

## Kształtowanie się wytrzymałości i odkształcenia elastycznego skorupy jaj kaczek pochodzących z wybranych stad zachowawczych

Lidia Lewko, Ewa Gornowicz

*Instytut Zootechniki Państwowy Instytut Badawczy, Zakład Doświadczalny  
Kołuda Wielka, 88-160 Janikowo  
Stacja Zasobów Genetycznych Drobiu Wodnego w Dworzyskach, 62-035 Kórnik*

### Wstęp

Jajo pełni funkcję odżywczą i reprodukcyjną, z tego też względu jego treść musi być skutecznie chroniona przed uszkodzeniami mechanicznymi oraz wnikaniem drobnoustrojów. Rolę tę spełnia najogólniej ujmując skorupa. Od jej jakości, wyrażanej wieloma badanymi parametrami, jak na przykład grubość, gęstość, ilość porów, odkształcenie elastyczne czy wytrzymałość na zgniatanie, zależą wyniki ekonomiczne ferm, utrzymujących populacje ptaków w okresie niesności (Abdallah i in., 1993; Czaja i in., 2005).

Ptak, aby wytworzyć odpowiednio grubą i wytrzymałą skorupę, składającą się w około 95% z węglanu wapnia, powinien w okresie niesności otrzymać odpowiednią ilość wapnia w paszy – około 4,6 g/dobę. Dlatego, najistotniejszym czynnikiem, kształtującym jakość skorupy, jest ilość i dostępność/przyswajalność wapnia w paszy oraz zawartość w odpowiedniej proporcji fosforu. Ponadto, jakość skorupy jest uwarunkowana wpływem wielu innych czynników, m.in. wiekiem ptaków, systemem utrzymania, a także pochodzeniem (Kuźniacka i in., 2004; Krawczyk i Gornowicz, 2010; Lewko i Gornowicz, 2011; Mohiti-Asli i in., 2012).

W naszym kraju nie ma tradycji wykorzystywania kulinarnego jaj kaczek (Pikul, 1998). Całość pozyskanej produkcji jaj tego gatunku ptaków jest przeznaczona do wylęgu. Jakość skorupy jaja jest istotnym czynnikiem, warunkującym dobre wyniki lęgów, a pogorszenie

się jej stanowi jedną z podstawowych przyczyn obniżania się ilości jaj wylęgowych oraz podstawowych wskaźników wylęgowości (Mazanowski i Adamski, 2003). Jakość skorupy należy rozpatrywać w dwóch aspektach: zabezpieczenia mechanicznego jaja, poddanego licznym zabiegom w okresie między zniesieniem przez ptaka a wykluciem się pisklęcia oraz stworzenia dobrych warunków dla prawidłowego rozwoju zarodka. W tym ostatnim przypadku skorupa, jako osłona treści jaja, musi umożliwiać w odpowiednim zakresie wymianę gazową między rozwijającym się zarodkiem a środowiskiem zewnętrznym, stanowiąc zarazem źródło składników mineralnych do budowy jego kośćca (Hunton, 2005). Cieńsza i bardziej porowata skorupa przyczynia się do nadmiernego ubytku wody w początkowym okresie inkubacji, co w konsekwencji prowadzi do wcześniejszej śmiertelności zarodków, a zbyt mała z kolei jej przepuszczalność może spowodować ich niedotlenienie. Ponadto, na skutek nieprawidłowej wymiany gazowej i wodnej zarodki mogą układać się nieprawidłowo i mieć trudności z wykluciem, a niedostateczna wilgotność powietrza może powodować wyschnięcie błony podskorupowej, uniemożliwiając tym samym dyfuzję gazów (Luquetti i in., 2004).

