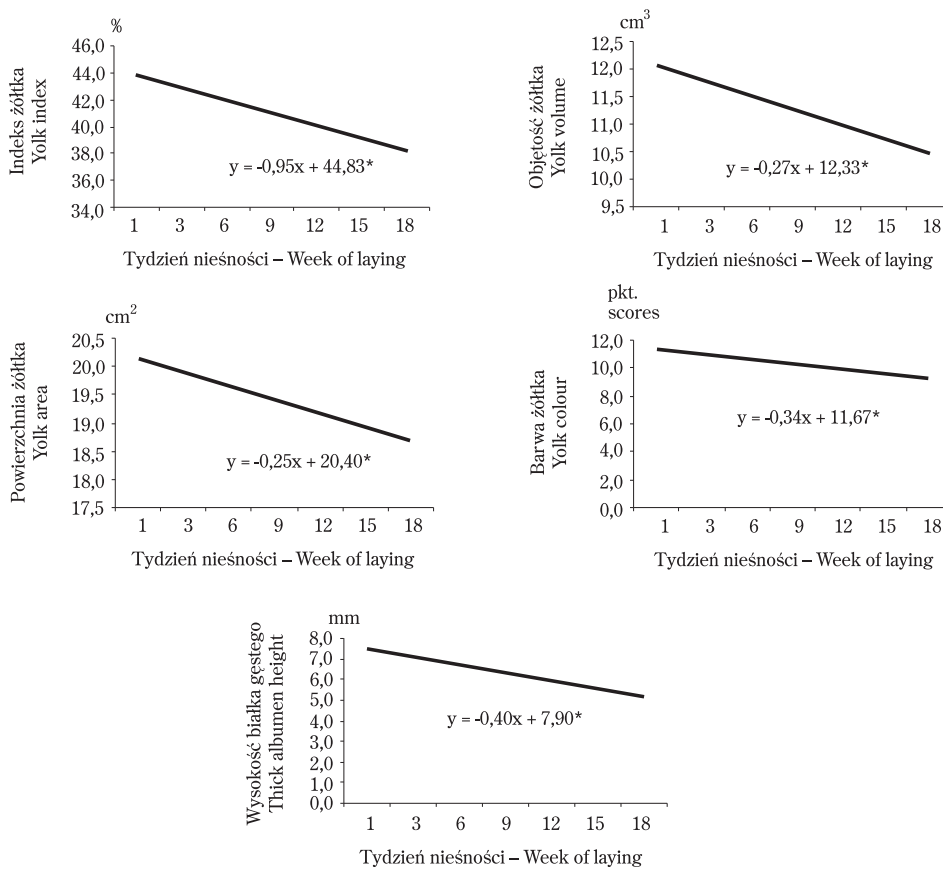
Tabela 16. Składniki morfologiczne jaj perliczych w trzech terminach nieśności
 Table 16. Morphological composition of guinea fowl eggs at three dates of the laying period

Termin nieśności Date of laying		Masa i udział w jajach Weight and share in egg					
		żółtka yolk		białka albumen		skorupy eggshell	
		g	%	g	%	g	%
Początek Early	\bar{x} SEM	11,3 b 0,1	28,5 0,3	21,9 0,4	55,2 0,4	6,4 0,1	16,3 0,2
Szczyt Peak	\bar{x} SEM	12,1 a 0,2	29,1 0,6	22,9 0,6	54,9 0,7	6,6 0,1	15,9 0,2
Koniec Late	\bar{x} SEM	12,0 a 0,2	29,1 0,5	22,6 0,5	54,7 0,6	6,6 0,1	16,2 0,3
Ogółem Total	\bar{x} SEM	11,8 0,1	28,9 0,3	22,5 0,3	55,0 0,3	6,6 0,1	16,1 0,1

Objaśnienia jak w tabeli 3 – Explanations, see Table 3

Masa i procentowy udział żółtka w jajach perliczych w czasie nieśności zwiększały się, a indeks, objętość i powierzchnia żółtka zmniejszały (rys. 16, tab. 17). Zmieniającą się wartość indeksu żółtka w jajach perliczych z 44,2 do 40,7% i zmiany intensywności barwy żółtka w czasie pierwszego okresu nieśności wykazali Bernacki i Heller [19]. W badaniach własnych intensywność barwy żółtka jaj perliczych zmieniła się (rys. 16, tab. 17) z 11,2 do 9,6 pkt. Zważywszy na to, że perlice żywiono taką samą mieszanką paszową w całym okresie reprodukcyjnym, różnice w barwie żółtka można przypisać intensywnej nieśności i gorszemu wykorzystaniu barwników paszy, począwszy od szczytu reprodukcji.

O pogarszającej się jakości jaj perliczych w czasie nieśności świadczą, oprócz zmian w budowie i cechach fizycznych żółtka (rys. 16, tab. 17), także statystycznie istotne ($P \leq 0,05$) zmniejszenie wysokości białka gęstego – z 7,2 na początku do 5,2 mm na końcu nieśności, co znalazło potwierdzenie w innej pracy dotyczącej jaj perliczych [19].



* trend czasowy statystycznie istotny ($P \leq 0,05$)
 significant time trend ($P \leq 0,05$)

Rys. 16. Trendy czasowe cech treści jaj perliczych w okresie nieśności
 Fig. 16. Time trends of egg content traits in guinea fowl over the laying period

W doświadczeniu własnym uzyskano wysokie dodatnie i statystycznie istotne współczynniki korelacji między masą jaj a ich wymiarami zewnętrznymi (tab. 18). Współczynniki korelacji między tymi cechami, obliczone przez innych autorów [78], wynosiły od 0,590 do 0,690 i były mniejsze od podanych w pracy (0,826 i 0,761). Korelacje między masą jaj perliczych a ich składnikami morfologicznymi wskazują, że zwiększeniu masy jaj towarzyszy zwiększenie masy żółtka, białka i skorupy. Kuźniacka i in. [53] odnotowali podobne wartości współczynników korelacji prostej między masą żółtka i białka a masą jaj oraz znacznie mniejszą wartość współczynnika korelacji (0,233) między masą skorupy a masą jaj.

Tabela 17. Cechy treści jaj perliczych w trzech terminach nieśności
 Table 17. Egg content traits in guinea fowl at three dates of the laying period

Termin nieśności Date of laying	Żółtko - Yolk				Wysokość białka gęstego Thick albumen height (mm)	
	indeks index (%)	objętość volume (cm ³)	powierzchnia area (cm ²)	barwa (pkt.) colour (scores)		
Początek Early	\bar{x} SEM	42,9 a 0,4	11,8 a 0,3	19,9 a 0,3	11,2 a 0,3	7,2 a 0,3
Szczyt Peak	\bar{x} SEM	41,4 a 0,9	11,3 ab 0,3	19,5 ab 0,4	9,7 b 0,3	6,1 b 0,3
Koniec Late	\bar{x} SEM	37,9 b 0,7	10,4 b 0,2	18,6 b 0,3	9,6 b 0,2	5,2 c 0,2
Ogółem Total	\bar{x} SEM	40,7 0,5	11,1 0,2	19,3 0,2	10,2 0,2	6,2 0,2

Objaśnienia jak w tabeli 3 - Explanations, see Table 3

Obliczone w pracy dodatnie i istotne współczynniki korelacji między wymiarami jaj a ich składnikami morfologicznymi świadczą o prawidłowym wyborze szerokości i długości jaj jako zmiennych niezależnych w równaniach regresji wielokrotnej do szacowania masy żółtka, białka i skorupy. Stwierdzono również (tab. 18), że elastyczne odkształcenie skorupy było ujemnie i nisko skorelowane z większością cech, a statystycznie istotnie potwierdzone ($P \leq 0,05$) tylko w przypadku grubości i masy skorupy. O bezpośrednim wpływie na zmiany cech fizycznych treści jaj perliczych świadczy zwiększanie się objętości i powierzchni żółtka w jajach perliczym wraz ze zwiększaniem się wysokości białka gęstego ($r = 0,420$ i $0,370$).

Współczynniki korelacji między łatwo mierzalnymi cechami budowy jaj, posłużyły do obliczenia równań regresji wielokrotnej (nr 7, 8 i 9) do szacowania składników morfologicznych jaj (tab. 19). Najbardziej wiarygodnym jest równanie do szacowania masy białka, o czym świadczy wysoki współczynnik determinacji (0,90). Uzyskane równania cechują się małymi błędami standardowymi, wynoszącymi dla masy żółtka $\pm 0,91$, dla masy białka $\pm 1,11$, a dla skorupy $\pm 0,54$.

Tabela 18. Współczynniki korelacji prostej (r_{xy}) między wybranymi cechami jaj perliczych
 Table 18. Simple correlation coefficients (r_{xy}) between choosen egg traits in guinea fowl

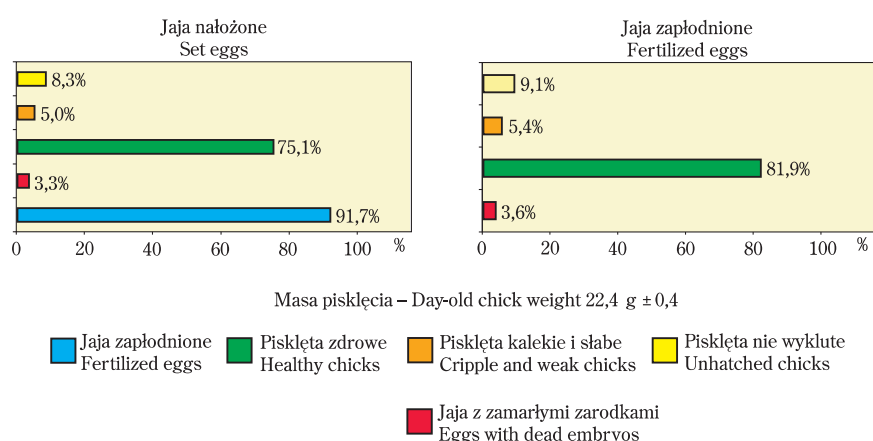
Numer cechy Trait number	Cecha skorelowana - współczynnik korelacji Correlated trait - correlation coefficient													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
2	0,826*													
3	0,761*	0,561*												
4	0,999*	0,826*	0,760*											
5	-0,171	0,020	0,063	-0,174										
6	0,066	0,020	0,032	0,065	-0,147									
7	-0,005	-0,171	0,016	-0,003	-0,241*	0,102								
8	0,116	0,037	0,193	0,115	0,006	0,065	0,361*							
9	0,496*	0,534*	0,390*	0,497*	-0,098	-0,020	-0,020	0,133						
10	0,894*	0,699*	0,654*	0,893*	-0,101	0,068	-0,044	0,076	0,102					
11	0,476*	0,337*	0,450*	0,478*	-0,272*	0,084	0,191	0,036	0,314*	0,204				
12	0,282*	0,146	0,266*	0,282*	-0,056	0,021	0,217*	0,034	0,125	0,254*	0,150			
13	0,308*	0,181	0,307*	0,308*	-0,045	0,023	0,179	0,022	0,140	0,279*	0,154	0,989*		
14	-0,035	-0,163	-0,070	-0,035	-0,108	-0,026	0,347*	0,075	0,233*	0,053	0,019	0,420*	0,370*	

Objaśnienia jak w tabeli 6 – Explanations, see Table 6

Tabela 19. Równania regresji wielokrotnej do szacowania składników morfologicznych jaj perliczych
 Table 19. Multiple regression equations for estimating the morphological composition of guinea fowl eggs

Zmienne niezależne Independent variables	Numery równań Numbers of equations	Równania regresji wielokrotnej Multiple regression equations	Standardowe błędy średniej Standard errors of the mean (SEM)	Współczynniki determinacji Determination coefficients	Wartości szacowanej cechy Values of estimated trait (g)
Masa żółtka – Yolk weight (y_7)					
Masa jaja (x_1) Egg weight (x_1) Szerokość jaja (x_2) Egg width (x_2) Długość jaja (x_3) Egg length (x_3)	7	$y_7 = -9,645 + 0,031x_1 + 0,447x_2 + 0,064x_3$	$\pm 0,91$	0,55	11,8
Masa białka – Albumen weight (y_8)					
Masa jaja (x_1) Egg weight (x_1) Szerokość jaja (x_2) Egg width (x_2) Długość jaja (x_3) Egg length (x_3)	8	$y_8 = 7,049 + 0,880x_1 - 0,361x_2 - 0,136x_3$	$\pm 1,11$	0,90	22,4
Masa skorupy – Eggshell weight (y_9)					
Masa jaja (x_1) Egg weight (x_1) Szerokość jaja (x_2) Egg width (x_2) Długość jaja (x_3) Egg length (x_3)	9	$y_9 = 2,596 + 0,090x_1 - 0,086x_2 + 0,072x_3$	$\pm 0,54$	0,50	6,6

Jaja perlic charakteryzowały się dużą wartością biologiczną, o czym świadczą wyniki lęgu jaj i wylęgu piskląt (rys. 17). Zapłodnienie jaj w badaniach własnych było większe (91,7%) od podanego w piśmiennictwie [29, 53, 75, 76, 85]. W przeprowadzonym doświadczeniu piskląta zdrowe z jaj nałożonych stanowiły 75,1% wylęgu, a z jaj zapłodnionych 81,9%. Znacznie mniej piskląt zarówno z jaj nałożonych (58,5%), jak i z zapłodnionych (72,1%) uzyskano w badaniach Kuźniackiej i in. [53]. Procent piskląt kalekich i słabych z jaj nałożonych (8,2%) i z jaj zapłodnionych (10,2%) był podobny do przedstawionych w pracy. Masa ciała perlicząt jednodniowych w badaniach własnych (22,4 g) była średnio o 2,4 g mniejsza od podanej w piśmiennictwie [53] dla perlicząt pozyskanych od perlic w szczycie i na końcu nieśności.



Rys. 17. Wyniki lęgu jaj i wylęgu piskląt perliczych
Fig. 17. Hatchability results of guinea fowl eggs and chicks

Masę jaj przeznaczonych do indywidualnych lęgów i ich składniki morfologiczne oszacowane za pomocą równań regresji wielokrotnej (tab. 19) przedstawiono w tabeli 20. Jaja, w których stwierdzono zmarłe embriony oraz z których wykluły się piskląta kalekie i słabe, miały największą, statystycznie istotną masę oraz masę białka. Pozostałe jaja wylęgowe charakteryzowała podobna masa i skład morfologiczny. Nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic w masie żółtka, białka i skorupy między wszystkimi jajami przeznaczonymi do lęgów.

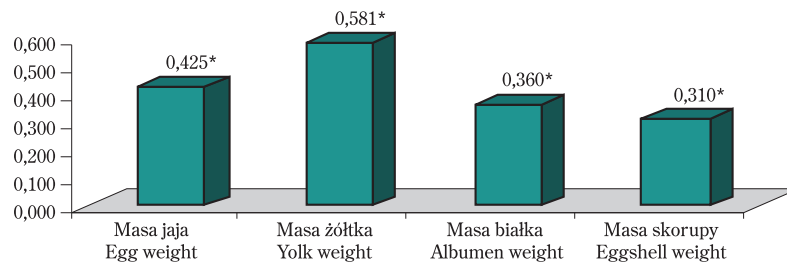
Tabela 20. Wyniki lęgu jaj i wylęgu piskląt w zależności od składników morfologicznych jaj perliczych

Table 20. Hatchability results of guinea fowl eggs and chicks depending on the morphological composition of eggs

Wyszczególnienie Specification	Masa jaja Egg weight (g)	Masa i udział w jaju Weight and share in egg						
		żółtka yolk		białka albumen		skorupy eggshell		
		g	%	g	%	g	%	
Jaja nie zapłodnione Non fertilized eggs	\bar{x} SEM	37,2 b 1,0	10,8 0,2	29,0 0,3	20,2 b 0,7	54,3 0,3	6,3 0,1	16,8 0,1
Jaja z zmarłymi zarodkami Eggs with dead embryos	\bar{x} SEM	40,1 b 0,2	11,5 0,1	28,6 0,1	22,0 b 0,2	54,9 0,2	6,6 0,1	16,6 0,1
Pisklęta zdrowe Healthy chicks	\bar{x} SEM	38,6 b 0,3	11,1 0,1	27,8 0,2	21,1 b 0,3	54,7 0,3	6,4 0,1	16,7 0,1
Pisklęta kalekie i słabe Crippled and weak chicks	\bar{x} SEM	40,5 a 0,5	11,5 0,2	28,4 0,2	22,5 a 0,3	55,5 0,5	6,6 0,1	16,3 0,2
Pisklęta nie wyklute Unhatched chicks	\bar{x} SEM	38,1 b 1,1	10,9 0,2	28,6 0,4	20,9 b 0,8	54,7 0,5	6,4 0,1	16,7 0,3
Ogółem Total	\bar{x} SEM	38,6 0,3	11,1 0,1	28,8 0,2	21,1 0,2	54,7 0,2	6,4 0,1	16,6 0,1

Objaśnienia jak w tabeli 3 - Explanations, see Table 3

Stwierdzono natomiast (rys. 18) dodatni i statystycznie istotny współczynnik korelacji prostej między masą żółtka a masą pisklęcia ($r = 0,581$). Współczynniki korelacji między masą jaja, białka i skorupy przyjmowały średnie, ale potwierdzone statystycznie wartości, mieszczące się w granicach od 0,310 do 0,425.



* współczynnik korelacji statystycznie istotny ($P \leq 0,05$)
 significant correlation coefficient ($P \leq 0,05$)

Rys. 18. Współczynniki korelacji prostej (r_{xy}) między masą pisklęcia a masą jaja i jego składnikami morfologicznymi u perlic

Fig. 18. Simple correlation coefficients (r_{xy}) between the chick weight, egg weight and morphological composition of guinea fowl eggs

3.4. JAJA BAŻANCIE

Średnia masa jaj bażantów łownych, największa na początku nieśności (31,8 g), podczas okresu reprodukcyjnego ptaków nieznacznie zmalała – do 31,2 g (tab. 21), co potwierdzono za pomocą równania regresji liniowej, wyznaczając trend czasowy tej cechy (rys. 19). Średnia masa jaj w całym okresie reprodukcyjnym wynosiła 31,4 g. Zdaniem Kuźniackiej i in. [55], masa jaj maleje średnio o 1,5 g w czasie 13 tygodni reprodukcji bażantów łownych. W innych badaniach [45] stwierdzono wyraźny wpływ wieku bażancic na masę jaj. W pierwszym okresie reprodukcyjnym pozyskiwano jaja o średniej masie 29,4 g, natomiast w drugim o masie 30,5 g. Nieco większą masę jaj bażantów łownych (32,4 g) stwierdzono w doświadczeniach Torgowskiego i in. [95, 96].