Skorupy cienkie, kruche łatwo ulegają na fermie stłuczeniu w czasie zbioru, magazynowania, transportu, co może zwiększyć straty producentów. Cienka skorupa jest mniej wytrzymała, ma mniejszą masę i opór na nacisk, a przede wszystkim mniejszą grubość warstwy,

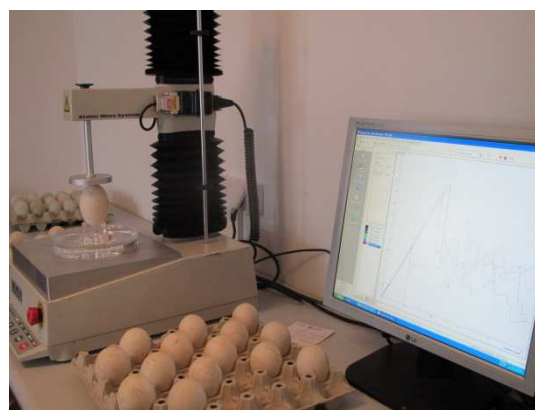
znajdującej się bezpośrednio pod kutikulą, czyli tzw. warstwy gąbczastej (wapiennej). Liczne zabiegi, przeprowadzane na jajach wylęgowych przed i podczas procesu inkubacji, wymagają wytrzymałej, elastycznej skorupy. Jaja kaczki, pozyskiwane od ptaków utrzymywanych na wybiegu, wymagają odpowiedniego oczyszczenia przed nałożeniem do aparatów wylęgowych. Czynność ta jest często wykonywana przy użyciu papieru ściernego. Ponadto, stałe czynności związane z wylęgiem, jak nakładanie,świetlenie, obracanie jaj, wymagają skorupy o odpowiedniej jakości.

Wśród badań, mających na celu określenie właściwości mechanicznych jaja – analiza wytrzymałości skorupy na zgniatanie oraz jej odkształcenia elastycznego, jako cechy łatwo mierzalne odgrywają kluczową rolę w obiektywnej ocenie jej jakości. Tym bardziej, że od kilkudziesięciu lat są udoskonalane urządzenia do badania wytrzymałości materiałów, w tym omawianych tu cech skorupy jaja. W analizatorach tekstury, np. firmy Instron czy Stable Micro Systems, stosuje się specjalistyczne oprogramowanie użytkowe, działające w środowisku Windows.



Fot. 1. Pomiar odkształcenia elastycznego skorupy – analizator tekstury TA.XT PLUS (Stable Micro Systems)

*Photo 1. Measurement of shell deformation – texture analyser TA.XT PLUS (Stable Micro Systems)*  
(fot. E. Gornowicz)



Fot. 2. Pomiar wytrzymałości skorupy na zgniecenie – analizator tekstury TA.XT PLUS (Stable Micro Systems)

*Photo 2. Measurement of shell breaking strength – texture analyser TA.XT PLUS (Stable Micro Systems)*  
(fot. E. Gornowicz)



Fot. 3. Aparat firmy N.V. Marius-Utrecht (Holandia), wykorzystywany do manualnego pomiaru odkształcenia skorupy jaj przy stałym nacisku 500 g  
*Photo 3. A N.V. Marius-Utrecht device (Holland) used for manual measurement of eggshell deformation at a constant pressure of 500 g*  
(fot. E. Gornowicz)

Przy wykorzystaniu odpowiednich przystawek, jajo umieszcza się na specjalnym nieruchomym stoliku; ponad nim znajduje się ruchome ramię aparatu z sondą do badania odkształcenia elastycznego skorupy (fot. 1) lub płytką ściskającą do określenia wytrzymałości (fot. 2). Przebieg testu jest w całości sterowany elektronicznie a wyniki są rejestrowane w pamięci komputera, a następnie przedstawione w postaci wykresu i w formie tabeli. Wylimitowanie czynnika ludzkiego, elektroniczna kalibracja, precyzyjna rejestracja danych gwarantują dokładność wykonanych pomiarów i uzyskanych wyników. Wymienionymi tu błędami często były obciążone wyniki dotychczas realizowanych pomiarów odkształcenia elastycznego skorupy, wykonywanych za pomocą manualnego aparatu (fot. 3) firmy N.V. Marius-Utrecht (Holandia). Należy ponadto zwrócić uwagę, że określenie wytrzymałości skorupy poprzez pomiar jej odkształcenia elastycznego pozwala na przeprowadzenie badań bez jej uszkodzenia, co jest bardzo istotne w przypadku jaj wylęgowych (Abdallah i in., 1993; Hamilton, 1982; Połtowicz, 2001).

Celem pracy było określenie wytrzymałości na zgniatanie oraz odkształcenia elastycznego skorupy jaj kaczek, pochodzących od trzech wybranych stad zachowawczych: P-9, mini kaczka K-2 oraz LsA, będących w końcowym okresie nieśności (22. tydzień w pierwszym roku użytkowania).

## Materiał i metody

Materiał badawczy stanowiły jaja pozyskane od trzech wybranych stad zachowawczych kaczek typu pekin: pochodzenia francuskiego P-9, kaczka pomniejszona K-2 oraz linia syntetyczna pochodzenia angielskiego LsA, będących w 22. tygodniu produkcji nieśnej, czyli końcowym okresie nieśności (pierwszy rok użytkowania). Ptaki, od których pozyskano próby jaj do badań, w okresie wychowu do 3. tygodnia życia były utrzymywane w pomieszczeniu zamkniętym, bez okien, na słomie. W okresie od 3. do 5. tygodnia ptaki przebywały na hali z dostępem do wybiegu, a od 6. tygodnia wyłącznie na ograniczonym, piaszczystym wybiegu.

Mieszanki paszowe zostały przygotowane m.in. na bazie kukurydzy, otrąb pszennych,

poekstrakcyjnej śruty sojowej genetycznie zmodyfikowanej i słonecznikowej oraz z udziałem dodatków mineralno-witaminowych. Kaczki do 3. tygodnia życia były żywione do woli pełnoporcjową mieszanką paszową o wartości pokarmowej: EM 11,72 MJ/kg, białko ogólne 20%, Ca 1,03%, P 0,43%. W kolejnych tygodniach życia ptaki otrzymywały pełnoporcjowe mieszanki paszowe odpowiednie dla danego okresu wzrostu, a mianowicie: od 4. do 7. tygodnia: EM 11,5 MJ/kg, białko ogólne 18,5%, Ca 1,5%, P 1,0% i od 8. tygodnia: EM 11,0 MJ/kg, białko ogólne 14,5%, Ca 0,64%, P 0,32%. W okresie nieśności kaczki spożywały uzupełniające mieszanki paszowe i mineralne: Avimix (Trouw Nutrition), MMD (Starvet), kredę pastewną i żwir, w stosunku odpowiednio 3 : 2 : 4 : 1. Zawartość wapnia i fosforu przyswajalnego w dziennej dawce żywieniowej wyniosła odpowiednio: 3,08 i 0,37%.

Nieśność w przypadku ptaków K-2 wyniosła 72,2%. Dla pozostałych grup kaczek LsA i P-9 parametr ten ukształtował się na wyższym poziomie, wynosząc odpowiednio 78,9 i 83,9%. Z każdej grupy doświadczalnej ptaków pobrano losowo po 30 sztuk jaj w celu zbadania odkształcenia elastycznego i wytrzymałości na zgniecenie skorupy.

Badania przeprowadzono za pomocą analizatora tekstury TA.XT PLUS (Stable Micro Systems) oraz kompletu odpowiednich przystawek do badania jakości skorupy.



Fot. 4. Skorupa jaja kaczego po pomiarze jej wytrzymałości na zgniecenie  
*Photo 4. Duck egg shell after measurement of breaking strength*  
(fot. E. Gornowicz)

Pomiar odkształcenia elastycznego skorupy został przeprowadzony z dokładnością do 1  $\mu\text{m}$  w trzech punktach pomiarowych jaja (na obwodzie wzdłuż krótkiej osi oraz na obydwu biegunach – na ostrym i tępym końcu jaja wzdłuż długiej osi) pod wpływem trzech różnych obciążeń: 0,50 kg, 1,00 kg i 1,50 kg. Badanie to umożliwiło określenie stopnia deformacji sprężystej skorupy pod wpływem zastosowanego nacisku.

W celu przeprowadzenia analizy wytrzymałości mechanicznej skorupy jaja zastosowano nacisk (N), który stopniowo zwiększano do momentu jej pęknięcia (fot. 4). Pomiar ten umożliwił określenie siły nacisku, przy której analizowana skorupa ulegnie pęknięciu, zgnieceniu lub też przebiciu.

Uzyskane wyniki poddano analizom statystycznym (pakiet *Statistica 10,0*). Badania cech jakości skorupy przeprowadzono w pracowni Stacji Zasobów Genetycznych Drobiu Wodnego w Dworzyskach.