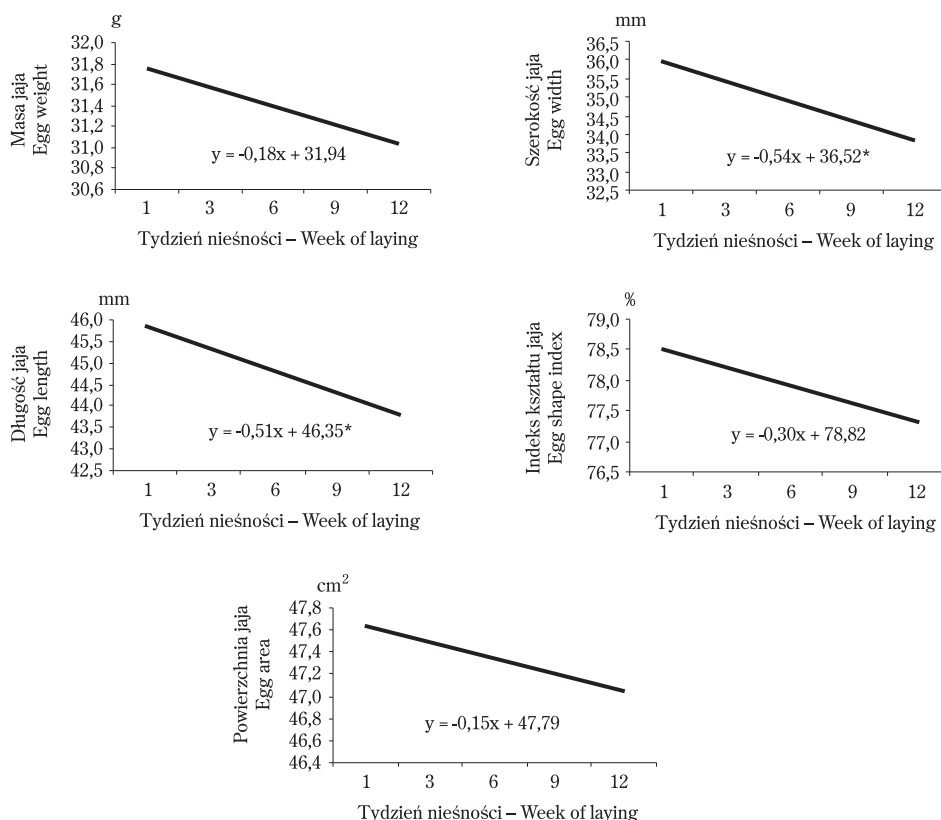
Różnice masy jaj były powiązane z barwą ich skorupy [41, 44, 46, 52]. Najlżejsze jaja (od 26,7 do 29,5 g) miały skorupy o niebieskiej barwie, zaś najcięższe (powyżej 31,2 g) – o oliwkowej. W badaniach własnych wybór jaj do analiz nie był oparty na barwie skorupy. Stwierdzono, że masa i wymiary jaj bażancich zmniejszały się podczas okresu nieśności (tab. 21, rys. 19). Szerokość i długość jaj malały proporcjonalnie, gdyż indeksy ich kształtu w całym okresie reprodukcyjnym były podobne. Zbliżone wyniki uzyskano [55] analizując zmiany jakości jaj bażancich w czasie 13-tygodniowego okresu nieśności.

Tabela 21. Budowa jaj bażancich w trzech terminach nieśności
 Table 21. Egg structure traits in pheasant at three dates of the egg-laying period

Termin nieśności Date of laying	Masa jaja Egg weight (g)	Wymiary jaja Egg dimensions (mm)		Indeks kształtu jaja Egg shape index (%)	Powierzchnia jaja Egg area (cm ²)	Elastyczne odkształcenie skorupy Eggshell deformation (μm·cm ⁻²)	Wytrzymałość skorupy Eggshell strength		Grubość skorupy Eggshell thickness (mm)	Gęstość skorupy Eggshell density (g·cm ⁻³)	Barwa skorupy (% bieli) Eggshell colour (% of white)	
		szerokość width	długość length				(N)	(kg)				
Początek Early	\bar{x} SEM	31,8 0,3	35,7 a 0,1	45,6 a 1,9	78,3 0,4	47,4 2,6	25,5 b 0,5	8,2 b 0,5	0,8 b 0,1	0,303 a 0,001	1,988 0,018	30,2 c 0,8
Szczyt Peak	\bar{x} SEM	31,0 0,3	35,3 a 0,1	45,1 a 0,2	78,4 0,4	46,9 2,3	26,9 ab 0,4	10,0 a 0,4	1,0 a 0,1	0,294 a 0,001	2,029 0,016	33,9 b 0,8
Koniec Late	\bar{x} SEM	31,2 0,3	33,9 b 0,2	43,9 b 2,7	77,3 0,6	47,2 2,1	27,6 a 0,4	10,5 a 0,4	1,1 a 0,1	0,279 b 0,001	1,998 0,019	37,8 a 0,9
Ogółem Total	\bar{x} SEM	31,4 0,2	35,0 0,1	44,9 2,2	78,0 0,3	47,3 2,4	26,7 0,3	9,5 0,3	1,0 0,1	0,292 0,001	2,005 0,010	33,9 0,5

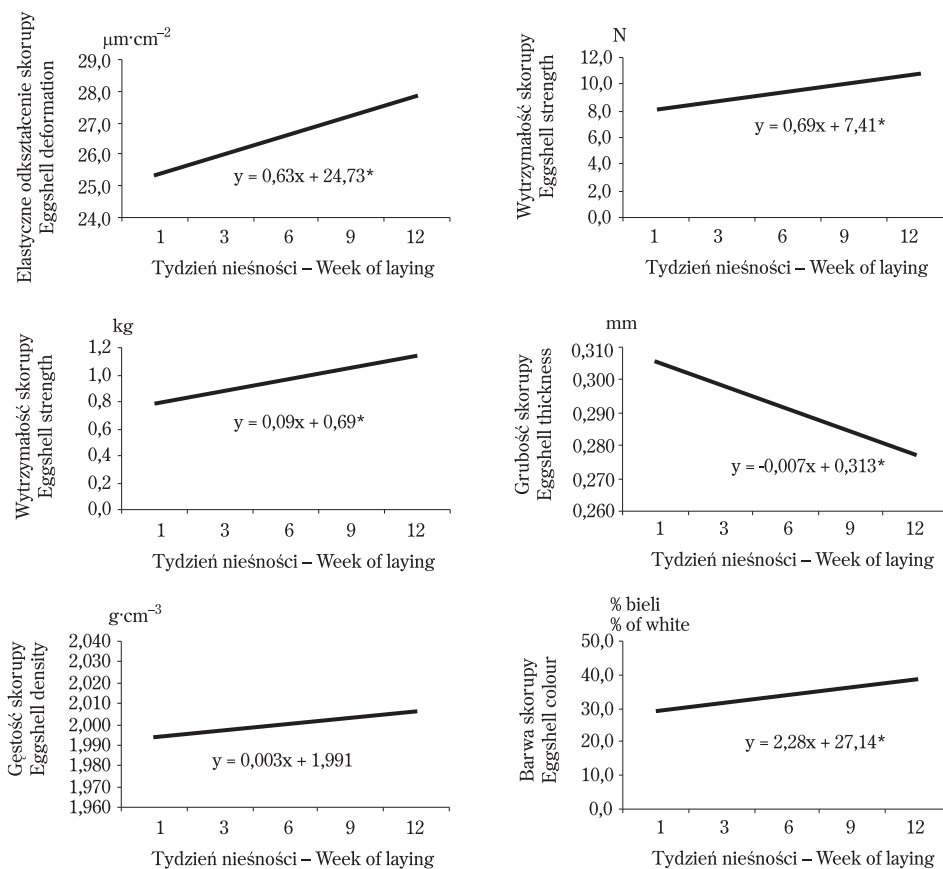
Objaśnienia jak w tabeli 3 - Explanations, see Table 3

Stwierdzono również (tab. 21, rys. 20), że jaja pochodzące z ostatnich tygodni nieśności bażantów charakteryzowały się statystycznie istotnie największym elastycznym odkształceniem skorupy ($27,6 \mu\text{m} \cdot \text{cm}^{-2}$) i jej wytrzymałością na zgniatanie (10,5 N i 1,1 kg), natomiast najmniejszą grubością (0,279 mm) – podobnie jak w innych doświadczeniach [40, 55]. Wytrzymałość skorupy jaj bażancich zmierzona przez innych autorów [75] wynosiła od 1,16 do 2,17 kg, a grubość od 0,268 do 0,285 mm.



* trend czasowy statystycznie istotny ($P \leq 0,05$)
significant time trend ($P \leq 0,05$)

Rys. 19. Trendy czasowe cech budowy jaj bażancich w okresie nieśności
Fig. 19. Time trends of egg structure traits in pheasant over the laying period



* trend czasowy statystycznie istotny ($P \leq 0,05$)
significant time trend ($P \leq 0,05$)

Rys. 20. Trendy czasowe cech skorupy jaj bażancich w okresie nieśności
Fig. 20. Time trends of eggshell traits in pheasant over the laying period

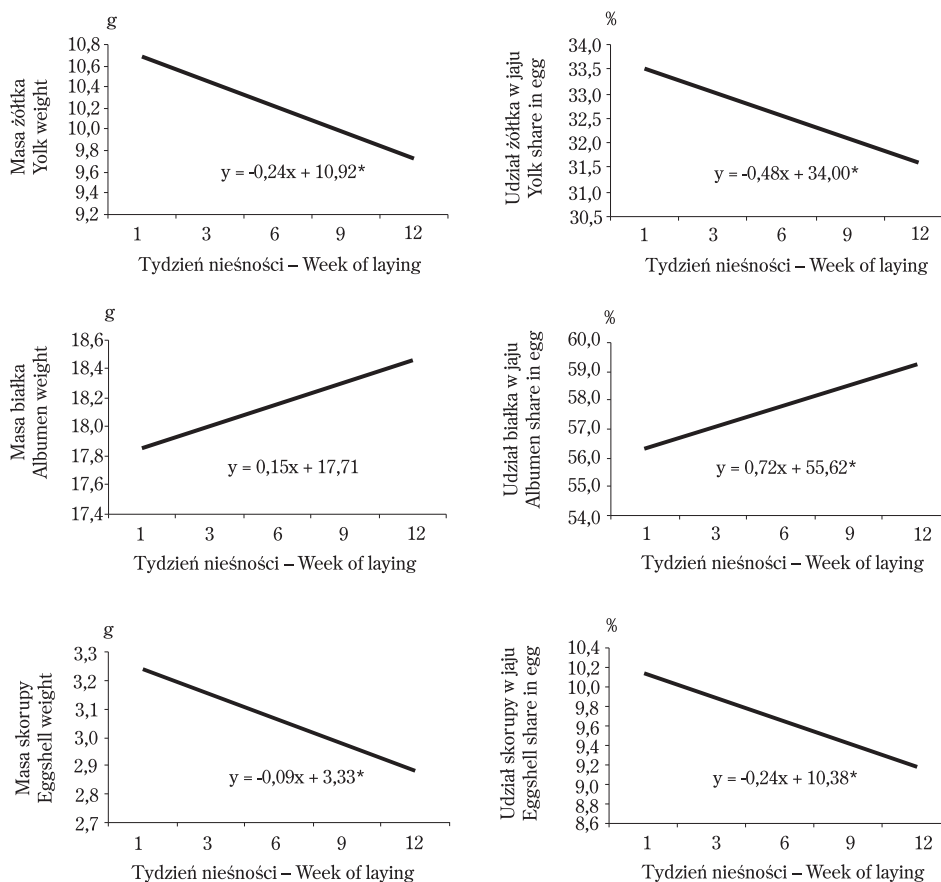
Podobnie jak cechy skorupy także składniki morfologiczne jaj bażancich w czasie nieśności ulegały istotnym zmianom (tab. 22, rys. 21). Wykazano, że jaja zniesione na początku tego okresu wyróżniała statystycznie istotnie ($P \leq 0,05$) największa masa żółtka (10,7 g) i skorupy (3,2 g), a ich procentowe udziały w jajach wynosiły odpowiednio: 33,6 i 10,0 w porównaniu z jajami pozyskanymi na końcu okresu reprodukcyjnego. Masa i procentowy udział białka w tym czasie zwiększały się.

Tabela 22. Składniki morfologiczne jaj bażancich w trzech terminach nieśności
 Table 22. Morphological composition of pheasant eggs at three dates of the laying period

Termin nieśności Date of laying		Masa i udział w jaju Weight and share in egg					
		żółtka yolk		białka albumen		skorupy eggshell	
		g	%	g	%	g	%
Początek Early	\bar{x} SEM	10,7 a 0,2	33,6 a 0,4	17,9 0,2	56,4 b 0,4	3,2 a 0,4	10,0 a 0,1
Szczyt Peak	\bar{x} SEM	9,8 b 0,1	31,6 b 0,3	18,2 0,2	58,5 a 0,3	3,1 a 0,1	9,9 a 0,1
Koniec Late	\bar{x} SEM	9,9 b 0,1	32,0 b 0,3	18,4 0,2	58,8 a 0,3	2,9 b 0,1	9,2 b 0,1
Ogółem Total	\bar{x} SEM	10,1 0,1	32,4 0,2	18,2 0,1	57,9 0,2	3,1 0,1	9,7 0,1

Objaśnienia jak w tabli 3 – Explanations, see Table 3

Podobne wyniki uzyskano w badaniach Kuźniackiej i in. [55], którzy stwierdzili zmniejszenie się masy żółtka i jego procentowego udziału w jajach z 11,4 g i 35,3% do 9,9 g i 32,3%, a masy skorupy z 3,3 g i 10,2% do 2,8 g i 9,0% między 3. a 13. tygodniem nieśności bażantów. Masa i procentowy udział białka w jaju zwiększały się z 17,6 g i 54,5% do 18,0 g i 58,6%. Średnia masa żółtka oceniona między 1. a 12. tygodniem nieśności wynosiła 10,2 g, a białka 17,6 g. Zbliżone wyniki odnotowali też inni autorzy [40].



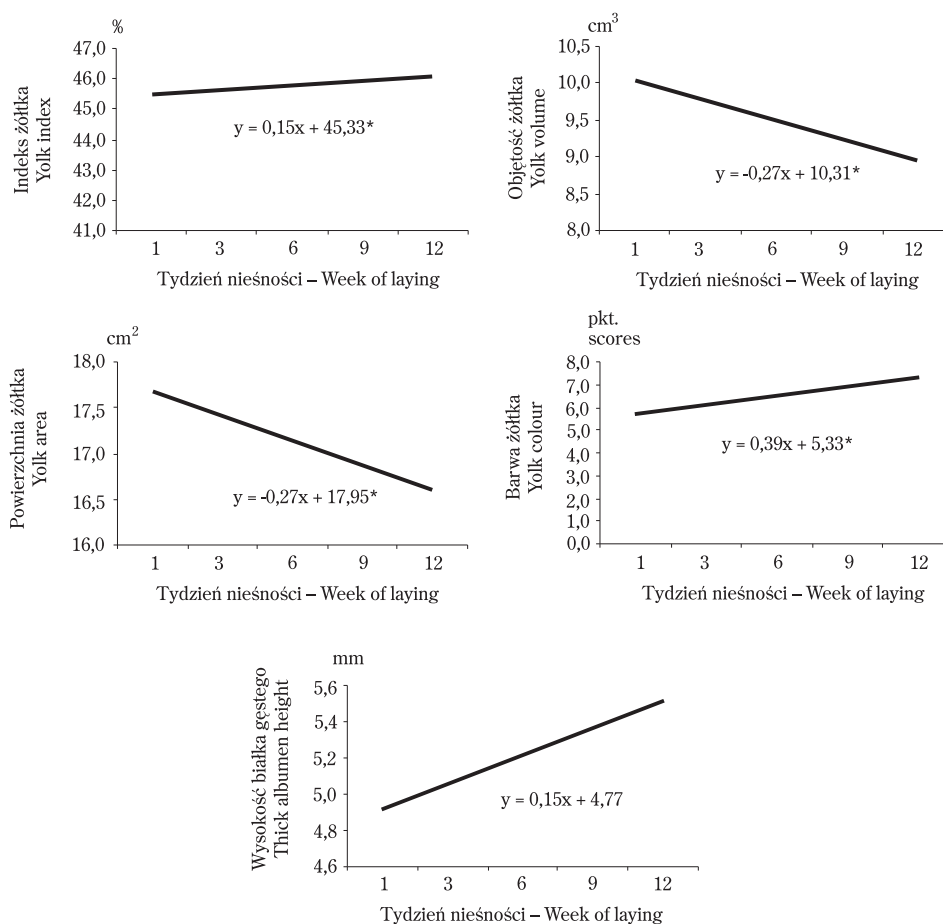
* trend czasowy statystycznie istotny ($P \leq 0,05$)
significant time trend ($P \leq 0,05$)

Rys. 21. Trendy czasowe składników morfologicznych jaj bażantich w okresie nieśności

Fig. 21. Time trends of morphological composition of pheasant eggs over the laying period

Wraz ze zmniejszaniem się w czasie nieśności bażantów masy żółtka (tab. 22, rys. 21) zmalała również jego objętość (do $9,1 \text{ cm}^3$) i powierzchnia (do $17,7 \text{ cm}^2$), (rys. 22, tab. 23). Natomiast intensywność barwy żółtka zwiększyła się z 5,7 pkt. na początku nieśności do 7,0 pkt. na końcu okresu reprodukcyjnego. Zmiany te były związane z większym dostępem bażantów do zielonek na wybiegu w szczycie i na końcu nieśności, bowiem początek okresu reprodukcyjnego tych ptaków nastąpił jeszcze przed pełną wegetacją roślin.

Uzyskane wyniki wskazują również, że w czasie nieśności bażantów zwiększyła się nieznacznie wysokość białka gęstego (rys. 22, tab. 23), co zapewne miało związek ze zwiększeniem masy i procentowego udziału białka (tab. 22, rys. 21).