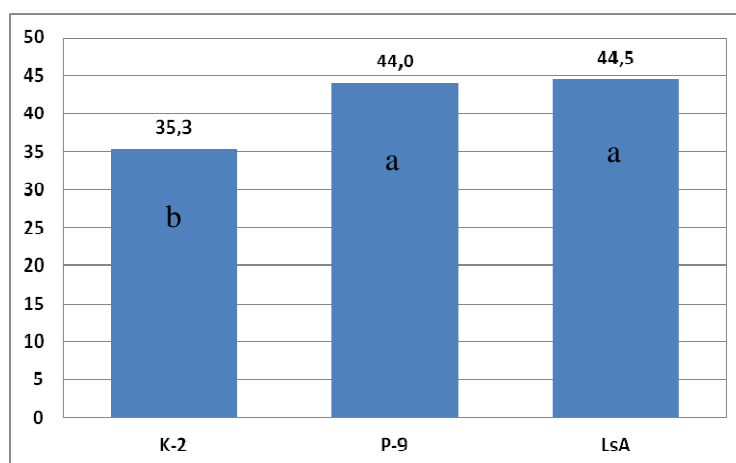
## Wyniki i ich omówienie

W tabeli 1 przedstawiono wyniki pomiarów odkształcenia elastycznego skorupy jaj kaczek wybranych stad zachowawczych, dokona-

nych w trzech punktach pomiarowych jaja, pod wpływem nacisku 0,50 kg, 1,00 kg i 1,50 kg. Jaja kaczek K-2, które są mniejsze o około 20% wobec jaj kaczek P-9 i LsA, wyróżniały się skorupami, które cechowała najwyższa wartość analizowanego parametru pod wpływem wszystkich zastosowanych obciążeń wzdłuż osi długiej. Dla ostrego końca jaja wartości wynosiły 44  $\mu\text{m}$  (nacisk 0,50 kg), 86  $\mu\text{m}$  (1,00 kg) i 125  $\mu\text{m}$  (1,50 kg), a w przypadku tępego końca odpowiednio 36, 67 i 96  $\mu\text{m}$ .

Z kolei, dokonując pomiaru odkształcenia elastycznego skorupy wzdłuż osi krótkiej jaja wykazano, że skorupy jaj kaczek K-2 cechowała najniższa, a stada P-9 najwyższa wartość tego parametru. Wartości te ukształtowały się na poziomie, odpowiednio od 36 do 43  $\mu\text{m}$  (nacisk 0,50 kg), od 68 do 83  $\mu\text{m}$  (1,00 kg) oraz od 101 do 121  $\mu\text{m}$  (1,50 kg).

Wykazano różnice statystycznie istotne ( $P \leq 0,05$ ) między badanymi parametrami dla skorup jaj kaczek stad P-9 i LsA w porównaniu do K-2 w przypadku pomiarów na końcu ostrym i na obwodzie. Nie potwierdzono istotności różnic dla wyników pomiarów odkształcenia elastycznego skorupy na tępym końcu jaja. Zależności te dotyczyły wszystkich analizowanych wartości nacisku.



Objaśnienie: a, b – różne litery oznaczają statystyczną istotność różnic ( $P \leq 0,05$ ).

Note: a, b – different letters denote significant differences ( $P \leq 0.05$ ).

Wykres 1. Wartości średnie wytrzymałości na zgniecenie (N) skorupy jaj kaczek wybranych stad w pierwszym roku użytkowania

Fig. 1. Mean values of egg breaking strength (N) for selected flocks of ducks during first year of production

Tabela 1. Wartości średnie odkształcenia elastycznego skorupy jaj kaczek wybranych stad w pierwszym roku użytkowania  
 Table 1. Mean shell deformation values for eggs of ducks from selected flocks during the first year of production

Stado Flock	Punkt pomiaru odkształcenia elastycznego skorupy jaja ( $\mu\text{m}$ ) – Eggshell deformation measurement point ( $\mu\text{m}$ )						Ogółem Total ( $\bar{x} \pm s$ )			
	ostry koniec – small end		tępy koniec – large end		obwód – circumference					
Nacisk Pressure	0,50 kg	1,00 kg	1,50 kg	0,50 kg	1,00 kg	1,50 kg	1,50 kg			
$\bar{x} \pm s$	33,0 <sup>b</sup> ±0,005	61,0 <sup>b</sup> ±0,007	88,0 <sup>b</sup> ±0,009	35,0 <sup>a</sup> ±0,008	65,0 <sup>b</sup> ±0,011	94,0 <sup>b</sup> ±0,011	43,0 <sup>a</sup> ±0,006	83,0 <sup>b</sup> ±0,012	121,0 <sup>b</sup> ±0,010	69,0 <sup>b</sup> ±0,005
SEM	0,001	0,002	0,003	0,001	0,002	0,002	0,001	0,002	0,002	0,001
$\bar{x} \pm s$	44,0 <sup>a</sup> ±0,008	86,0 <sup>b</sup> ±0,016	125,0 <sup>b</sup> ±0,019	36,0 <sup>a</sup> ±0,008	67,0 <sup>a</sup> ±0,012	96,0 <sup>b</sup> ±0,014	36,0 <sup>a</sup> ±0,006	68,0 <sup>b</sup> ±0,010	101,0 <sup>b</sup> ±0,015	73,0 <sup>a</sup> ±0,004
SEM	0,001	0,002	0,003	0,001	0,002	0,002	0,001	0,002	0,002	0,001
$\bar{x} \pm s$	34,0 <sup>b</sup> ±0,007	63,0 <sup>b</sup> ±0,014	89,0 <sup>b</sup> ±0,013	34,0 <sup>a</sup> ±0,007	62,0 <sup>a</sup> ±0,009	91,0 <sup>a</sup> ±0,011	40,0 <sup>b</sup> ±0,005	78,0 <sup>a</sup> ±0,009	118,0 <sup>a</sup> ±0,013	68,0 <sup>b</sup> ±0,007
SEM	0,001	0,002	0,003	0,001	0,002	0,002	0,001	0,002	0,002	0,001

Objaśnienie:  $\bar{x}$  – średnia wartość, s – odchylenie standardowe, a, b – różne litery w kolumnach oznaczają statystycznie istotną różnicę ( $P \leq 0,05$ ) między grupami doświadczalnymi ptaków.  
 Notes:  $\bar{x}$  – mean value, s – standard deviation, a, b – different letters in columns denote significant differences ( $P \leq 0,05$ ) between the experimental groups of birds.

Wyniki analizy wytrzymałości na zgniecenie skorupy jaj kaczek wybranych grup doświadczalnych ptaków zobrazowano na wykresie 1. Skorupy jaj kaczek LsA i P-9 wyróżniały się istotnie ( $P \leq 0,05$ ) wyższą wartością tego parametru, ukształtowaną na poziomie odpowiednio 44,50 i 44,00 N, w porównaniu do wytrzymałości skorup jaj kaczek stada K-2 (35,30 N).

Oszacowane korelacje między analizowanymi cechami jakości skorup jaj kaczek, pochodzących z wybranych stad zachowawczych, zawarto w tabeli 2. Można zauważyć, że były to słabe korelacje (Chung, 2007); wszystkie obliczone współczynniki osiągnęły wartość poniżej 0,50. W przypadku stada LsA i średniej dla całej badanej populacji kaczek oraz stad P-9 i K-2 dla

cech mierzonych wzdłuż osi krótkiej współczynnik korelacji przyjmował wartość ujemną. Dotyczyło to także średniej dla wszystkich punktów pomiarowych.

Stwierdzono istotne ( $P \leq 0,05$ ) ujemne korelacje między wytrzymałością skorupy a jej odkształceniem elastycznym, mierzonym wzdłuż osi krótkiej dla średniej całej badanej populacji kaczek oraz dla średniej wszystkich punktów pomiarowych odkształcenia elastycznego, mierzono przy nacisku 1,00 i 1,50 kg dla stada LsA oraz całej populacji kaczek.

Dla jaj kaczek LsA (-0,430\*) i ogółu populacji (-0,328\*) wykazano istotną ujemną korelację między wytrzymałością a odkształceniem elastycznym skorupy.