* trend czasowy statystycznie istotny ($P \leq 0,05$)
significant time trend ($P \leq 0,05$)

Rys. 22. Trendy czasowe cech treści jaj bażancich w okresie nieśności
Fig. 22. Time trends of egg content traits in pheasant over the laying period

Tabela 23. Cechy treści jaj bażancich w trzech terminach nieśności
 Table 23. Egg content traits in pheasants at three dates of the laying period

Termin nieśności Date of laying	Żółtko - Yolk				Wysokość białka gęstego Thick albumen height (mm)	
	indeks index (%)	objętość volume (cm ³)	powierzchnia area (cm ²)	barwa (pkt.) colour (scores)		
Początek Early	\bar{x} SEM	46,2 a 0,5	10,0 a 0,2	17,6 a 0,2	5,7 b 0,1	5,0 0,1
Szczyt Peak	\bar{x} SEM	43,1 b 0,5	9,3 ab 0,1	17,1 ab 0,2	7,1 a 0,1	5,1 0,2
Koniec Late	\bar{x} SEM	46,7 a 0,6	9,1 b 0,1	16,7 b 0,1	7,0 a 0,2	5,5 0,2
Ogółem Total	\bar{x} SEM	45,3 0,3	9,4 0,1	17,1 0,1	6,6 0,1	5,2 0,1

Objaśnienia jak w tabeli 3 – Explanations, see Table 3

Kirikçi i in. [40] stwierdzili, że indeks żółtka jaj bażancich wynosi 43,2%, natomiast według Kuźniackiej i in. [55] zmalał on w okresie reprodukcyjnym z 47,3% w 3. tygodniu do 44,2% w 13. tygodniu nieśności. Wartości te były zbliżone do obliczonych w badaniach własnych, podobnie jak barwa żółtka oznaczona w doświadczeniu Kuźniackiej i in. [55].

Analiza wartości współczynników korelacji prostej między cechami jaj bażancich (tab. 24) wykazała, że ich masa jest dodatnio i istotnie skorelowana z wymiarami zewnętrznymi jaj i masą żółtka, białka oraz skorupy, a także powierzchnią i objętością żółtka. Składniki morfologiczne jaj były również istotnie skorelowane z łatwo mierzalnymi wymiarami (ich szerokością i długością). Potwierdza to możliwość wskazania szerokości i długości jaja oraz jego masy jako trzech wskaźników masy żółtka, białka i skorupy.

Współczynniki korelacji między masą jaja a skorupy (0,628), żółtka (0,668) i białka (0,655), obliczone przez innych autorów [56] przyjmowały wartości podobne do przedstawionych w pracy dla tych samych par cech lub nieco mniejsze. W doświadczeniu Kuźniackiej i in. [56] największą, dodatnią i istotną statystycznie wartość współczynnika korelacji stwierdzono między masą skorupy a jej grubością ($r = 0,763$). W badaniach własnych wykazano taką samą korelację między tymi cechami.

Wartość współczynnika korelacji $r = -0,368$ świadczy, że wraz ze zwiększeniem elastycznego odkształcenia skorupy powinna zmniejszać się jej grubość. Na tej podstawie można wskazać elastyczne odkształcenie skorupy jako łatwo mierzalny wskaźnik polepszającej się bądź pogarszającej jakości skorupy. W badaniach własnych wykazano także istotne zależności między masą żółtka i białka a objętością i powierzchnią żółtka.

W tabeli 25 zestawiono równania regresji wielokrotnej (nr 10, 11 i 12) do szacowania masy żółtka, białka i skorupy w jajach bażancich. O ich wiarygodności świadczą duże współczynniki determinacji, wynoszące 0,65 dla masy żółtka, 0,75 dla białka i 0,67 dla skorupy oraz małe błędy estymacji (szacowania), nie przekraczające 0,85 g. Prawidłowość szacowania składników morfologicznych jaj bażantów potwierdzono obliczonymi wartościami cech (tab. 25).

Tabela 24. Współczynniki korelacji prostej (r_{xy}) między wybranymi cechami jaj bązancich
 Table 24. Simple correlation coefficients (r_{xy}) between choosen egg traits in pheasants

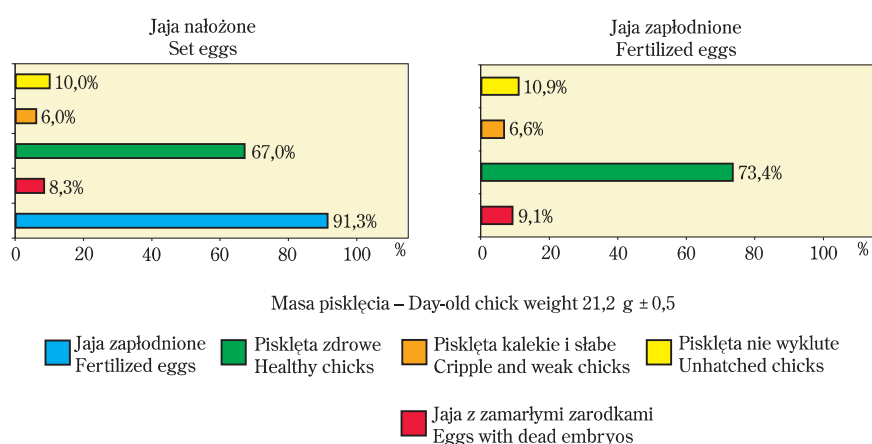
Numer cechy Trait number	Cecha skorelowana – współczynnik korelacji Correlated trait – correlation coefficient													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
2	0,398*													
3	0,534*	0,532*												
4	0,999*	0,396*	0,533*											
5	-0,193*	-0,108	-0,068	-0,194*										
6	-0,003	-0,094	-0,172	-0,004	-0,026									
7	0,351*	0,255*	0,221*	0,351*	-0,368*	0,037								
8	-0,031	0,017	-0,017	-0,032	0,069	-0,052	0,088							
9	0,628*	0,344*	0,488*	0,629*	-0,302	-0,238*	0,226*	-0,169*						
10	0,855*	0,261*	0,341*	0,855*	0,014	0,138	0,184*	0,052	0,153*					
11	0,656*	0,356*	0,449*	0,655*	-0,447	0,024	0,763*	0,045	0,462*	0,409*				
12	0,356*	0,217*	0,205*	0,357*	-0,142	-0,122	0,156*	-0,026	0,361*	0,214*	0,261*			
13	0,358*	0,230*	0,220*	0,359*	-0,128	-0,121	0,149*	-0,030	0,372*	0,210*	0,259*	0,995*		
14	0,005	-0,224*	-0,247*	0,005	0,105	0,041	-0,012	0,064	-0,246	0,183*	-0,115	0,311*	0,295*	

Objaśnienia jak w tabeli 6 – Explanations, see Table 6

Tabela 25. Równania regresji wielokrotnej do szacowania składników morfologicznych jaj bażancich
 Table 25. Multiple regression equations for estimating the morphological composition of pheasant eggs

Zmienne niezależne Independent variables	Numery równań Numbers of equations	Równania regresji wielokrotnej Multiple regression equations	Standardowe błędy średniej Standard errors of the mean (SEM)	Współczynniki determinacji Determination coefficients	Wartości szacowanej cechy Values of estimated trait (g)
Masa żółtka – Yolk weight (y_{10})					
Masa jaja (x_1) Egg weight (x_1) Szerokość jaja (x_2) Egg width (x_2) Długość jaja (x_3) Egg length (x_3)	10	$y_{10} = -2,137 + 0,227x_1 + 0,026x_2 + 0,094x_3$	$\pm 0,80$	0,65	10,2
Masa białka – Albumen weight (y_{11})					
Masa jaja (x_1) Egg weight (x_1) Szerokość jaja (x_2) Egg width (x_2) Długość jaja (x_3) Egg length (x_3)	11	$y_{11} = 3,213 + 0,685x_1 - 0,044x_2 - 0,112x_3$	$\pm 0,85$	0,75	18,2
Masa skorupy – Eggshell weight (y_{12})					
Masa jaja (x_1) Egg weight (x_1) Szerokość jaja (x_2) Egg width (x_2) Długość jaja (x_3) Egg length (x_3)	12	$y_{12} = -1,076 + 0,087x_1 + 0,017x_2 + 0,017x_3$	$\pm 0,27$	0,67	3,1

Jaja bażancie przeznaczone do indywidualnych lęgów (rys. 23) charakteryzowały się dobrym zapłodnieniem (91,3%). Podobne procenty zapłodnienia jaj (od 91,8 do 92,5%) między 3. a 7. tygodniem okresu reprodukcyjnego stwierdzili Kuźniacka i in. [55], natomiast między 2. a 5. tygodniem nieśności (90,6%) – Deeming i Wadland [25] oraz Majewska i in. [61]. Nieco gorsze wyniki zapłodnienia (71,8%) uzyskano w stadach reprodukcyjnych bażantów ocenionych przez innych autorów [35, 47].



Rys. 23. Wyniki lęgu jaj i wylęgu piskląt bażancich
Fig. 23. Hatchability results of pheasant eggs and chicks

W przeprowadzonym doświadczeniu uzyskano 67,0% piskląt zdrowych z jaj nałożonych i 73,4% z jaj zapłodnionych (rys. 23). Wyniki te były porównywalne z przedstawionymi w piśmiennictwie [26, 31, 36, 47, 55]. W badaniach własnych (tab. 26, rys. 23) wylęzione pisklęta kalekie i słabe (10,0% z jaj nałożonych i 10,9% z zapłodnionych) pochodziły z jaj o największej masie (32 g) oraz największej masie białka, podobnie jak pisklęta nie wyklute. W związku z tym można sądzić, że zbyt duża zawartość białka w jajach wylęgowych, a tym samym wody, wpływa negatywnie na wyniki lęgu. Pomimo tego stwierdzono, że wyniki wylęgu piskląt nie zależały od masy i składników morfologicznych jaj przeznaczonych do badań. Zdaniem niektórych autorów [55] jaja bażancie z zamarłymi zarodkami mogą stanowić od 8,7 do 18,5%, a pisklęta kalekie i słabe od 6,2 do 18,2%. Zestawienie tych danych z wynikami uzyskanymi w badaniach własnych (rys. 23) świadczy o tym, że ocenione jaja wyróżniała duża wartość biologiczna.

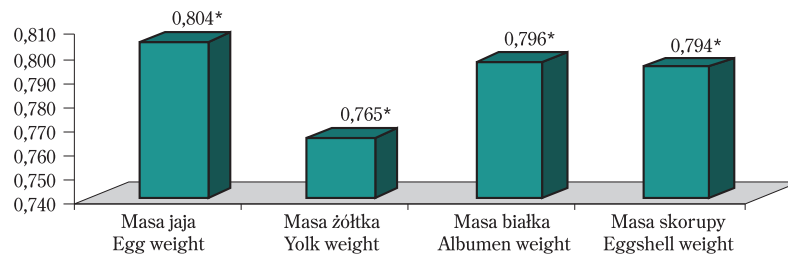
Tabela 26. Wyniki lęgu jaj i wylęgu piskląt w zależności od składników morfologicznych jaj bażancich

Table 26. Hatchability results of pheasant eggs and chicks depending on the morphological composition of eggs

Wyszczególnienie Specification	Masa jaja Egg weight (g)	Masa i udział w jajach* Weight and share in egg*						
		żółtka yolk		białka albumen		skorupy eggshell		
		g	%	g	%	g	%	
Jaja nie zapłodnione Non fertilized eggs	\bar{x} SEM	31,2 0,3	10,1 0,1	32,4 0,1	18,0 0,2	57,6 0,1	3,0 0,1	9,6 0,1
Jaja z zamaryłymi zarodkami Eggs with dead embryos	\bar{x} SEM	31,4 0,3	10,1 0,1	32,5 0,1	18,0 0,2	57,5 0,1	3,0 0,1	9,7 0,1
Pisklęta zdrowe Healthy chicks	\bar{x} SEM	31,7 0,1	10,3 0,1	32,5 0,1	18,2 0,1	57,5 0,1	3,1 0,1	9,7 0,1
Pisklęta kalekie i słabe Crippled and weak chicks	\bar{x} SEM	32,0 0,3	10,3 0,1	32,4 0,1	18,4 0,2	57,6 0,1	3,1 0,1	9,7 0,1
Pisklęta nie wyklute Unhatched chicks	\bar{x} SEM	31,8 0,2	10,3 0,1	32,4 0,1	18,3 0,2	57,6 0,1	3,1 0,1	9,7 0,1
Ogółem Total	\bar{x} SEM	31,7 0,1	10,3 0,1	32,5 0,1	18,2 0,1	57,5 0,1	3,1 0,1	9,7 0,1

* nie stwierdzono różnic statystycznie istotnych
no significant differences were found

Jednodniowe bażancięta ważyły średnio 21,2 g (rys. 23) i były cięższe o 0,8 g od piskląt ocenionych w innym doświadczeniu [56], natomiast porównywalne pod względem masy do piskląt (21,4 g) ocenionych przez Tomana i in. [93]. Masa pisklęcia w dużym stopniu zależała od masy jaja oraz jego składników morfologicznych (rys. 24), na co wskazuje wartość współczynników korelacji od 0,765 do 0,804. Nieco wyższy współczynnik korelacji (0,919) między masą jaj a masą piskląt podano w piśmiennictwie [56, 57].



* współczynnik korelacji statystycznie istotny ($P \leq 0,05$)
 significant correlation coefficient ($P \leq 0,05$)

Rys. 24. Współczynniki korelacji prostej (r_{xy}) między masą pisklęcia a masą jaja i jego składnikami morfologicznymi u bażantów

Fig. 24. Simple correlation coefficients (r_{xy}) between the chick weight, egg weight and morphological composition of pheasant eggs

3.5. JAJA PRZEPIÓRCZE

Cechy budowy jaj przepiórczych (tab. 27, rys. 25) wskazują, że przepiórki w szczycie nieśności znosiły jaja o najmniejszej, statystycznie potwierdzonej ($P \leq 0,05$) masie, wymiarach i powierzchni. Tylko indeks kształtu jaja nieznacznie zmienił się w kolejnych tygodniach reprodukcji.

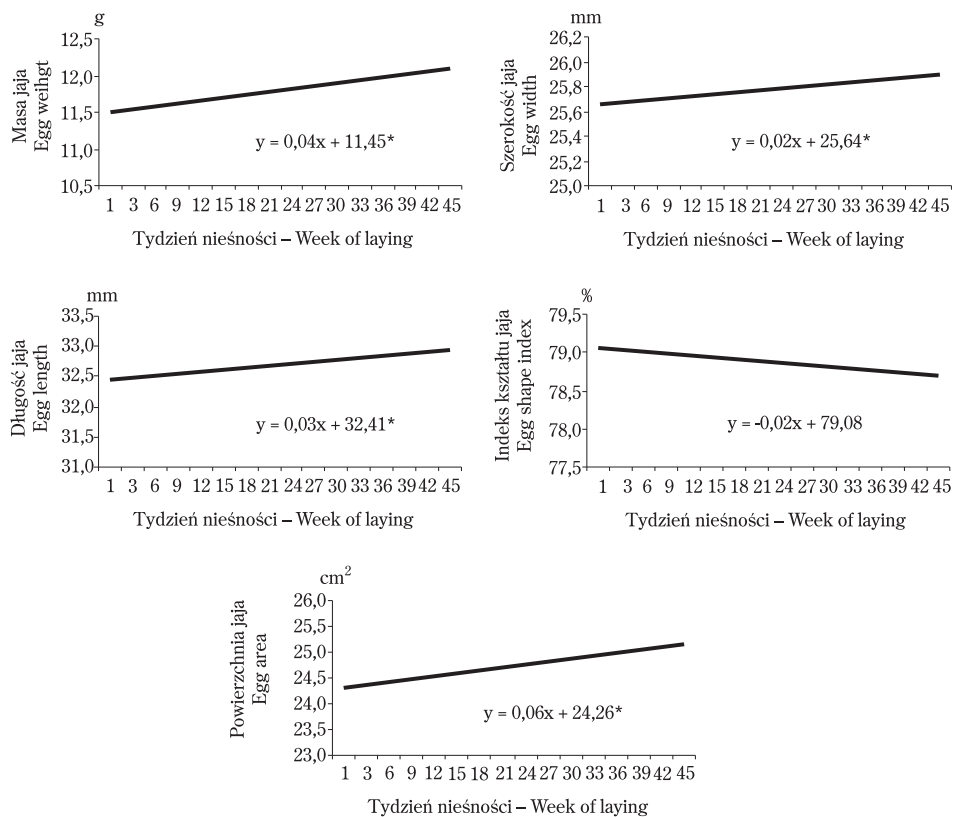
Podobne wyniki uzyskano [73], oceniając jakość jaj przepiórczych między 60. a 385. dniem życia ptaków. W szczycie bardzo intensywnej nieśności masa jaj malała do około 8,0 g w porównaniu z początkiem (12,0 g) okresu reprodukcyjnego. W badaniach własnych różnica masy jaj między początkiem a szczytem reprodukcji wynosiła 0,7 g, natomiast między szczytem a końcem nieśności 1,2 g.

Jaja przepiórcze ocenione w stadzie reprodukcyjnym ptaków o innym pochodzeniu ważyły 11,3 g i miały 2,5 cm szerokości oraz 3,3 cm długości [50]. Wyniki te były zbliżone do uzyskanych w badaniach własnych. Również masa jaj była podobna (od 11,4 do 12,5 g) do podawanej przez innych autorów [16, 88].

Tabela 27. Budowa jaj przepiórczych w trzech terminach nieśności
 Table 27. Egg structure traits in quail at three dates of the egg-laying period

Termin nieśności Date of laying	Masa jaja Egg weight (g)	Wymiary jaja Egg dimensions (mm)		Indeks kształtu jaja Egg shape index (%)	Powierzchnia jaja Egg area (cm ²)	Elastyczne odkształcenie skorupy Eggshell deformation (μm·cm ⁻²)	Wytrzymałość skorupy Eggshell strength		Grubość skorupy Eggshell thickness (mm)	Gęstość skorupy Eggshell density (g·cm ⁻³)	Barwa skorupy (% bieli) Eggshell colour (% of white)	
		szerokość width	długość length				(N)	(kg)				
Początek Early	\bar{x} SEM	11,9 a 0,2	25,9 a 0,1	32,9 a 0,3	78,7 0,5	24,9 a 0,2	44,1 a 1,1	4,7 a 0,2	0,5 a 0,1	0,224 0,005	1,598 b 0,038	26,2 b 1,4
Szczyt Peak	\bar{x} SEM	11,2 b 0,1	25,4 b 0,1	32,0 b 0,2	79,4 0,5	23,9 b 0,2	39,4 b 0,8	3,1 b 0,2	0,3 b 0,1	0,220 0,003	1,708 a 0,021	31,9 a 1,2
Koniec Late	\bar{x} SEM	12,4 a 0,3	26,1 a 0,3	33,3 a 0,4	78,4 1,1	25,6 a 0,4	42,8 ab 6,5	5,0 a 0,5	0,5 a 0,1	0,208 0,006	1,651 ab 0,034	37,8 a 2,4
Ogółem Total	\bar{x} SEM	11,7 0,1	25,7 0,1	32,6 0,2	79,0 0,3	24,6 0,2	41,9 5,8	4,0 0,2	0,4 0,1	0,220 0,003	1,653 0,020	30,3 1,0

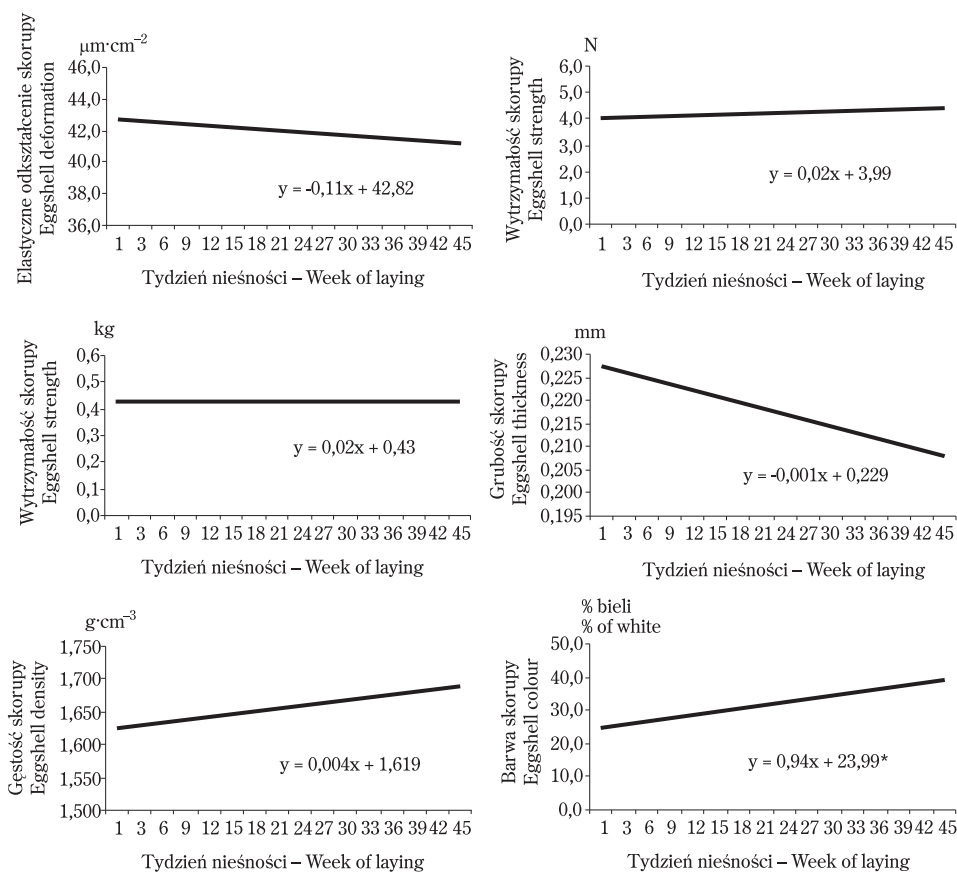
Objaśnienia jak w tabeli 3 - Explanations, see Table 3



* trend czasowy statystycznie istotny ($P \leq 0,05$)
 significant time trend ($P \leq 0,05$)

Rys. 25. Trendy czasowe cech budowy jaj przepiórczych w okresie nieśności
 Fig. 25. Time trends of egg structure traits in quail over the laying period

Jakość jaj pogorszyła się w szczycie nieśności przepiórek. Niekorzystne zmiany dotyczyły ich masy, powierzchni i wymiarów, a także cech skorupy. Potwierdzają to statystycznie istotnie ($P \leq 0,05$) najmniejsze wartości wytrzymałości skorupy na zgniatanie w szczycie nieśności w porównaniu z początkiem i końcem okresu reprodukcyjnego (tab. 27, rys. 26). Pomimo to grubość skorupy była podobna we wszystkich terminach oceny (tab. 27), a jej zmniejszanie się w okresie reprodukcyjnym było niewielkie, o czym świadczy mały (statystycznie nieistotny) współczynnik kierunkowy (-0,001) równania regresji liniowej, za pomocą którego wyznaczono trend czasowy tej cechy (rys. 26).



* trend czasowy statystycznie istotny ($P \leq 0,05$)
significant time trend ($P \leq 0,05$)

Rys. 26. Trendy czasowe cech skorupy jaj przepiórczych w okresie nieśności
Fig. 26. Time trends of eggshell traits in quail over the laying period

Grubość skorupy jaj przepiórczych przedstawiona w pracach Ayasana i in. wynosiła 0,234 mm [16] oraz 0,221 mm [17]. Część autorów uważa [92], że podczas intensywnej produkcji jaj (w szczycie okresu reprodukcyjnego przepiórek [73]) grubość skorupy można zwiększyć o 0,22%, dodając do diety ptaków od 2,5 do 3,0% preparatu (Ca-premix) zawierającego łatwo przyswajalny wapń.

W badaniach własnych stwierdzono, że na początku nieśności przepiórki znosiły jaja o największym elastycznym odkształceniu skorupy ($44,1 \mu\text{m}\cdot\text{cm}^{-2}$) i o najmniejszej gęstości ($1,598 \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$). W szczycie nieśności wartości tych cech wynosiły odpowiednio: $42,8 \mu\text{m}\cdot\text{cm}^{-2}$ i $1,651 \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$.

Wraz ze zmniejszającą się w szczycie nieśności masą jaj przepiórczych i pogarszającą się wytrzymałością skorupy odnotowano najmniejszą masę i procentowy udział żółtka oraz masę białka w stosunku do początku i końca tego okresu (tab. 28). Jednakże równania liniowe masy żółtka i białka, a także procentowego udziału żółtka w jaju udowodniły, że wartości tych cech w czasie nieśności nieznacznie zwiększyły się, natomiast procentowy udział żółtka oraz masa i udział skorupy zmalały (rys. 27).

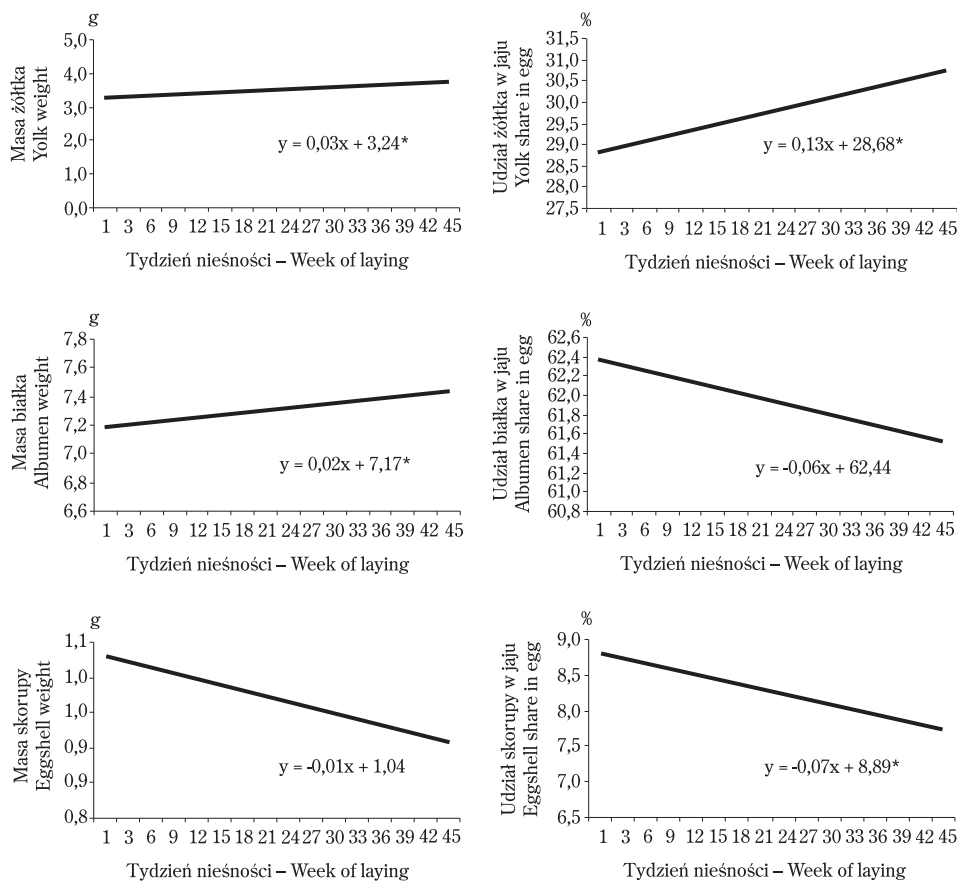
Masa skorupy w trzech terminach oceny nie różniła się istotnie, przy czym jej procentowy udział na końcu nieśności był średnio o 0,1 mniejszy w porównaniu z obliczonymi na początku i w szczycie nieśności (tab. 28). Średnia masa żółtka wyznaczona w całym okresie reprodukcyjnym przepiórek wynosiła 3,4 g, białka 7,2, a skorupy 1,0 g (tab. 28). Nieco większą masę żółtka (3,6 g), a mniejszą masę białka (6,7 g) i skorupy (0,8 g) jaj pochodzących od przepiórek linii nieśnych podano w pracy Kula i Sekera [50].

Tabela 28. Składniki morfologiczne jaj przepiórczych w trzech terminach nieśności

Table 28. Morphological composition of quail eggs at three dates of the laying period

Termin nieśności Date of laying		Masa i udział w jaju Weight and share in egg					
		żółtka yolk		białka albumen		skorupy eggshell	
		g	%	g	%	g	%
Początek Early	\bar{x} SEM	3,5 b 0,1	29,5 ab 0,4	7,4 a 0,1	62,1 0,3	1,0 0,1	8,4 a 0,1
Szczyt Peak	\bar{x} SEM	3,2 c 0,1	28,9 b 0,3	7,0 b 0,1	62,3 0,3	1,0 0,1	8,8 a 0,1
Koniec Late	\bar{x} SEM	3,9 a 0,1	31,1 a 0,4	7,6 a 0,2	61,4 0,5	0,9 0,1	7,5 b 0,3
Ogółem Total	\bar{x} SEM	3,4 0,1	29,5 0,2	7,2 0,1	62,1 0,2	1,0 0,1	8,5 0,1

Objaśnienia jak w tabeli 3 – Explanations, see Table 3



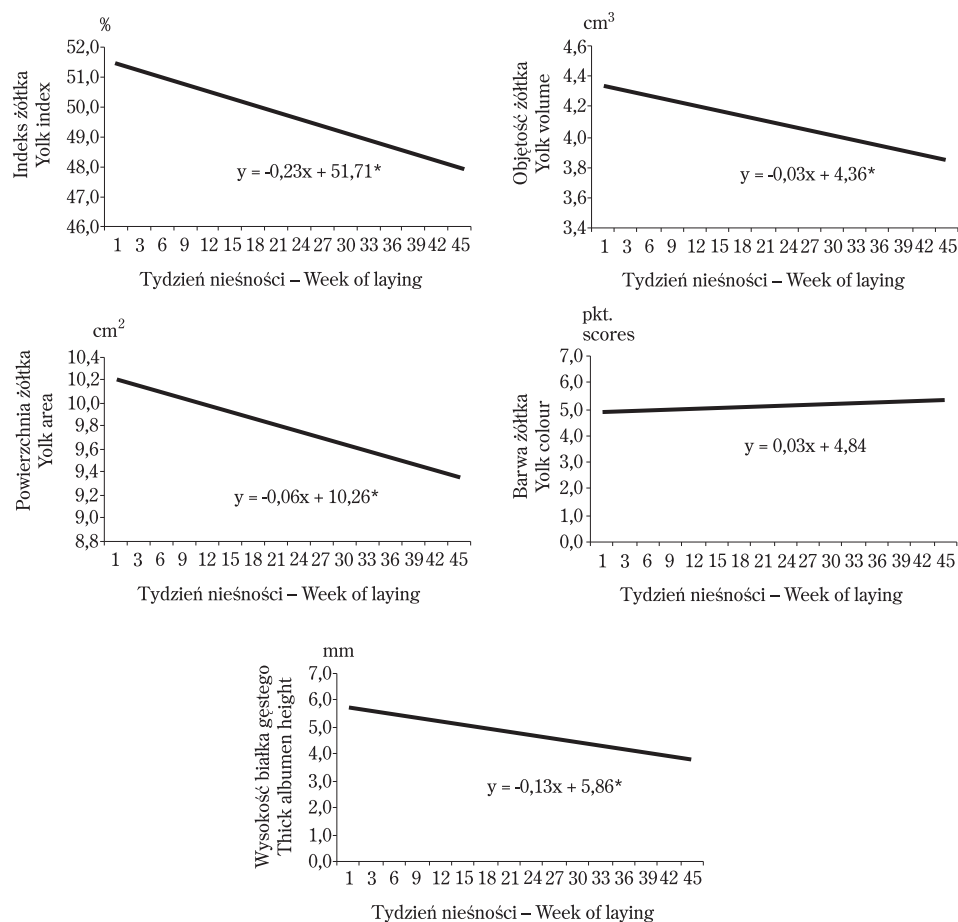
* trend czasowy statystycznie istotny ($P \leq 0,05$)
significant time trend ($P \leq 0.05$)

Rys. 27. Trendy czasowe składników morfologicznych jaj przepiórczych w okresie nieśności

Fig. 27. Time trends of morphological composition of quail eggs over the laying period

Intensywna nieśność przepiórek w długim okresie reprodukcyjnym wpłynęła także na pogorszenie jakości treści jaj (rys. 28, tab. 29). W szczycie i na końcu nieśności stwierdzono statystycznie istotnie mniejszy indeks (48,1%), objętość (3,9 cm³) oraz powierzchnię żółtka (9,5 cm²) w porównaniu z jej początkiem. Podobnie pogorszyła się jakość białka, wyrażona wysokością białka gęstego, której wartości zmalały z 5,3 mm na początku do 3,7 mm na końcu okresu reprodukcyjnego (tab. 29). Trendy czasowe większości oznaczonych cech treści jaj wyka-

zywały tendencję malejącą, z wyjątkiem nieznacznie rosnącego trendu barwy żółtka (rys. 28).



* trend czasowy statystycznie istotny ($P \leq 0,05$)
significant time trend ($P \leq 0.05$)

Rys. 28. Trendy czasowe cech treści jaj przepiórczych w okresie nieśności
Fig. 28. Time trends of egg content traits in quail over the laying period

Tabela 29. Cechy treści jaj przepiórczych w trzech terminach nieśności
 Table 29. Egg content traits in quails at three dates of the laying period

Termin nieśności Date of laying	Żółtko - Yolk				Wysokość białka gęstego Thick albumen height (mm)	
	indeks index (%)	objętość volume (cm ³)	powierzchnia area (cm ²)	barwa (pkt.) colour (scores)		
Początek Early	\bar{x} SEM	51,0 a 0,5	4,4 a 0,1	10,3 a 0,1	4,2 b 0,8	5,3 a 0,1
Szczyt Peak	\bar{x} SEM	50,0 ab 0,5	3,9 b 0,1	9,5 b 0,1	6,3 a 0,2	5,2 a 0,1
Koniec Late	\bar{x} SEM	48,1 b 0,7	4,0 b 0,2	9,6 b 0,3	4,6 b 0,2	3,7 b 0,3
Ogółem Total	\bar{x} SEM	50,2 0,3	4,1 0,1	9,8 0,1	5,2 0,2	5,0 0,1

Objaśnienia jak w tabeli 3 - Explanations, see Table 3

Analiza zależności między wybranymi cechami jaj przepiórczych (tab. 30) wykazała dodatnie i statystycznie istotne ($P \leq 0,05$) współczynniki korelacji między masą a wymiarami jaj (0,893 i 0,789). Niższe wartości (0,350 i 0,706) obliczyli Kul i Seker [50]. Wartości współczynników korelacji (tab. 30) między masą i wymiarami jaj a masą żółtka, białka i skorupy wskazują, że szerokość i długość jaj może być dobrym wskaźnikiem ich składników morfologicznych, co potwierdzają też wyniki innych badań [50, 86].

Zdaniem Kula i Sekera [50] dobrym wskaźnikiem masy skorupy jaja przepiórczego jest jej grubość. W badaniach własnych współczynnik korelacji dla tej pary cech był ujemny i niski. Stwierdzono również istotne korelacje między objętością i powierzchnią żółtka a wszystkimi cechami budowy i treści jaj, z wyjątkiem cech skorupy.

W tabeli 31 zestawiono równania regresji wielokrotnej do szacowania składników morfologicznych jaj za pomocą łatwo mierzalnych cech zewnętrznych. Proponowane równania (nr 13, 14 i 15) charakteryzują małe błędy standardowe. Współczynnik determinacji dla równania do szacowania masy żółtka wynosił 0,70 i był o 20% wyższy od uzyskanego przez Sekera [86] w równaniu regresji prostej i kwadratowej, wykorzystanych do szacowania masy żółtka na podstawie masy jaja.

Współczynnik determinacji (0,88) podany przez tego samego autora [86] dla równań do szacowania masy białka na podstawie masy jaja był zbliżony do obliczonego w doświadczeniu własnym (tab. 31), podobnie jak współczynnik dla równania do szacowania masy skorupy [38].