Tabela 2. Wybrane korelacje między wytrzymałością a odkształceniem elastycznym skorupy jaj kaczek wybranych stad w pierwszym roku użytkowania  
Table 2. Some correlations between shell strength and deformation for eggs of ducks from selected flocks during first year of production

Cecha – Trait	Stado kaczek Flock of ducks			Ogółem Total ( $\bar{x}$ )
	P-9	K-2	LsA	
<b>Odkształcenie – ostry koniec jaja</b> <i>Deformation – small end of egg</i>				
Nacisk – pressure 0,50 kg	0,094	-0,297	-0,088	-0,116
Nacisk – pressure 1,00 kg	0,056	-0,240	-0,286	-0,197
Nacisk – pressure 1,50 kg	0,006	-0,090	-0,315	-0,142
Ogółem – total (0,50 kg + 1,00 kg + 1,50 kg)	0,038	-0,192	-0,266	-0,167
<b>Odkształcenie – tępy koniec jaja</b> <i>Deformation – large end of egg</i>				
Nacisk – pressure 0,50 kg	0,044	0,226	-0,230	0,016
Nacisk – pressure 1,00 kg	-0,251	0,163	-0,368*	-0,140
Nacisk – pressure 1,50 kg	-0,313	0,069	-0,436*	-0,210*
Ogółem – total (0,50 kg + 1,00 kg + 1,50 kg)	-0,211	0,144	-0,368*	-0,136
<b>Odkształcenie – obwód jaja</b> <i>Deformation – egg circumference</i>				
Nacisk – pressure 0,50 kg	-0,196	-0,245	-0,247	-0,244*
Nacisk – pressure 1,00 kg	-0,365*	-0,219	-0,280	-0,287*
Nacisk – pressure 1,50 kg	-0,303	-0,134	-0,329	-0,248*
Ogółem – total (0,50 kg + 1,00 kg + 1,50 kg)	-0,341	-0,187	-0,313	-0,275*
<b>Odkształcenie – suma punktów pomiarowych</b> <i>Deformation – total measurement points</i>				
Nacisk – pressure 0,50 kg	-0,048	-0,183	-0,272	-0,177
Nacisk – pressure 1,00 kg	-0,331	-0,245	-0,420*	-0,346*
Nacisk – pressure 1,50 kg	-0,320	-0,192	-0,460*	-0,353*
Ogółem – total (nacisk + punkty pomiarowe – pressure + measurement points)	-0,261	-0,231	-0,430*	-0,328*

Objaśnienie: \* – korelacja statystycznie istotna,  $P \leq 0,05$ .  
Note: \* – significant correlation at  $P \leq 0,05$ .

Badania odkształcenia elastycznego skorupy jaj kaczek, przedstawione w dostępnym piśmiennictwie, dotyczą pomiaru tego parametru przy nacisku 0,5 kg. Scholtyssek (1993) wykazał, że elastyczność skorupy, mierzona wielkością jej odkształcenia, może stanowić ważny wskaźnik jej jakości, zwłaszcza, że określenie tej cechy odbywa się bez uszkodzenia skorupy, co ma istotne znaczenie w ocenie jaj wylęgowych. Zespół Kokoszyńskiego (Kokoszyński i in., 2007), dokonując pomiarów odkształcenia elastycznego skorupy jaj kaczek typu Pekin, pochodzących ze stada rezerwowego P-44, z trzech okresów nieśności (początek, szczyt, koniec) w pierwszym roku użytkowania wykazał, że parametr ten osiągnął największą wartość w początkowym okresie nieśności ptaków – 25,2  $\mu\text{m}$ , a najniższą w końcowym okresie, kształtując się na poziomie 22,92  $\mu\text{m}$ . Nie były to jednak różnice statystycznie istotne.

Wcześniejsze badania Adamskiego i in. (2005), dotyczące omawianej tu cechy jaj kaczek stada A-55, mierzonej co 3 tygodnie w okresie 22 tygodni nieśności pierwszego cyklu reprodukcyjnego, wykazały dobrą wytrzymałość skorup, wyrażoną średnią wartością odkształcenia elastycznego na poziomie 26,3  $\mu\text{m}$ . Także badania Mazanowskiego i in. (2005), prowadzone na skorupach jaj kaczek z rodów ojcowskich (A-44, A-55) i matecznych (P-66, P-77, K-11) porównawczo w dwóch okresach nieśności (2 i 24 tyg.) wykazały, że odkształcenie skorupy mieściło się w granicach od 26,8 (P-66) do 29,4  $\mu\text{m}$  (A-44). W obydwu badaniach nie wykazano różnic statystycznie istotnych ( $P \leq 0,05$ ).

W przeprowadzonych badaniach własnych uzyskano nieco wyższe wartości analizowanego parametru, mianowicie od 33,0 do 44,0  $\mu\text{m}$ .