Tabela 30. Współczynniki korelacji prostej (r_{xy}) między wybranymi cechami jaj przepiórczych
 Table 30. Simple correlation coefficients (r_{xy}) between choosen egg traits in quails

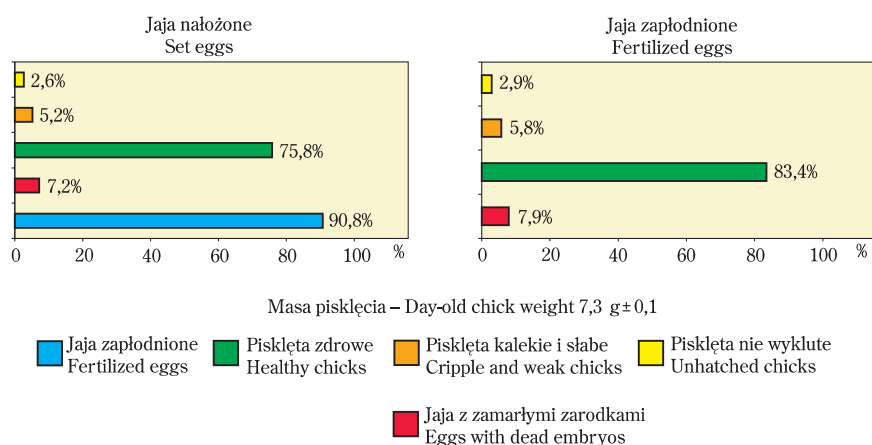
Numer cechy Trait number	Cecha skorelowana - współczynnik korelacji Correlated trait - correlation coefficient													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
2	0,893*													
3	0,789*	0,483*												
4	0,999*	0,894*	0,789*											
5	0,072	0,054	0,068	0,076										
6	0,137	0,117	0,057	0,137	0,254*									
7	-0,236*	-0,191	-0,204	-0,239*	0,028	0,085								
8	0,073	0,073	0,079	0,072	-0,182	-0,090	-0,148							
9	0,838*	0,832*	0,650*	0,836*	0,026	0,108	-0,257*	-0,057						
10	0,944*	0,854*	0,736*	0,946*	0,098	0,120	-0,222	0,121	0,627*					
11	0,281*	0,190	0,337*	0,283*	-0,034	0,105	0,184	0,176	0,093	0,225				
12	0,557*	0,543*	0,543*	0,560*	0,164	0,201	-0,016	-0,084	0,497*	0,490*	0,274*			
13	0,557*	0,546*	0,506*	0,560*	0,166	0,203	-0,011	-0,088	0,495*	0,495*	0,275*	0,999*		
14	-0,181	-0,051	-0,179	-0,179	-0,083	-0,082	0,128	-0,079	-0,308*	-0,101	0,132	0,242*	0,243*	

Objaśnienia jak w tabeli 6 – Explanations, see Table 6

Tabela 31. Równania regresji wielokrotnej do szacowania składników morfologicznych jaj przepiórczych
 Table 31. Multiple regression equations for estimating the morphological composition of quail eggs

Zmienne niezależne Independent variables	Numery równań Numbers of equations	Równania regresji wielokrotnej Multiple regression equations	Standardowe błędy średniej Standard errors of the mean (SEM)	Współczynniki determinacji Determination coefficients	Wartości szacowanej cechy Values of estimated trait (g)
Masa żółtka – Yolk weight (y_{13})					
Masa jaja (x_1) Egg weight (x_1) Szerokość jaja (x_2) Egg width (x_2) Długość jaja (x_3) Egg length (x_3)	13	$y_{13} = 1,239 + 0,431x_1 - 0,069x_2 - 0,032x_3$	$\pm 0,22$	0,70	3,5
Masa białka – Albumen weight (y_{14})					
Masa jaja (x_1) Egg weight (x_1) Szerokość jaja (x_2) Egg width (x_2) Długość jaja (x_3) Egg length (x_3)	14	$y_{14} = -1,309 + 0,574x_1 + 0,060x_2 + 0,009x_3$	$\pm 0,22$	0,89	7,3
Masa skorupy – Eggshell weight (y_{15})					
Masa jaja (x_1) Egg weight (x_1) Szerokość jaja (x_2) Egg width (x_2) Długość jaja (x_3) Egg length (x_3)	15	$y_{15} = 0,070 - 0,005x_1 + 0,009x_2 + 0,023x_3$	$\pm 0,09$	0,33	1,0

Duży potencjał reprodukcyjny przepiórek przejawia się nie tylko liczbą i jakością zniesionych jaj, ale także wysokimi wskaźnikami ich lęgu i wylęgu piskląt [18]. W doświadczeniu własnym zapłodnienie jaj wynosiło 90,8% (rys. 29) i było średnio o 10% lepsze od opisanego w piśmiennictwie [39, 86].



Rys. 29. Wyniki lęgu jaj i wylęgu piskląt przepiórczych
Fig. 29. Hatchability results of quail eggs and chicks

Procenty piskląt zdrowych (rys. 29) z jaj zapłodnionych (83,4%) były podobne do uzyskanych (89,3%) przez innych autorów [87]. W badaniach własnych stwierdzono również mniejszy procentowy udział jaj z zmarłymi zarodkami oraz piskląt kalekich i słabych, a także nie wylutych, w stosunku do przedstawionego w piśmiennictwie [9, 87, 101], co świadczy o dużej wartości biologicznej ocenionych jaj, a także o prawidłowo zastosowanej technice lęgu.

Z danych zestawionych w tabeli 32 wynika, że masa i składniki morfologiczne jaj wylęgowych nie miały istotnego wpływu na wyniki lęgu jaj i wylęgu piskląt przepiórczych. Największa masa jaja, żółtka, białka i skorupy cechowała jaja nie wylute, przy czym różnic między tą grupą jaj a pozostałymi (nie zapłodnionymi, z zmarłymi zarodkami, jajami, z których pozyskano pisklęta zdrowe oraz kalekie i słabe) nie potwierdzono statystycznie.

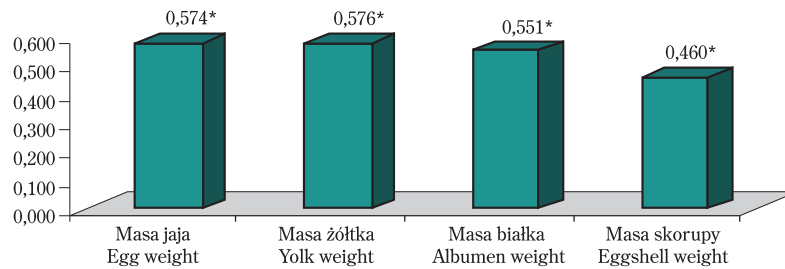
Tabela 32. Wyniki lęgu jaj i wylęgu piskląt w zależności od składników morfologicznych jaj przepiórczych

Table 32. Hatchability results of quail eggs and chicks depending on the morphological composition of eggs

Wyszczególnienie Specification	Masa jaja Egg weight (g)	Masa i udział w jaju* Weight and share in egg*						
		żółtka yolk		białka albumen		skorupy eggshell		
		g	%	g	%	g	%	
Jaja nie zapłodnione Non fertilized eggs	\bar{x} SEM	11,3 0,3	3,3 0,1	29,4 0,1	7,0 0,2	61,9 0,1	1,0 0,1	8,7 0,1
Jaja z zamaryłymi zarodkami Eggs with dead embryos	\bar{x} SEM	10,8 0,2	3,1 0,1	29,1 0,1	6,7 0,1	61,9 0,1	1,0 0,1	9,0 0,1
Pisklęta zdrowe Healthy chicks	\bar{x} SEM	11,2 0,1	3,3 0,1	29,4 0,1	6,9 0,1	61,9 0,1	1,0 0,1	8,8 0,1
Pisklęta kalekie i słabe Crippled and weak chicks	\bar{x} SEM	11,0 0,5	3,2 0,2	29,2 0,2	6,8 0,3	61,9 0,1	1,0 0,1	8,9 0,3
Pisklęta nie wyklute Unhatched chicks	\bar{x} SEM	11,5 0,5	3,4 0,2	29,5 0,2	7,1 0,3	62,0 0,1	1,0 0,1	8,5 0,3
Ogółem Total	\bar{x} SEM	11,2 0,1	3,3 0,1	29,3 0,6	6,9 0,1	61,9 0,1	1,0 0,1	8,8 0,1

* nie stwierdzono różnic statystycznie istotnych
no significant differences were found

Statystycznie istotne okazały się współczynniki korelacji między masą jaja wylęgowego, szacowaną masą żółtka, białka i skorupy w jaju a masą ciała pisklęcia (rys. 30). Największe wartości przyjmowały współczynniki korelacji prostej między masą jaja i żółtka a masą pisklęcia (0,574 i 0,576). Wyraźny wpływ masy jaj wylęgowych przepiórek na masę pisklęcia potwierdzono w innych badaniach [39, 87].



* współczynnik korelacji statystycznie istotny ($P \leq 0,05$)
significant correlation coefficient ($P \leq 0.05$)

Rys. 30. Współczynniki korelacji prostej (r_{xy}) między masą pisklęcia a masą jaja i jego składnikami morfologicznymi u przepiórek

Fig. 30. Simple correlation coefficients (r_{xy}) between the chick weight, egg weight and morphological composition of quail eggs

3.6. JAJA GĘSIE

Porównując cechy budowy jaj gęsi Białych Kołudzkich® na początku, w szczycie i końcu nieśności w pierwszym okresie reprodukcyjnym wykazano, że masa i wymiary jaj, a także indeks ich kształtu oraz powierzchnia przyjmowały podobne wartości w trzech terminach oceny i nie różniły się istotnie (tab. 33). Natomiast trendy czasowe wskazują, że w czasie nieśności nieznacznie zwiększyła się masa i powierzchnia jaj oraz ich szerokość, zaś długość nieco zmalała (rys. 31). Zwiększająca się szerokość jaj mogła mieć wpływ na zmiany wartości indeksu kształtu, co potwierdził rosnący trend czasowy, a także na bardziej kulisty kształt jaj. Trendy czasowe cech budowy jaj gęsich mimo to były statystycznie nieistotne.

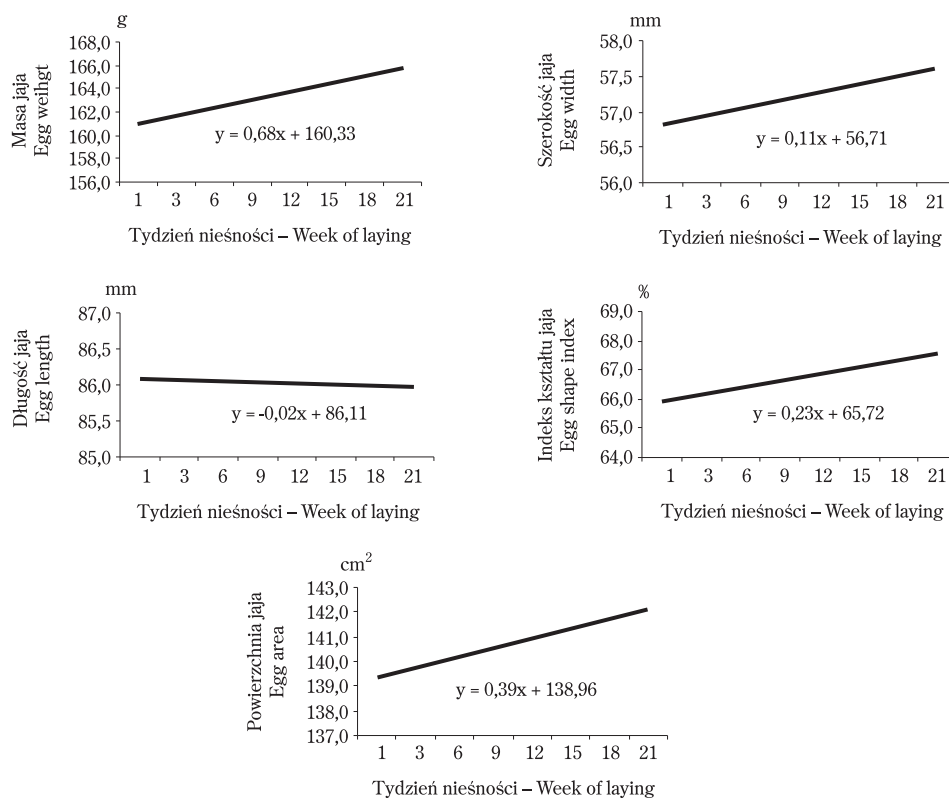
Średnia masa jaj w całym okresie reprodukcji wynosiła 161,7 g (tab. 33) i była zbliżona do masy jaj (159,9 g) gęsi Astra G, przy tworzeniu których użyto między innymi gęsi Białych Kołudzkich® [63], natomiast czterech grup gęsi o innym pochodzeniu [84] o około 10 do 20 g mniejsza niż w doświadczeniu własnym. Jaja gęsi Astra G cechowały się wzrostem masy [62, 63], podobnie jak w badaniach własnych, a gęsi sześciu krajowych odmian regionalnych jej zmniejszeniem [42, 67].

Tabela 33. Budowa jaj gęsi w trzech terminach nieśności

Table 33. Egg structure traits in goose at three dates of the egg-laying period

Termin nieśności Date of laying	Masa jaja Egg weight (g)	Wymiary jaja Egg dimensions (mm)		Indeks kształtu jaja Egg shape index (%)	Powierzchnia jaja Egg area (cm ²)	Elastyczne odkształcenie skorupy Eggshell deformation (μm·cm ⁻²)	Wytrzymałość skorupy Eggshell strength		Grubość skorupy Eggshell thickness (mm)	Gęstość skorupy Eggshell density (g·cm ⁻³)	Barwa skorupy (% bieli) Eggshell colour (% of white)	
		szerokość width	długość length				(N)	(kg)				
Początek Early	x SEM	162,1 2,8	57,1 0,3	85,9 0,8	66,6 0,5	140,2 1,6	14,5 b 0,6	31,4 0,8	3,2 0,1	0,686 a 0,010	1,991 0,015	74,8 c 2,5
Szczyt Peak	x SEM	160,0 2,6	56,8 0,4	86,4 0,7	65,8 0,6	139,0 1,5	16,1 ab 0,5	28,8 1,2	2,9 0,1	0,635 b 0,010	1,953 0,020	81,2 a 0,5
Koniec Late	x SEM	166,0 3,4	57,9 0,5	85,7 2,5	68,4 3,1	142,4 1,9	18,5 a 1,1	29,5 2,3	3,0 0,2	0,612 b 0,018	1,944 0,045	78,4 b 1,2
Ogółem Total	x SEM	161,7 1,7	57,1 0,2	86,1 0,6	66,6 0,6	140,0 1,0	15,8 0,4	30,1 0,7	3,1 0,1	0,654 0,008	1,969 0,013	77,8 0,5

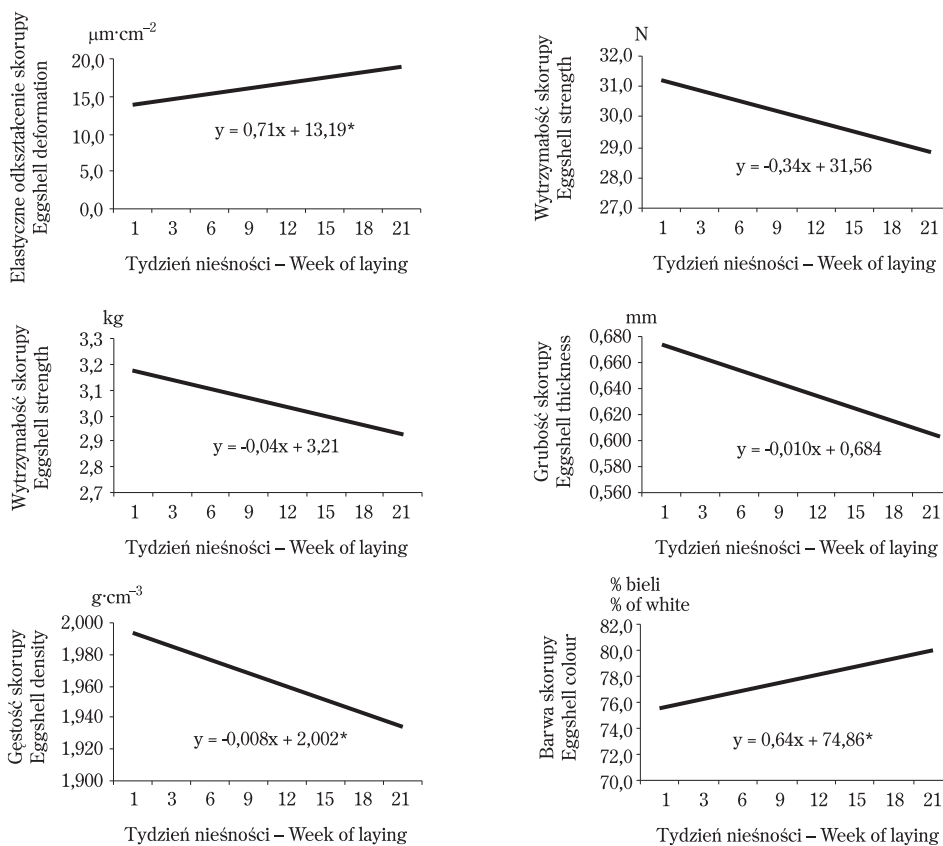
Objaśnienia jak w tabeli 3 - Explanations, see Table 3



Rys. 31. Trendy czasowe* cech budowy jaj gęskich w okresie nieśności
 Fig. 31. Time trends* of egg structure traits in goose over the laying period

* nie stwierdzono statystycznie istotnych trendów czasowych ($P \leq 0,05$)
 no significant trends were found ($P \leq 0.05$)

Jakość skorupy jaj w okresie nieśności pogorszyła się w stosunku do jaj zniesionych na początku i w szczycie okresu reprodukcyjnego (tab. 33, rys. 32). Świadczą o tym potwierdzone statystycznie ($P \leq 0,05$), zwiększające się wartości średnie i trend czasowy elastycznego odkształcenia skorupy, przy równocześnie malejącej jej grubości. Wytrzymałość skorupy na zgniatanie przyjmowała zbliżone wartości (od 28,8 do 31,4 N i od 2,9 do 3,2 kg) w czasie trwania okresu reprodukcyjnego (tab. 33), przy czym trendy czasowe tych cech nieznacznie malały (rys. 32).



* trend czasowy statystycznie istotny ($P \leq 0,05$)
significant time trend ($P \leq 0,05$)

Rys. 32. Trendy czasowe cech skorupy jaj gęsi w okresie nieśności
Fig. 32. Time trends of eggshell traits in goose over the laying period

Podobna zależność cechowała jaja pochodzące od gęsi Astra G, w różnych okresach reprodukcyjnych [62, 63]. Elastyczne odkształcenie skorupy zwiększyło się na końcu nieśności średnio o $2 \mu\text{m}\cdot\text{cm}^{-2}$, a jej grubość zmalała o $0,120 \text{ mm}$ w porównaniu z początkiem reprodukcji. Wytrzymałość skorupy jaj gęsi o innym pochodzeniu była mniejsza i wynosiła od $16,3$ do $21,7 \text{ N}$ [67].

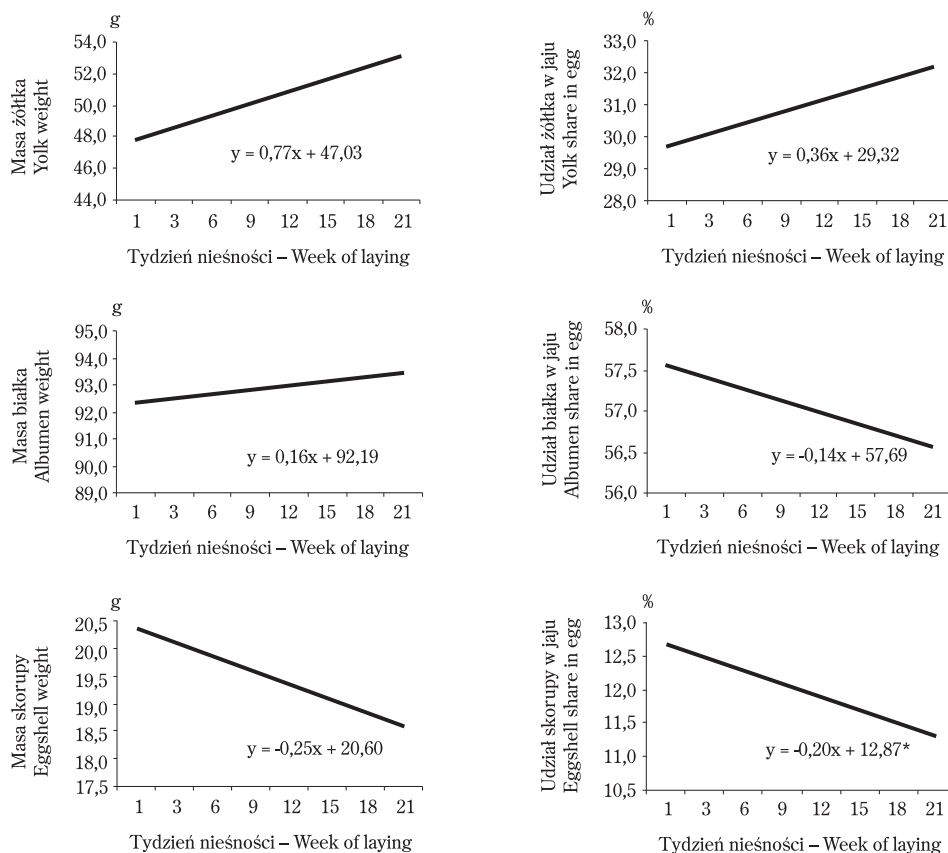
W przeprowadzonym doświadczeniu stwierdzono, że składniki morfologiczne jaj gęsi w czasie trwania nieśności nie zmieniały się istotnie (tab. 34). Wyjątek stanowił procentowy udział skorupy w jaju. Różnica w tej cesze między początkiem a końcem okresu reprodukcyjnego wynosiła $1,1\%$ i była statystycznie istotna ($P \leq 0,05$).

Tabela 34. Składniki morfologiczne jaj gęsi w trzech terminach nieśności
 Table 34. Morphological composition of goose eggs at three dates of the laying period

Termin nieśności Date of laying		Masa i udział w jaju Weight and share in egg					
		żółtka yolk		białka albumen		skorupy eggshell	
		g	%	g	%	g	%
Początek	\bar{x}	48,8	30,0	93,2	57,5	20,1	12,4 a
Early	SEM	1,4	0,5	1,6	0,5	0,3	0,1
Szczyt	\bar{x}	49,1	30,7	90,7	56,9	19,7	12,4 a
Peak	SEM	1,3	0,5	1,5	0,5	0,4	0,2
Koniec	\bar{x}	53,1	32,0	94,1	56,7	18,7	11,3 b
Late	SEM	1,2	0,4	2,5	0,6	0,4	0,3
Ogółem	\bar{x}	49,6	30,6	92,4	57,2	19,7	12,2
Total	SEM	0,8	0,3	1,0	0,3	0,2	0,1

Objaśnienia jak w tabeli 3 – Explanations, see Table 3

Analiza trendów czasowych składników morfologicznych jaj gęsi (rys. 33) wykazała, że masa i procentowy udział żółtka, a także masa białka zwiększyły się nieznacznie. Zmalał natomiast procentowy udział białka oraz masa i procentowy udział skorupy w jajach. Podobne trendy czasowe takich samych cech u gęsi Astra G podali Mazanowski i Adamski [63]. Malejące udziały żółtka, białka i skorupy w jajach gęsi sześciu odmian regionalnych stwierdzili Kisiel i Książkiewicz [42].



* trend czasowy statystycznie istotny ($P \leq 0,05$)
significant time trend ($P \leq 0.05$)

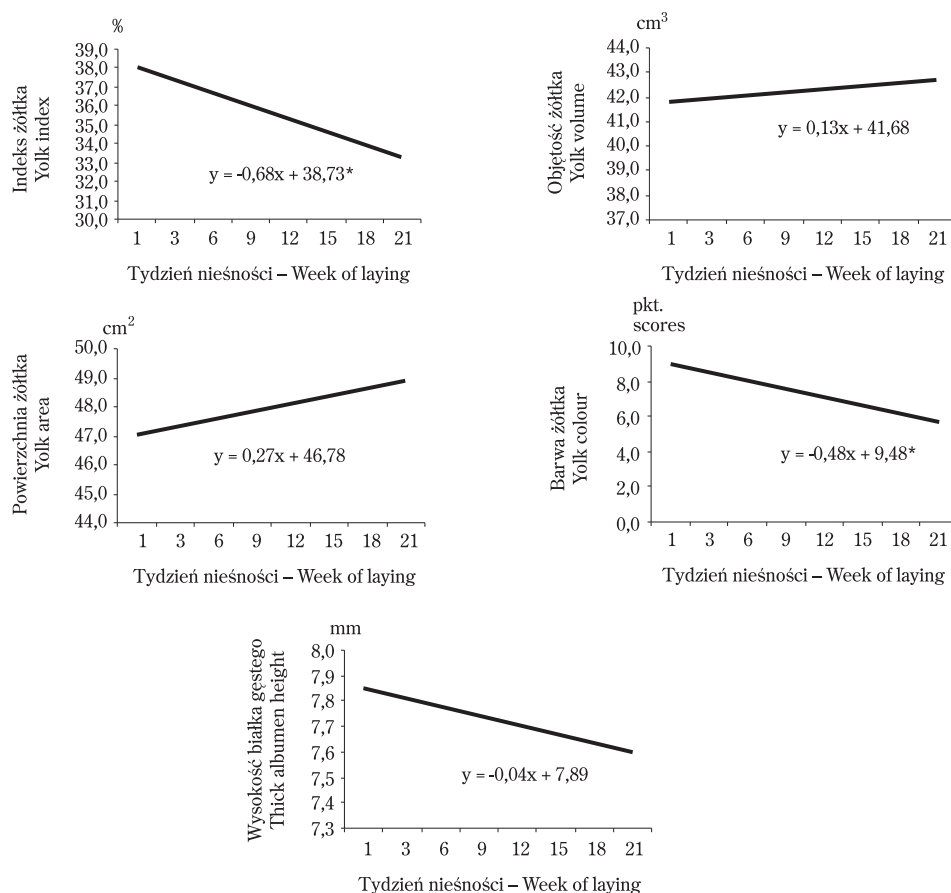
Rys. 33. Trendy czasowe składników morfologicznych jaj gęsi w okresie nieśności

Fig. 33. Time trends of morphological composition of goose eggs over the laying period

Jaja gęsi Białych Kołodzkich® charakteryzował także zmniejszający się istotnie indeks żółtka – z 37,8% na początku nieśności do 34,0% na jej końcu (rys. 34, tab. 35). Objętość i powierzchnia żółtka w całym okresie nieśności przyjmowały podobne wartości. Natomiast barwa żółtka, wyrażona punktami skali La Roche, zmniejszyła się o 2,7 pkt. na końcu nieśności w porównaniu z jej początkiem, co zapewne było związane z gorszym wykorzystaniem barwników paszy i z dużym ich ubytkiem z organizmu ptaków pod koniec produkcji.

Uzyskane wyniki znalazły potwierdzenie we wcześniej przeprowadzonych ocenach jaj pochodzących od gęsi Astra G [63]. W badaniach

własnych o nieznacznie pogarszającej się jakości treści jaj gęsi pod koniec nieśności świadczy zmniejszająca się wysokość białka gęstego jaja - z 7,9 mm w jajach zniesionych na początku okresu reprodukcyjnego do 7,7 mm w pozyskanych pod koniec nieśności (rys. 34, tab. 35). Różnic tych jednak nie potwierdzono statystycznie.



* trend czasowy statystycznie istotny ($P \leq 0,05$)
significant time trend ($P \leq 0,05$)

Rys. 34. Trendy czasowe cech treści jaj gęsi w okresie nieśności
Fig. 34. Time trends of egg content traits in goose over the laying period

Masa jaja gęsiego była istotnie skorelowana z masą żółtka, białka i skorupy, a także z powierzchnią oraz objętością żółtka (tab. 36). Dodatkowo i wysoko skorelowana z masą jaj była ich szerokość (0,889). Natomiast współczynnik korelacji między długością jaj a ich masą przyjmował średnią wartość (0,367), ale potwierdzoną statystycznie ($P \leq 0,05$). Zbliżone

wartości miały współczynniki korelacji prostej między szerokością (dodatnie i wysokie) i długością jaj (średnie, istotne statystycznie) a masą żółtka, białka i skorupy, podobnie jak obliczone przez Adamskiego [6] dla jaj gęsi Astra G. Masa i wymiary jaj jako cechy łatwo mierzalne są dobrymi wskaźnikami składu morfologicznego jaj gęsich.

Tabela 35. Cechy treści jaj gęsich w trzech terminach nieśności
Table 35. Egg content traits in goose at three dates of the laying period

Termin nieśności Date of laying	Żółtko - Yolk				Wysokość białka gęstego Thick albumen height (mm)	
	indeks index (%)	objętość volume (cm ³)	powierzchnia area (cm ²)	barwa (pkt.) colour (scores)		
Początek Early	\bar{x} SEM	37,8 a 0,4	42,8 1,2	47,9 1,0	8,9 a 0,2	7,9 0,3
Szczyt Peak	\bar{x} SEM	35,0 b 0,5	39,5 1,3	46,0 1,0	6,6 b 0,2	7,5 0,4
Koniec Late	\bar{x} SEM	34,0 b 0,9	43,5 1,8	49,4 1,5	6,2 b 0,3	7,7 0,6
Ogółem Total	\bar{x} SEM	36,1 0,4	41,7 0,8	47,5 0,6	7,6 0,2	7,7 0,2

Objaśnienia jak w tabeli 3 - Explanations, see Table 3

Istotnie statystycznie współczynniki korelacji (0,302 i 0,261) świadczą o zwiększaniu się masy skorupy wraz ze zwiększaniem się jej grubości. Powierzchnia i objętość żółtka były dodatnio i istotnie skorelowane z masą i szerokością jaj, ich składnikami morfologicznymi oraz wysokością białka gęstego. Zależności między wysokością białka gęstego a powierzchnią i objętością żółtka jaj sugerują, że te ostatnie są dobrymi wskaźnikami jakości treści jaj gęsich.

Dodatnie i statystycznie istotne współczynniki korelacji prostej między łatwo mierzalnymi cechami budowy jaj (masą i ich wymiarami), umożliwiły wyprowadzenie równań regresji wielokrotnej do szacowania masy żółtka (y_{16}), białka (y_{17}) i skorupy (y_{18}) w jajach gęsich (tab. 37). Współczynniki determinacji równań przyjmowały duże wartości dla masy żółtka (0,82), białka (0,78) i skorupy (0,63), co świadczy o ich wiarygodności. Równania cechowały także małe błędy standardowe - od 1,30 g dla masy skorupy do 3,98 g dla masy białka. Podobne błędy standardowe i współczynniki determinacji obliczono wcześniej dla równań wyprowadzonych w celu szacowania składników morfologicznych gęsi Astra G [6].

Tabela 36. Współczynniki korelacji prostej (r_{xy}) między wybranymi cechami jaj gęsi
 Table 36. Simple correlation coefficients (r_{xy}) between chosen egg traits in geese

Numer cechy Trait number	Cecha skorelowana - współczynnik korelacji Correlated trait - correlation coefficient													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
2	0,885*													
3	0,360*	0,128												
4	0,999*	0,889*	0,367*											
5	-0,049	-0,101	0,032	-0,049										
6	0,082	0,131	0,089	0,084	-0,156									
7	-0,125	-0,168	-0,018	-0,130	-0,207	0,202								
8	0,039	0,009	-0,046	0,036	-0,107	0,150	0,124							
9	0,821*	0,756*	0,288*	0,999*	0,078	0,085	-0,213	-0,026						
10	0,884*	0,764*	0,303*	0,883*	-0,109	0,049	-0,097	0,035	0,473*					
11	0,620*	0,525*	0,335*	0,621*	-0,179	0,101	0,302*	0,261*	0,468*	0,461*				
12	0,637*	0,637*	0,202	0,641*	0,027	0,188	-0,010	0,034	0,714*	0,419*	0,355*			
13	0,642*	0,648*	0,179	0,645*	0,054	0,149	-0,074	0,012	0,747*	0,401*	0,350*	0,989*		
14	0,077	0,176	-0,117	0,078	-0,117	0,130	0,163	0,217	-0,088	0,174	0,123	0,353*	0,301*	

Objaśnienia jak w tabeli 6 – Explanations, see Table 6

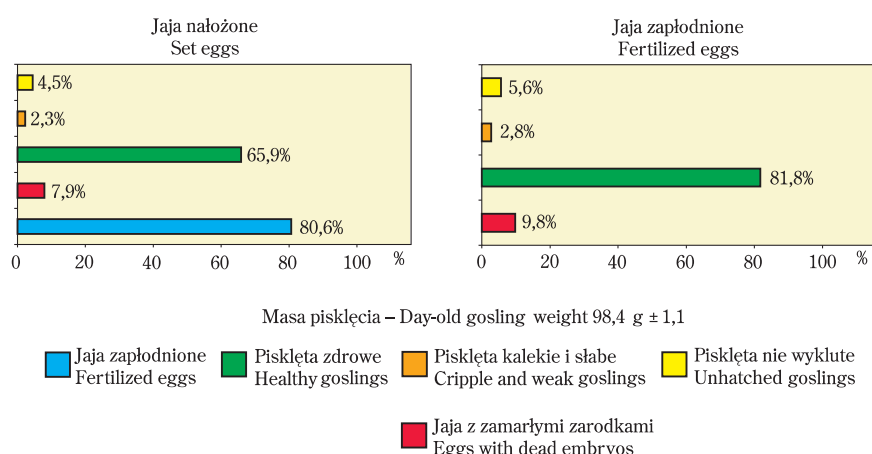
Tabela 37. Równania regresji wielokrotnej do szacowania składników morfologicznych jaj gęsi

Table 37. Multiple regression equations for estimating the morphological composition of goose eggs

Zmienne niezależne Independent variables	Numery równań Numbers of equations	Równania regresji wielokrotnej Multiple regression equations	Standardowe błędy średniej Standard errors of the mean (SEM)	Współczynniki determinacji Determination coefficients	Wartości szacowanej cechy Values of estimated trait (g)
Masa żółtka – Yolk weight (y_{16})					
Masa jaja (x_1) Egg weight (x_1) Szerokość jaja (x_2) Egg width (x_2) Długość jaja (x_3) Egg length (x_3)	16	$y_{16} = -38,213 + 0,323x_1 + 0,572x_2 + 0,035x_3$	$\pm 3,88$	0,82	49,6
Masa białka – Albumen weight (y_{17})					
Masa jaja (x_1) Egg weight (x_1) Szerokość jaja (x_2) Egg width (x_2) Długość jaja (x_3) Egg length (x_3)	17	$y_{17} = 33,285 + 0,610x_1 - 0,574x_2 - 0,078x_3$	$\pm 3,98$	0,78	92,4
Masa skorupy – Eggshell weight (y_{18})					
Masa jaja (x_1) Egg weight (x_1) Szerokość jaja (x_2) Egg width (x_2) Długość jaja (x_3) Egg length (x_3)	18	$y_{18} = 4,928 + 0,067x_1 + 0,003x_2 + 0,043x_3$	$\pm 1,30$	0,63	19,7

Jaja gęsi Białych Kołudzkich® w badaniach własnych charakteryzowała duża wartość biologiczna, potwierdzona wynikami lęgu jaj i wylęgu piskląt (rys. 35). Zapłodnienie jaj było podobne do średniej krajowej ptaków takiego samego pochodzenia i wieku [43], utrzymywanych w krajowych fermach gęsich.

Wylęg piskląt zdrowych z jaj nałożonych wynosił 65,9%, a z jaj zapłodnionych 81,8%. Niższe lub podobne wyniki zapłodnienia jaj (od 29,2 do 72,2% i od 27,5 do 84,7%) stwierdzono u potrójnych mieszańców z udziałem gęsi gęgawy, Białych Kołudzkich® i słowackich [64, 65, 66]. Natomiast wylęg piskląt zdrowych z jaj nałożonych u gęsi mieszańców wynosił średnio 72,3%, a z zapłodnionych 85,5%. Nieco lepsze zapłodnienie jaj (90,5 do 91,5%) i wylęg piskląt zdrowych z jaj nałożonych (63,2 do 68,7%) niż w badaniach własnych wykazano w stadach zachowawczych krajowych gęsi odmian południowych [42].



Rys. 35. Wyniki lęgu jaj i wylęgu piskląt gęsich
 Fig. 35. Hatchability results of goose eggs and goslings

W doświadczeniu wykazano wpływ masy jaj wylęgowych i ich składników morfologicznych na wyniki lęgu. Statystycznie istotnie najmniejszą masą jaja, żółtka, białka i skorupy oraz najmniejszym procentowym udziałem żółtka i białka cechowały się jaja, z których wylęgły się pisklęta kalekie i słabe (tab. 38). Jaja nie zapłodnione i jaja z pisklętami nie wykłutymi charakteryzowały się największą masą oraz masą żółtka, białka i skorupy.

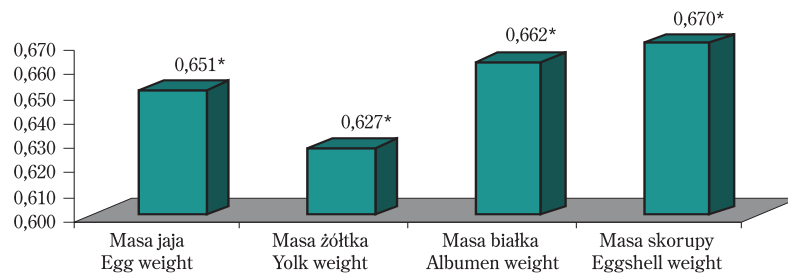
Tabela 38. Wyniki lęgu jaj i wylęgu piskląt w zależności od składników morfologicznych jaj gęsi

Table 38. Hatchability results of goose eggs and goslings depending on the morphological composition of eggs

Wyszczególnienie Specification		Masa jaja Egg weight (g)	Masa i udział w jaju Weight and share in egg					
			żółtka yolk		białka albumen		skorupy eggshell	
			g	%	g	%	g	%
Jaja nie zapłodnione Non fertilized eggs	\bar{x} SEM	161,6 a 3,3	50,0 a 1,3	30,7 a 0,2	92,2 a 1,7	57,1 0,1	19,7 a 0,3	12,1 0,1
Jaja z zamarymi zarodkami Eggs with dead embryos	\bar{x} SEM	157,2 a 2,8	48,1 a 1,1	30,6 a 0,2	89,8 a 1,5	57,1 0,1	19,3 a 0,2	12,3 0,1
Pisklęta zdrowe Healthy goslings	\bar{x} SEM	157,8 a 1,5	48,2 a 0,6	30,5 a 0,1	90,3 a 0,8	57,2 0,1	19,4 a 0,1	12,3 0,1
Pisklęta kalekie i słabe Crippled and weak goslings	\bar{x} SEM	135,6 b 0,1	39,0 b 0,1	28,8 b 0,1	78,8 b 0,1	58,1 0,1	17,8 b 0,1	13,1 0,1
Pisklęta nie wyklute Unhatched goslings	\bar{x} SEM	162,2 a 6,5	49,9 a 2,6	30,8 a 0,4	92,6 a 3,4	57,1 0,2	19,7 a 0,5	12,2 0,2
Ogółem Total	\bar{x} SEM	158,4 1,2	48,5 0,5	30,5 0,1	90,6 0,6	57,2 0,1	19,4 0,1	12,3 0,1

Objaśnienia jak w tabeli 3 - Explanations, see Table 3

Średnia masa ciała piskląt gęsi pochodzących z indywidualnych wylęgów wynosiła 98,4 g (rys. 35). Masa gąsienicy jednodniowej była dodatnio i istotnie skorelowana z masą jaj oraz ich składnikami morfologicznymi (rys. 36). Współczynniki korelacji prostej między tymi cechami wynosiły od 0,627 do 0,670. Najlepszym wskaźnikiem masy pisklęcia okazała się masa białka i masa skorupy, oszacowane za pomocą równań regresji wielokrotnej.