Analizę wytrzymałości na zgniecenie skorupy jaj kaczek Orpington (O1) oraz Khaki Campbell (KhO) w dwóch okresach nieśności (6 i 22 tyg.) w drugim roku użytkowania przeprowadził zespół Okruszka i in. (2006). Autorzy wykazali, że skorupy jaj kaczek KhO wyróżniały się wyższym, średnio o 1,5 N parametrem wytrzymałości skorupy niż skorupy kaczek O1, w przypadku których parametr ten ukształtował się na poziomie 29,67 N.

Wykazano również, że wraz z wiekiem ptaków wartość tego parametru ulegała zmniej-

szeniu – w 22 tyg. nieśności był on niższy o 10,78 N niż w 6 tyg. nieśności (36,20 N). Autorzy nie potwierdzili istotności różnic ze względu na pochodzenie kaczek, natomiast przy uwzględnieniu okresu nieśności różnice były statystycznie istotne ( $P \leq 0,05$ ). Pomiar wytrzymałości skorupy w badaniach własnych wykazał, że skorupy te cechowały się korzystniejszymi właściwościami mechanicznymi wobec cytowanych powyżej autorów. Wartości tego parametru mieściły się w granicach od 35,3 (K-2) do 44,5 N (LsA).

Należy jednak zwrócić uwagę, że badania własne przeprowadzono w pierwszym roku użytkowania kaczek, a analiza dokonana przez zespół Okruszka dotyczyła jaj pochodzących z drugiego roku produkcji nieśnej, co mogło mieć wpływ na kształtowanie się wytrzymałości skorupy jaja.

## Podsumowanie i wnioski

W wyniku przeprowadzonych badań wykazano, że wartość odkształcenia elastycznego i wytrzymałości na zgniatanie skorupy jaja kaczek typu pekin istotnie ( $P \leq 0,05$ ) różni się między stadami zachowawczymi P-9 i LsA a stadem K-2. Potwierdza to tezę, że kształtowanie się badanych cech jakościowych skorupy jest w znacznym stopniu uwarunkowane różnicami genetycznymi.

Stwierdzone istotne ( $P \leq 0,05$ ) ujemne korelacje między wytrzymałością skorupy a jej odkształceniem elastycznym, mierzonym wzdłuż osi krótkiej, dla średniej całej badanej populacji kaczek oraz między wytrzymałością a odkształceniem elastycznym skorupy dla ogółu populacji (-0,328\*) wskazują, że badanie odkształcenia elastycznego skorupy może być miernikiem jej wytrzymałości. Przeprowadzone badania własne, dotyczące wylęgowych jaj kaczek typu pekin w końcowym okresie nieśności pierwszego roku użytkowania wskazują jednak, że należy stosować pomiar wzdłuż osi krótkiej lub przy naciskach 1,0 lub 1,50 kg.

Podjęcie doskonalenia tych cech na drodze genetycznej stworzy możliwość nie tylko ich poprawy, lecz również wpłynie na wyniki wylęgowości, a tym samym na rezultaty ekonomiczne fermy.