* współczynnik korelacji statystycznie istotny ($P \leq 0,05$)
 significant correlation coefficient ($P \leq 0.05$)

Rys. 36. Współczynniki korelacji prostej (r_{xy}) między masą pisklęcia a masą jaja i jego składnikami morfologicznymi u gęsi

Fig. 36. Simple correlation coefficients (r_{xy}) between gosling weight, egg weight and morphological composition of goose eggs

4. PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Analiza kształtowania się zależności między cechami zewnętrznymi a składnikami morfologicznymi treści jaj wybranych gatunków ptaków pozwoliła na wyprowadzenie przedstawionych poniżej równań regresji wielokrotnej do szacowania masy żółtka ($y_{1, 4, 7, 10, 13 \text{ i } 16}$), białka ($y_{2, 5, 8, 11, 14, 17}$) i skorupy ($y_{3, 6, 9, 12, 15, 18}$):

- dla jaj kurzych:

$$\begin{aligned} \text{masa żółtka} & y_1 = 3,575 + 0,389x_1 - 0,230x_2 - 0,006x_3 \pm 1,08 \\ \text{masa białka} & y_2 = -1,912 + 0,590x_1 - 0,148x_2 - 0,030x_3 \pm 1,14 \\ \text{masa skorupy} & y_3 = -1,662 + 0,021x_1 + 0,082x_2 + 0,036x_3 \pm 0,44 \end{aligned}$$

- dla jaj indyczych:

$$\begin{aligned} \text{masa żółtka} & y_4 = -53,257 - 0,017x_1 + 0,840x_2 + 0,556x_3 \pm 1,66 \\ \text{masa białka} & y_5 = 50,883 + 1,002x_1 - 0,877x_2 - 0,596x_3 \pm 1,61 \\ \text{masa skorupy} & y_6 = 2,375 + 0,015x_1 + 0,038x_2 + 0,041x_3 \pm 0,54 \end{aligned}$$

- dla jaj perliczych:

$$\begin{aligned} \text{masa żółtka} & y_7 = -9,645 + 0,031x_1 + 0,447x_2 + 0,064x_3 \pm 0,91 \\ \text{masa białka} & y_8 = 7,049 + 0,880x_1 - 0,361x_2 - 0,136x_3 \pm 1,11 \\ \text{masa skorupy} & y_9 = 2,596 + 0,090x_1 - 0,086x_2 + 0,072x_3 \pm 0,54 \end{aligned}$$

- dla jaj bażancich:

$$\begin{aligned} \text{masa żółtka} & y_{10} = -2,137 + 0,227x_1 + 0,026x_2 + 0,094x_3 \pm 0,80 \\ \text{masa białka} & y_{11} = 3,213 + 0,685x_1 - 0,044x_2 - 0,112x_3 \pm 0,85 \\ \text{masa skorupy} & y_{12} = -1,076 + 0,087x_1 + 0,017x_2 + 0,017x_3 \pm 0,27 \end{aligned}$$

- dla jaj przepiórczych:

$$\begin{aligned} \text{masa żółtka} & y_{13} = 1,239 + 0,431x_1 - 0,069x_2 - 0,032x_3 \pm 0,22 \\ \text{masa białka} & y_{14} = -1,309 + 0,574x_1 + 0,060x_2 + 0,009x_3 \pm 0,22 \\ \text{masa skorupy} & y_{15} = 0,070 - 0,005x_1 + 0,009x_2 + 0,023x_3 \pm 0,09 \end{aligned}$$

- dla jaj gęsich:

$$\begin{aligned} \text{masa żółtka} & y_{16} = -38,213 + 0,323x_1 + 0,572x_2 + 0,035x_3 \pm 3,88 \\ \text{masa białka} & y_{17} = 33,285 + 0,610x_1 - 0,574x_2 - 0,078x_3 \pm 3,98 \\ \text{masa skorupy} & y_{18} = 4,928 + 0,067x_1 + 0,003x_2 + 0,043x_3 \pm 1,30 \end{aligned}$$

gdzie:

- x_1 - masa jaja,
- x_2 - szerokość jaja,
- x_3 - długość jaja.

Uzyskane wyniki umożliwiły sformułowanie następujących wniosków:

- 1) masa, powierzchnia i wymiary jaja kur mięsnych, indyków i perlic w pierwszym okresie reprodukcyjnym zwiększają się, natomiast bażantów - maleją. Najniższe wartości tych cech u przepiórek stwierdzono w szczycie nieśności. Jaja gęsie pozyskane w pierw-

szym okresie reprodukcyjnym nie różnią się istotnie pod względem cech budowy w kolejnych tygodniach nieśności,

- 2) jaja ocenionych gatunków ptaków charakteryzuje pogarszająca się w czasie nieśności jakość skorupy. Masa skorupy, jej elastyczne odkształcenie, grubość, gęstość i wytrzymałość na zgniatanie istotnie maleją w stosunku do początku okresu reprodukcyjnego. Jedynie u przepiórek najmniejsze wartości tych cech stwierdzono w szczycie nieśności,
- 3) zmiany składników morfologicznych jaj pozyskanych podczas pierwszego okresu reprodukcyjnego różnią się w zależności od gatunku ptaków – masa żółtka, białka i skorupy jaj kurzych, indyckich i perliczych wzrasta. W jajach przepiórczych zwiększa się masa żółtka i białka, a maleje skorupy, natomiast w jajach bażanich masa żółtka i skorupy maleje, a białka rośnie,
- 4) dodatnio i statystycznie istotne współczynniki korelacji między masą, szerokością i długością jaj a ich składnikami morfologicznymi wskazują, że cechy te jako zmienne niezależne są dobrymi wskaźnikami masy żółtka, białka i skorupy, przy ich szacowaniu za pomocą równań regresji wielokrotnej. Dobrym wskaźnikiem jakości skorupy jest jej elastyczne odkształcenie, o czym świadczą współczynniki korelacji między tą cechą a masą, grubością i gęstością skorupy,
- 5) u indyków, perlic i gęsi wykazano wyraźny wpływ masy i składników morfologicznych jaj, oszacowanych za pomocą równań regresji wielokrotnej, na wyniki lęgu jaj i wylęgu piskląt. Z najcięższych oraz o największej masie żółtka i białka jaj indyckich pozyskano pisklęta kalekie i słabe. U gęsi odwrotnie, pisklęta takie wylęgały się z jaj o najmniejszej masie żółtka i białka. Perliczeta kalekie i słabe oraz zamarłe zarodki stwierdzono w najcięższych jajach perliczych i o największej masie białka. U pozostałych gatunków ptaków (kur, bażantów i przepiórek) nie stwierdzono wyraźnego wpływu masy jaj wylęgowych i ich składników morfologicznych na wyniki lęgu jaj i wylęgu piskląt,
- 6) masa jaja, żółtka, białka i skorupy jest dodatnio i istotnie skorelowana z masą piskląt. Najlepszym wskaźnikiem masy pisklęcia in-

dycznego i bażanciego jest masa jaja, o czym świadczą współczynniki korelacji między tymi cechami (dla indyków $r = 0,762$, dla bażantów $r = 0,804$). Oszacowana za pomocą zaproponowanych równań masa żółtka jest najlepszym wskaźnikiem masy jednodniowych perlicząt ($r = 0,581$) i przepiórcząt ($r = 0,576$). Masa pisklęcia kur jest najwyżej skorelowana z masą białka ($r = 0,778$), natomiast gąsienica – z masą białka i skorupy jaj. Masa jaj i ich wymiary, stanowiące zmienne niezależne obliczonych równań regresji wielokrotnej, są dobrymi wskaźnikami jakości piskląt.

Wniosek dla praktyki

W produkcji towarowej jakość piskląt kur mięsnych, indyków, perlic, bażantów, przepiórek i gęsi można polepszyć, uwzględniając przy wyborze jaj do lęgu ich masę i wymiary. W stadach hodowlanych indyków, perlic i gęsi można zaproponować selekcję masy żółtka, białka i skorupy, oszacowanych w jajach za pomocą równań regresji wielokrotnej, w celu poprawienia wskaźników wylęgowości.

PIŚMIENNICTWO

- [1] Abanikannda O.T.F., Leigh A.O., 2007. Allometric Relationships Between Composition and Size of Chicken Table Eggs. *Int. J. Poult. Sci.* 6(3), 211-217.
- [2] Abanikannda O.T.F., Olutogun O., Leigh A.O., Ajayi L.A., 2007. Statistical Modeling of Egg Weight and Egg Dimensions in Commercial Layers. *Int. J. Poult. Sci.* 6(1), 59-63.
- [3] Adamski M., 2004. Kształtowanie się cech morfologicznych i fizycznych jaj kaczek w pierwszym okresie nieśności. *Zesz. Nauk. Prz. Hod. PTZ* 72(4), 4-45.
- [4] Adamski M., 2005. Równania regresji wielokrotnej do szacowania składu morfologicznego jaj kaczek. *Mat. XVII Międz. Symposium Drobiarskiego (PO WPSA), Kiekrz koło Poznania*, 53-54.
- [5] Adamski M., 2005. Wpływ genotypu na skład morfologiczny i cechy fizyczne jaj kaczek w pierwszym okresie nieśności. *Pr. Kom. Nauk Rol. i Biol. BTN, Seria B* 41(55), 13-24.
- [6] Adamski M., 2006. Multiple regression equations for estimating the morphological composition of goose eggs. *Mat. Międz. Konf. Biotechnology, Českè Budějovice, Czech Republic*, 131-133.
- [7] Adamski M., Bernacki Z., Kuźniacka J., 2004. Kształtowanie się jakości jaj w drugim okresie nieśności kur Tetra SL i Hy-Line po przymusowym przepierzaniu. *Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Zooteknika* 34, 87-96.
- [8] Adamski M., Bernacki Z., Kuźniacka J., 2005. Changes in the biological value of duck eggs defined by egg quality. *Folia biologica (Kraków)* 53, Suppl., 107-114.
- [9] Adeogun I.O., Adeoye A.A., 2004. Heritabilities and phenotypic correlations of growth performance traits in Japanese quails. *Livestock Res. Rural Dev.* 16(12), www.cipav.org.co/lrrd/lrrd16/12/adeo16103.htm
- [10] Adeyemo A.I., Oyejola O., 2004. Performance of Guinea Fowl *NNumida Meleagris Fed* Varying Levels of Poultry Droppings. *Int. J. Poult. Sci.* 3(5), 357-360.
- [11] Altinel A., Ghunes H., Kirmizibayrak T., Corekci S.G., Bilal T., 1996. The studies on egg quality characteristics of Japanese quails. *J. Fac. Vet. Univ. Istanbul* 22, 203-213.
- [12] Applegate T.J., Lilburn M.S., 1996. Independent Effects of Hen Age and Egg Size on Incubation and Poultry Characteristics in Commercial Turkeys. *Poult. Sci.* 75(10), 1210-1216.

- [13] Applegate T.J., Lilburn M.S., 1998. Effect of Hen Age, Body Weight, and Age at Photostimulation. 1. Egg, Incubation, and Poult Characteristics of Commercial Turkeys. *Poult. Sci.* 77, 433-438.
- [14] Ar A., Paganelli C.V., Reeves R.B., Greene D.G., Rahn H., 1974. The avian egg: water vapor conductance, shell thickness, and functional pore area. *The Condor.* 76(2), 153-158.
- [15] Ar A., Rahn H., Paganelli C.V., 1979. The avian egg: mass and strength. *The Condor.* 81(4), 331-337.
- [16] Ayasan T., Ozcan B.D., Baylan M., Canogullari S., 2006. The effects of dietary inclusion of probiotic Protexin on egg yield parameters of Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*). *Int. J. Poult. Sci.* 5(8), 776-779.
- [17] Ayasan T., Yurtseven S., Baylan M., Canogullari S., 2005. The effects of dietary *Yucca Schidigera* on egg yield parameters and egg shell quality of laying Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*). *Int. J. Poult. Sci.* 4(3), 159-162.
- [18] Baumgartner J., 1994. Japanese quail production, breeding and genetics. *World's Poult. Sci. J.* 50(3), 227-235.
- [19] Bernacki Z., Heller K., 2003. Ocena jakości jaj perlic szarych (*Numida meleagris* L.) w różnych okresach nieśności. *Pr. Kom. Nauk Rol. i Biol. BTN, Seria B* 38(51), 27-32.
- [20] Bernacki Z., Korytkowska H., Kuźniacka J., 2004. Charakterystyka nieśności i jakości jaj towarowych kur Hy-Line i Tetra SL po przymusowym przepierzaniu. *Pr. Kom. Nauk Rol. i Biol. BTN, Seria B* 40(53), 37-46.
- [21] Brake J., Walsh T.J., Benton C.E., Petite N.J., Mejerhof R., Peñalva G., 1997. Egg handling and storage. *Poult. Sci.* 76, 144-151.
- [22] Carey C., Rahn H., Parisi Ph., 1980. Calories, water, lipid and yolk in avian eggs. *The Condor.* 82(3), 335-343.
- [23] Christensen V.L., Grimes J.L., Wineland M.J., 2001. Effects of Turkey Breeder Hen Age, Strain, and Length of the Incubation Period on Survival of Embryos and Hatchlings. *J. Appl. Poult. Res.* 10, 5-15.
- [24] Coles B.A., Croom J., Daniel L.R., Christensen V.L., Eisen E.J., 2001. In Ovo Peptide YY Administration Improves Body Weight at Hatch and Day 3 in Turkey Poults. *J. Appl. Poult. Res.* 10, 380-384.
- [25] Deeming D.C., Wadland D., 2002. Influence of mating sex ratio in commercial pheasant flocks on bird health and the production, fertility, and hatchability of eggs. *Br. Poult. Sci.* 43, 16-23.

- [26] Dorn D., Sheppard C.C., Flegal C.J., 1982. The Influence of Storage on Hatchability of Ringneck Pheasant Eggs. *Poult. Sci.* 61, 2503-2505.
- [27] Fabijańska I., Potemkowska E., Stępińska M., 1983. Zależności pomiędzy jakością skorupy jaj a ich zdolnością wylęgową. *Prz. Nauk. Lit. Zoot.* 1-2(111-112), 293-299.
- [28] Faruga A., Pudyszak K., Puchajda H., Jankowski J., Kozłowski K., 1996. Charakterystyka jakości jaj w zależności od okresu nieśności i pochodzenia indyków. *Zesz. Nauk. Prz. Hod. PTZ* 24, 91-99.
- [29] Fayeye T.R., Adeshiyani A.B., Olugbami A.A., 2005. Egg traits, hatchability and early growth performance of the Fulani-ecotype chicken. *Livestock Res. Rural Dev.* 17(8), www.cipav.org.co/lrrd/lrrd17/8/faye17094.htm
- [30] French N.A., 1997. Modeling Incubation Temperature: the Effects of Incubator Design, Embryonic Development, and Egg Size. *Poult. Sci.* 76, 124-133.
- [31] Giebel O., Jamroz D., Mazurkiewicz M., 1984. Wskaźniki reprodukcji bażantów żywionych mieszankami o obniżonej zawartości białka, sporządzonymi z komponentów krajowych. *Med. Wet.* 40(8), 479-481.
- [32] Günlü A., Kirikçi K., Çetin O., Garip M., 2003. Some external and internal quality characteristics of partridge (*A. graeca*) eggs. *Food Agric. Environ.* 1(3-4), 197-199.
- [33] Halaj M., Grofik R., 1994. Vzťahy medzi pevnosťou vaječnej škrupiny a niektorými vlastnosťami vajec sliepok. *Živočišna Výroba* 39(10), 927-933.
- [34] Hulet R.M., Flegal C.J., Carpenter G.H., Champion L.R., 1985. Effect of Eggshell Color and Thickness on Hatchability in Chinese Ring-necked Pheasants. *Poult. Sci.* 64, 235-237.
- [35] Hulet R.M., Marquez B.J., 1978. The relationship of pheasant egg color and hatchability. *Poult. Sci.* 57, 1146.
- [36] Jethon W., Mazurkiewicz M., 1982. Aspekty zootechniczno-weterynaryjne efektywności wylęgu piskląt bażancich. *Med. Wet.* 38(4), 186-188.
- [37] Karaca O., Altin T., 1997. The phenotypic and genetic parameters of egg yield and some egg characteristics in Pekin duck. *Türk İhterinerlik ve Hayvancılık Dergisi* 21(4), 313-315.
- [38] Khurshid A., Farooq M., Durrani F.R., Sarbiland K., Chand N., 2003. Predicting egg weight, shell weight, shell thickness and hatching

- chick weight of Japanese quails using various egg traits as regressors. *Int. J. Poult. Sci.* 2(2), 164-167.
- [39] Khurshid A., Farooq M., Durrani F.R., Sarbiland K., Manzoor A., 2004. Hatching performance of Japanese quails. *Livestock Res. Rural Dev.* 16(1), www.cipav.org.co/lrrd/lrrd16/1/khur161.htm
- [40] Kirikçi K., Günlü A., Çetin O., Garip M., 2003. Some quality characteristics of pheasant (*P. colchicus*) eggs. *Food Agric. Environ.* 1(3/4), 226-228.
- [41] Kirikçi K., Günlü A., Garip M., 2005. Some Quality Characteristics of Pheasant (*Phasianus colchicus*) Eggs with Different Shell Colors. *Turk J. Vet. Anim. Sci.* 29, 315-318.
- [42] Kisiel T., Książkiewicz J., 2004. Physical traits and hatching results of eggs from geese of Polish regional varieties. *Ann. Anim. Sci.* 4(1), 33-42.
- [43] Koźlecka M., Szukalski G., Wencsek E., 2006. Wyniki oceny wartości użytkowej drobiu w 2005 roku. *Krajowa Rada Drobiarstwa-Izba Gospodarcza Warszawa*, 5-123.
- [44] Krystianiak S., Kontecka H., 2002. Jakość skorupy jaj w zależności od jej barwy i okresu nieśności bażantów. *Rocz. Nauk. Zoot.* 16, Supl., 131-135.
- [45] Krystianiak S., Kontecka H., Nowaczewski S., Rosiński A., 2007. Laying Characteristics of One- and Two-year Old Pheasants (*Phasianus colchicus* L.). *Folia biologica (Kraków)* 55(1-2), 65-72.
- [46] Krystianiak S., Kontecka H., Wężyk S., 2000. Jakość jaj bażantów łownych w zależności od barwy skorupy. *Zesz. Nauk. Prz. Hod. PTZ* 49, 501.
- [47] Krystianiak S., Nowaczewski S., Kontecka H., Torgowski J., 1999. Cechy reprodukcyjne bażantów łownych utrzymywanych w wolierach. *Pr. Kom. Nauk Rol. i Kom. Nauk Leś. PTPN* 87, 171-177.
- [48] Książkiewicz J., Antosik P., Piontek D., 1998. Wpływ pochodzenia na współzależności między cechami zewnętrznymi jaj wylęgowych a wybranymi cechami wylężonych z nich kaczek. *Rocz. Nauk Zoot.* 25(2), 37-49.
- [49] Kuchida K., Fukaya M., Miyoshi S., Suzuki M., Tsuruta S., 1999. Nondestructive Prediction Method for Yolk: Albumen Ratio in Chicken Eggs by Computer Image Analysis. *Poult. Sci.* 78, 909-913.
- [50] Kul S., Seker I., 2004. Phenotypic correlations between some external and internal egg quality traits in the Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*). *Int. J. Poult. Sci.* 3(6), 400-405.

- [51] Kuźniacka J., Adamski M., Bernacki Z., 2004. Porównanie składu morfologicznego i cech fizycznych jaj różnych gatunków ptaków gospodarskich. Pr. Kom. Nauk Roln. i Biol. BTN, Seria B 40(53), 139-144.
- [52] Kuźniacka J., Adamski M., Bernacki Z., 2005. Wpływ barwy skorupy na jakość jaj i wyniki wylęgu piskląt bażanta łownego (*Phasianus colchicus* L.). Pr. Kom. Nauk Rol. i Biol. BTN, Seria B 42(56), 113-139.
- [53] Kuźniacka J., Bernacki Z., Adamski M., 2004. Jakość i wylęgowość jaj perlic szarych (*Numida meleagris*) utrzymywanych ekstensywnie. Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Zootechnika 34, 115-123.
- [54] Kuźniacka J., Bernacki Z., Adamski M., 2004. Wylęgowość jaj bażantów łownych i kuropatw w zależności od terminu nieśności. Zesz. Nauk. Prz. Hod. PTZ 72(4), 57-67.
- [55] Kuźniacka J., Bernacki Z., Adamski M., 2005. Effect of the Date of Egg-laying on the Biological Value of Eggs and Reproductive Traits in Pheasants (*Phasianus colchicus* L.). Folia biologica (Kraków), Supl. 53, 73-78.
- [56] Kuźniacka J., Bernacki Z., Adamski M., 2005. Jakość jaj oraz wpływ masy jaja i pisklęcia na masę ciała bażantów łownych w odchowcie. Pr. Kom. Nauk Rol. i Biol. BTN, Seria B 41(55), 105-114.
- [57] Kuźniacka J., Bernacki Z., Adamski M., 2006. Relationship between the egg weight and the chick weight and weight and body dimensions in reared pheasants. Mat. Międz. Konf. Biotechnology, Českè Budějovice, Czech Republic, 275-277.
- [58] Laughlin K., 2007. Management and control of egg size. Int. Hatch. Pract. 19(8), 15-17.
- [59] Leskanich C.O., Noble R.C., 1997. Manipulation of the *n*-3 polyunsaturated fatty acid composition of avian eggs and meat. World's Poultry Sci. J. 53(2), 156-183.
- [60] Lesson S., Caston L.J., 1997. A Problem with Characteristics of the Thin Albumen in Laying Hens. Poultry Sci. 76(10), 1332-1336.
- [61] Majewska D., Wnukiewicz A., Romaniszyn K., 2000. Kontrola wylęgowości jaj 3-letnich bażantów łownych. Zesz. Nauk. Prz. Hod. PTZ 49, 508.
- [62] Mazanowski A., Adamski M., 2002. Evaluation of reproductive traits and egg quality in Astra G geese during the first reproductive period. Ann. Anim. Sci. 2(2), 67-78.
- [63] Mazanowski A., Adamski M., 2006. The structure, chemical composition and time trends of egg quality characteristics in high-producing geese. Archiv. Geflügelk. 70(3), 127-133.

- [64] Mazanowski A., Bernacki Z., 2003. Porównanie wyników reprodukcji i jakości jaj potrójnych mieszańców z gęsią gęgawą. *Rocz. Nauk. Zoot.* 30(1), 171-184.
- [65] Mazanowski A., Bernacki Z., Kisiel T., 2005. Characteristics of reproductive traits and egg traits of crossbred geese with Graylag ancestry. *J. Anim. Feed Sci.* 14, 549-560.
- [66] Mazanowski A., Dziadek K., Adamski M., 2002. Cechy reprodukcyjne i mięsne mieszańców potrójnych z udziałem gęsi gęgawych. *Rocz. Nauk. Zoot.* 29(1), 105-120.
- [67] Mazanowski A., Kisiel T., Adamski M., 2005. Evaluation of some regional varieties of geese for reproductive traits, egg structure and egg chemical composition. *Ann. Anim. Sci.* 5(1), 67-83.
- [68] Meijerhof R. 1992. Pre-incubation holding of hatching eggs. *World's Poult. Sci. J.* 48(1), 57-68.
- [69] Mróz E., 1996. Niektóre cechy morfologiczne powierzchni skorupy jaj indyczych i ich związek z wylęgowością. *Zesz. Nauk. Prz. Hod. PTZ* 24, 77-84.
- [70] Mróz E., Michalak K., Orłowska A., 2007. Hatchability of Turkey Eggs as Dependent on Shell Structure. *Pol. J. Nat. Sci.* 22(1), 31-42.
- [71] Mróz E., Michalak K., Pudyszak K., 2003. Wpływ genotypu bażantów i barwy skorupy jaj na wylęgowość. *Zesz. Nauk. Prz. Hod. PTZ* 68(4), 39-45.
- [72] Narushin V.G., Romanov M.N., 2002. Egg physical characteristics and hatchability. *World's Poult. Sci. J.* 58(3), 297-303.
- [73] Nasrollah V., Edriss M.A., Moshtaghi H., 2006. Comparison of egg weight between two quail strains. *Int. J. Poult. Sci.* 5(4), 398-400.
- [74] Nowaczewski S., Kontecka H., 2002. Wpływ dodatku witaminy C do paszy dla bażantów na wybrane cechy jaj wylęgowych. *Rocz. Nauk. Zoot.* 16, Supl., 257-261.
- [75] Nwagu B.I., 1997. Factors affecting fertility and hatchability of guinea fowl eggs in Nigeria. *World's Poult. Sci. J.* 53(3), 279-286.
- [76] Nwagu B.I., Alawa C.B.I., 1995. Guinea fowl production in Nigeria. *World's Poult. Sci. J.* 51, 261-270.
- [77] Odunsi A.A., 2003. Assessment of lablab (*Lablab purpureus*) leaf meal as a feed ingredient and yolk colouring agent in the diet of layers. *Int. J. Poult. Sci.* 2(1), 71-74.
- [78] Oke U.K., Herbert U., Nwachukwu E.N., 2004. Association between body weight and some egg production traits in the guinea fowl (*Numida meleagris galeata* Pallas). *Livestock Res. Rural Dev.* 16(9), www.cipav.org/lrrd/lrrd16/9/oke16072.htm

- [79] Paganelli C.V., Olszowka A., Ar A., 1974. The avian egg: surface area, volume, and density. *The Condor*. 76(3), 319-325.
- [80] Panda B., Singh R.P., 1990. Developments in processing quail meat and eggs. *World's Poult. Sci. J.* 46(3), 219-234.
- [81] Polska Norma PN-R-78564, 1998. Jaja wylęgowe indycze, kacze i gęsie.
- [82] Praca zbiorowa pod red. S. Smulikowskiej, 1996. Normy żywienia drobiu. Instytut Fizjologii i Żywienia Zwierząt Jabłonna, wyd. III, 13-95.
- [83] Rouvier R., 1999. Genetics and physiology of waterfowl. *Proc. of 1st World Waterfowl Conference*, Taichung, 1-18.
- [84] Saatci M., Kirmizibayrak T., Aksoy A.R., Tilki M., 2005. Egg weight, shape index and hatching weight and interrelationships among these traits in native Turkish geese with different coloured feathers. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.* 29, 353-357.
- [85] Saina H., Kusina N.T., Bhebhe E., Lebel S., 2005. Guinea fowl production by indigenous farmers in Zimbabwe. *Livestock Res. Rural Dev.* 17(9), www.cipav.org.co/lrrd/lrrd17/9/sain17101.htm
- [86] Seker I., 2004. Prediction of albumen weight, yolk weight, and shell weight as egg weight in Japanese quail eggs. *Uludag. Univ. J. Fac. Vet. Med.* 23(1/2/3), 87-92.
- [87] Seker I., Kul S., Bayraktar M., 2004. Effects of parental age and hatching egg weight of Japanese quails on hatchability and chick weight. *Int. J. Poult. Sci.* 3(4), 259-265.
- [88] Shrivastav A.K., Panda B., 1999. A review of quail nutrition research in India. *World's Poult. Sci. J.* 55(1), 73-81.
- [89] Silversides F.G., Scott T.A., 2001. Effect of Storage and Layer Age on Quality of Eggs From Two Lines of Hens. *Poult. Sci.* 80(8), 1240-1245.
- [90] Statistica PL, 2002. Version 6, seria 1101.
- [91] Suk Y.O., Park C., 2001. Effect of Breed and Age of Hens on the Yolk to Albumen Ratio in Two Different Genetic Stocks. *Poult. Sci.* 80(7), 855-858.
- [92] Sultana F., Islam M.S., Howlider M.A.R., 2007. Effect of dietary calcium sources and levels on egg production and egg shell quality of Japanese quail. *Int. J. Poult. Sci.* 6(2), 131-136.
- [93] Toman R., Massányi P., Lukáč N., Ducsay L., Golian J., 2005. Fertility and content of cadmium in pheasant (*Phasianus colchicus*) following cadmium intake in drinking water. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 62(1), 112-117.

- [94] Tona K., Bamelis F., De Ketelaere B., Bruggeman V., Moreas V.M.B., 2003. Effects of Egg Storage Time on Spread of Hatch, Chick Quality, and Chick Juvenile Growth. *Poult. Sci.* 82, 736-741.
- [95] Torgowski J., Kontecka H., 1998. Wpływ dodatku witaminy C i żelaza do paszy na wskaźniki produkcyjne i hematologiczne bażantów łownych (*Phasianus colchicus*). *Rocz. AR w Poznaniu, Zootechnika* 50, 235-242.
- [96] Torgowski J., Potkański A., Musiał K., 1990. Wpływ zróżnicowanych warunków utrzymania stada reprodukcyjnego bażantów na wyniki produkcyjne. *Rocz. AR w Poznaniu, Zootechnika* 39, 91-97.
- [97] Trziszka T., 2000. Jajczarstwo. *Wyd. AR Wrocław, wyd. I*, 147-188.
- [98] Williams K.C., 1992. Some factors affecting albumen quality with particular reference to Haugh units score. *World's Poult. Sci. J.* 48(1), 5-16.
- [99] Wilson H.R., 1991. Interrelationships of egg size, chick size, post-hatching growth and hatchability. *World's Poult. Sci. J.* 47(1), 5-20.
- [100] Wong Y.C., Herald T.J., Hachmeister K.A., 1996. Evaluation of Mechanical and Barrier Properties of Protein Coatings on Shell Eggs. *Poult. Sci.* 75, 417-422.
- [101] Yakimenko I., Besulin V., Testik A., 2002. The effects of low intensity red laser irradiation on hatching eggs in chicken and quail. *Int. J. Poult. Sci.* 1(1), 6-8.
- [102] Zajac K., 1988. *Zarys metod statystycznych*. PWE Warszawa.

ZALEŻNOŚCI MIĘDZY SKŁADEM MORFOLOGICZNYM JAJ A WYLĘGOWOŚCIĄ PISKŁĄT WYBRANYCH GATUNKÓW PTAKÓW

Streszczenie

Celem badań było wyprowadzenie w oparciu o łatwo mierzalne cechy budowy (masę, szerokość i długość jaj) równań regresji wielokrotnej do szacowania składników morfologicznych jaj sześciu gatunków ptaków (kury, indyka, perlicy, bażanta, przepiórki i gęsi), będących w pierwszym okresie reprodukcyjnym oraz określenie na tej podstawie wyników lęgu (procenty zapłodnienia jaj i jaj z zamartłymi zarodkami) i wylęgu piskląt (procenty piskląt zdrowych, kalekich i słabych oraz nie wykłutych z jaj nałożonych i zapłodnionych).

Badania przeprowadzono w trzech etapach. Etap I obejmował ocenę jakości jaj wybranych gatunków ptaków. W II etapie wyznaczono zależności między łatwo mierzalnymi cechami budowy a składnikami morfologicznymi jaj oraz opracowano równania regresji wielokrotnej do szacowania składników morfologicznych (masy żółtka, białka i skorupy). Natomiast w III etapie przeprowadzono indywidualne lęgi jaj o wcześniej oszacowanym, na podstawie masy i wymiarów, składzie morfologicznym oraz przeanalizowano zależności między masą i składnikami morfologicznymi jaj a wynikami lęgu jaj i wylęgu piskląt.

Analiza cech zewnętrznych jaj oraz zależności między nimi a składnikami morfologicznymi treści pozwoliła na wyprowadzenie 18 równań regresji wielokrotnej do szacowania masy żółtka (y_1 , 4, 7, 10, 13, 16), białka (y_2 , 5, 8, 11, 14, 17) i skorupy (y_3 , 6, 9, 12, 15, 18).

Stwierdzono, że w pierwszym okresie reprodukcyjnym masa, powierzchnia i wymiary jaj kur mięsnych, indyków i perlic zwiększały się, natomiast bażantów malały. Jaja ocenionych gatunków ptaków charakteryzowała pogarszająca się w czasie nieśności jakość skorupy. Z kolei masa żółtka, białka i skorupy jaj kurzych, indycznych i perliczych zwiększała się w czasie nieśności.

Dodatkowo, wysokie i statystycznie istotne współczynniki korelacji między masą, szerokością i długością a składnikami morfologicznymi jaj wskazują, że masa i wymiary jaj, jako zmienne niezależne szacowane za pomocą równań regresji wielokrotnej, są dobrymi wskaźnikami masy żółtka, białka i skorupy. U indyków, perlic i gęsi wykazano wyraźny wpływ masy i składników morfologicznych na wyniki lęgu jaj i wylęgu piskląt, natomiast takiego wpływu nie stwierdzono u pozostałych ga-

tunków ptaków (kury, bażanta i przepiórki). Masa jaj, żółtka, białka i skorupy była dodatnio i istotnie skorelowana z masą piskląt.

W produkcji towarowej jakość piskląt kur mięsnych, indyków, perlic, bażantów, przepiórek i gęsi można polepszyć, uwzględniając przy wyborze jaj do lęgu ich masę i wymiary. W stadach hodowlanych indyków, perlic i gęsi można zaproponować selekcję masy żółtka, białka i skorupy, oszacowanych w jajach za pomocą równań regresji wielokrotnej, w celu poprawienia wskaźników wylęgowości.

RELATIONSHIPS BETWEEN THE MORPHOLOGICAL
COMPOSITION OF EGGS AND THE HATCHABILITY OF CHICKS
OF SELECTED BIRD SPECIES

Summary

The aim of the research was introducing, based on easily measurable egg traits (weight, width and length of egg) equations of multiple regression, to evaluate the morphological composition of eggs of six selected bird species (hen, turkey, guinea fowl, pheasant, quail and goose) in the first reproduction period and also defining, based on that, egg and chick hatchability results (percentage of egg fertility, eggs with dead embryos), chick hatchability (percentage of healthy chicks, crippled and weak chicks and also unhatched from the set and fertilized eggs).

The research was divided into three stages. Stage I covered the quality control of eggs of selected bird species. At stage II there were determined relationships between easily measurable structure traits and the morphological composition of the egg and there were introduced equations of multiple regression to evaluate the morphological composition of the egg (weight of yolk, albumen and eggshell). While at stage III individual hatches of eggs were made of pre-estimated, based on the weight and dimensions, morphological composition and the relationships were analyzed between the weight and morphological composition of the egg and the egg and chick hatchability results.

The analysis of external egg traits and the relationship between them and morphological composition of the eggs allowed introducing eighteen equations of multiple regression to estimate the weight of yolk ($y_1, 4, 7, 10, 13, 16$), albumen ($y_2, 5, 8, 11, 14, 17$) and eggshell ($y_3, 6, 9, 12, 15, 18$).

It was demonstrated that in the first reproduction period of meat-type hens, turkeys, and guinea fowl, the weight, area and dimensions of the egg increased, while in pheasants - they decreased. The eggs of the bird species evaluated over the laying period showed a deteriorating eggshell quality. The weight of yolk, albumen and eggshell in hen, turkey and guinea fowl eggs increased over the laying period.

Positive, high and significant correlation coefficients between the egg weight, width and length and its morphological composition show that the weight and dimensions of the eggs as independent variables evaluated with multiple regression equations can be good indices of the weight of yolk, albumen and eggshell. In turkeys, guinea fowl and geese there was shown a clear effect of the weight and morphological compo-

sition of eggs on the egg and chick hatchability results, while in the other bird species (hens, pheasants and quails) no such effect was demonstrated. The weight of the egg, yolk, albumen and the eggshell were positively and significantly correlated with the chick weight.

In commercial production, the quality of meat-type hens, turkeys, guinea fowl, pheasant, quail and goose can be enhanced by considering the weight and dimensions of hatching eggs. In breeding flocks of turkey, guinea fowl and goose there can be suggested a selection for yolk, albumen and eggshell weights evaluated for eggs with the equations of multiple regression in order to improve the hatchability indices.