## Literatura

- Abdallah A.G., Harms R.H., El-Husseiny O. (1993). Various methods of measuring shell quality in relation to percentage of cracked eggs. *Poultry Sci.*, 72, 11: 2038–2043.
- Adamski M., Bernacki Z., Kuźniacka J. (2005). Changes in the biological value of duck eggs defined by egg quality. *Folia Biol., Suppl.*, 53: 107–114.
- Chung M.K. (2007). Correlation coefficient. In: Salikin N.J. (ed.), *Encyclopedia of Measurement & Statistics*. London: Sage Publications, pp. 189–201.
- Czaja L., Dziadek K., Gornowicz E. (2005). Quality of table eggs as influenced by laying hen origin. *Ann. Anim. Sci.*, 5, 1: 41–52.
- Hamilton R.M.G. (1982). Methods and factors that affect the measurement of eggshell quality. *Poultry Sci.*, 31: 2022–2039.
- Hunton P. (2005). Research on eggshell structure and quality: An historical overview. *Brazil. J. Poultry Sci.*, 7: 67–71.
- Kokoszyński D., Bernacki Z., Korytkowska H. (2007). Eggshell and egg content traits in Pekin duck eggs from the P-44 reserve flock raised in Poland. *J. Europ. Agr.*, 8: 9–16.
- Kuźniacka J., Adamski M., Bernacki Z. (2004). Porównanie składu morfologicznego i cech fizycznych jaj różnych gatunków ptaków gospodarskich. *Pr. Kom. Nauk Rol. Biol. BTN*, 53: 139–144.
- Krawczyk J., Gornowicz E. (2010). Quality of eggs from hens kept in two different free-range systems in comparison with a barn system. *Arch. Geflügelk.*, 74 (3): 151–157.
- Lewko L., Gornowicz E. (2011). Effect of housing system on egg quality in laying hens. *Ann. Anim. Sci.*, 11, 4: 605–614.
- Luquetti B.C., Gonzales E., Bruno L.D.G., Furlan R.L., Macari M. (2004). Egg traits and physiological neonatal chick parameters from broiler breeder at different ages. *Brazil. J. Poultry Sci.*, 6 (1): 13–17.
- Mazanowski A., Adamski M. (2003). Egg content and eggshell traits in ducks from three maternal strains raised in Poland. *Ann. Anim. Sci.*, 3, 2: 287–294.
- Mazanowski A., Bernacki Z., Kisiel T. (2005). Comparing the structure and chemical composition of duck eggs. *Ann. Anim. Sci.*, 5, 1: 53–66.
- Mohiti-Asli M., Shivazad M., Zaghari M., Rezaian M., Aminzadeh S., Mateos G.G. (2012). Effects of feeding regimen, fiber inclusion, and crude protein content of the diet on performance and egg quality and hatchability of eggs of broiler breeder hens. *Poultry Sci.*, 91: 3097–3106.
- Okruszek A., Książkiewicz J., Wołoszyn J., Kisiel T., Orkusz A., Biernat J. (2006). Effect of laying period and duck origin on egg characteristics. *Arch. Tierz., Dummerstorf*, 49, 4: 400–410.



Pikul J. (1998). Characteristics of duck eggs and the quality of duck eggs products. *Arch. Geflügelk.*, 62: 72–82.

Połowicz K. (2001). Wykorzystanie aparatu Instron 5542 do oceny jakości skorupy jaj i mięsa drobiowego. *Wyniki oceny użytkowości drobiu*, Kraków, 29: 101–108.

Scholtysek S. (1993). Methods to measure egg quality. *Proc. 5th Europ. Symp. on the Quality of Eggs and Egg Products*, Tours, France.

Kaczki typu Pekin i Dworka (fot. E. Gornowicz) *Pekin-type and Dworka ducks*



## HELL STRENGTH AND SHELL DEFORMATION IN EGGS OF DUCKS FROM SELECTED CONSERVATION FLOCKS

### Summary

Eggshell quality is an important factor for the economic performance of farms that keep in-lay birds, considering, for example, hatchability results. Among the tests that determine the mechanical properties of eggs, a key role is played by analysis of shell breaking strength and shell deformation as easily measurable traits.

The aim of the study was to determine shell breaking strength and shell deformation for eggs of ducks from three end-of-lay conservation flocks: P-9, K-2 Mini-Duck and LsA (week 22 in the first year of production).

Measurements of shell deformation (small end and circumference of egg) showed significant differences ( $P \leq 0.05$ ) between the analysed parameters for eggshells of ducks from P-9 and LsA flocks and K-2 flock. No significant differences were observed for shell deformation measured in the large end of egg. These relationships were true for all the pressure values analysed. Analysis of breaking strength showed that eggshells from LsA and P-9 ducks had a significantly ( $P \leq 0.05$ ) higher value of this parameter (44.50 N and 44.00 N, respectively) compared to eggshells from K-2 ducks (35.30 N).

The present study, which concerned hatching eggs from end-of-lay Pekin-type ducks during the first year of production indicates the possibility of using measurements of shell deformation along the short border of the egg or at pressures of 1.0 or 1.50 kg on the long border as an indicator of shell strength. In addition, it supports the hypothesis that these shell quality traits are largely determined by genetic differences.



Zróżnicowanie fenotypu kaczek (typu Pekin, Dworka, kaczka pomniejszona K-2 i KhO) (fot. E. Gornowicz)  
*Phenotypic diversity in ducks (Pekin type, Dworka, K-2 Mini duck and KhO)*