

Wpływ sposobu utrzymania indorów na wytrzymałość mechaniczną kości udowej i piszczelowej

MAREK BURS, ADAM ZDYBEL*, ANDRZEJ FARUGA, JANUSZ LASKOWSKI*

Katedra Drobiarstwa Wydziału Bioinżynierii Zwierząt UWM, ul. Oczapowskiego 5, 10-719 Olsztyn

*Katedra Eksploatacji Maszyn Przemysłu Spożywczego Wydziału Inżynierii Produkcji AR,
ul. Doświadczalna 44, 20-280 Lublin

Burs M., Zdybel A., Faruga A., Laskowski J.

Effect of housing conditions on the mechanical strength of the femur and tibia in turkeys

Summary

The aim of the present study was to determine the effect of the manner of housing on the growth and mechanical strength of the femur and tibia in heavy (Big 6) and medium-heavy type (BUT 9) turkey-toms. The birds were raised from 7 to 22-weeks-of-age indoors – in a brooder house (traditional system) or under a shelter with access to open-air runs (alternative system). The housing system significantly affected the results of a strength test of femur and tibia. The femurs of turkeys that stayed under a shelter with access to outdoor runs were characterized by higher values of strain, capacity to absorb strength and work to the limit of elasticity and to the limit of maximum resistance. This housing system also had a positive effect regarding the weight of the femur and tibia (increased by 5.9%). Bone strain, capacity to absorb work to the limit of maximum resistance as well as the capacity to absorb strength to the limit of elasticity and to the limit of maximum resistance were affected by the type of turkeys. The weight of the tested bones was higher (by 6.7%) in Big 6 toms. The manner of housing (shelter with access to open-air runs) significantly influenced tibia strain and the capacity to absorb work to the limit of maximum resistance. The change in the housing system was reflected in the values of Young's modulus and bone weight. Significant differences were also found among the types of turkeys in the capacity to absorb strength to the limit of elasticity and to the limit of maximum resistance as well as in bone weight. The results of femur and tibia strength testing indicate that it is recommended to raise slaughter turkey-toms under a shelter with access to outdoor runs starting from 7-weeks-of-age.

Keywords: slaughter turkey-toms, leg bones

Spośród systemów utrzymania indyków rzeźnych najbardziej rozpowszechniony jest odchów na ściółce głębokiej w pomieszczeniach zamkniętych, w obsadzie około 35 kg masy ciała na 1 m² podłogi (7). Alternatywą dla utrzymania indyków w pomieszczeniu zamkniętym, uwzględniając dobrostan ptaków oraz tzw. produkcję selektywną, może być odchów starszych ptaków w wiacie z dostępem do wybiegów. Takie rozwiązania przewidują też zalecenia UE (6).

Odrębnym zagadnieniem w intensywnym odchowie indorów rzeźnych są występujące problemy zdrowotne, związane z systematycznie zwiększającą się masą ciała ptaków, dużym zagęszczeniem i brakiem swobodnego ruchu w wychowalni, co wzmaga występowanie chorób metabolicznych (13-15).

U indyków typu ciężkiego, intensywnie rosnących do około 22. tygodnia życia, występują schorzenia kości kończyn i zaburzenia w procesach kostnienia oraz inne schorzenia metaboliczne (5, 8-12, 18) i u ptaków starszych także złamania kości długich (1, 2).

Celem badań było określenie wpływu sposobu utrzymania indyków na proces formowania kości udowej i piszczelowej oraz ich wytrzymałość mechaniczną.

Materiał i metody

Badania przeprowadzono na 285 indorach dwóch typów użytkowych – ciężkim (Big 6) i średniociężkim (BUT 9), które odchowywano w fermie doświadczalnej UWM w Olsztynie, zgodnie z ogólnie przyjętą technologią stacji testowej (7) i wymogami Lokalnej Komisji Etycznej przy UWM (opinia nr 36 N).

Do wieku 6 tygodni włącznie indory odchowywano w wychowalni (budynek bezokienny) na głębokiej ściółce, natomiast od początku 7. tygodnia życia każdy typ indorów podzielono na dwie grupy. Różniły się one warunkami utrzymania (budynek – grupa kontrolna lub wiaty z wybiegiem – grupa doświadczalna), według schematu przedstawionego w tab. 1. Przy ustalaniu liczby ptaków w kojcu przyjęto wskaźnik 35 kg masy ciała na 1 m² podłogi. Wybiegi przy wiacie były dwukrotnie większe od powierzchni wiaty. Indory żywiono *ad libitum*, pełnoporcjowymi specjalistycznymi mie-

szankami paszowymi, zmienianymi w odstępach 3-tygodniowych. W okresie odchowu kontrolowano stan zdrowotny indorów, masę ciała oraz zużycie paszy. Nadzór weterynaryjny nad stadem prowadził specjalista – lekarz weterynarii.

Po zakończeniu badań, tj. po 22. tygodniu życia indorów wybrano z każdej grupy po 6 ptaków o masie zbliżonej do średniej, a po uboju dokonano pomiaru masy kości piszczelowej i udowej oraz poddano je badaniom wytrzymałościowym. Kości udowe i piszczelowe poddano testowi ugięcia i złamania w połowie trzonu, stosując uniwersalny aparat wytrzymałościowy Zwick Z020/TN2S (Katedra Eksploatacji Maszyn Przemysłu Spożywczego AR w Lublinie). Siła odkształcająca działała prostopadle do długiej osi kości. Zakres pomiarowy głowicy łamiącej wynosił 0-2000 N (4). Prędkość przesuwu głowicy wynosiła 5 mm/min. Uzyskane krzywe zależności siła–odkształcenie analizowano korzystając z oprogramowania TestXpert V7.1 z roku 2000. Do parametrów opisujących krzywą ugięcia należały: F_{max} – maksymalna siła łamiąca, (N); $F1$ – siła sprężysta przy pierwszym odkształceniu sprężystym, (N); $d1$ – ugięcie odpowiadające sile sprężystej $F1$ (mm); dc – odkształcenie odpowiadające sile łamiącej F_{max} (mm); E_{max} – energia potrzebna do złamania kości, (J); moduł Younga, (N/mm²).

Pomiar wykonano w temperaturze 20°C. Błąd pomiaru badanych parametrów wynosił $\pm 1\%$ wartości odczytu. Zebrane wyniki opracowano za pomocą programu statystycznego Statistica 6.0, wykorzystując analizę wariancji jedno- i dwuczynnikową oraz test Duncana.

Wyniki i omówienie

Ocena masy ciała nie wykazała w żadnym z okresów wiekowych indyków (powyżej 6. tyg.) wpływu warunków utrzymania na ich predyspozycje do różnicowania przyrostów, a w konsekwencji końcowej masy ciała, niezależnie od typu użytkowego. Indory cechowało dobre wyrównanie masy ciała wewnątrz badanych grup ($V\% = 8,0-10,8$). Masa indorów typu ciężkiego różniła się istotnie (o ok. 2 kg) od masy ptaków średnio ciężkich. Masę ciała 22-tygodniowych indorów (Big 6 – 19,9 kg i BUT 9 – 17,9 kg) należy uznać za zadowalającą i nie odbiegającą nadmiernie od standardów przekazywanych przez firmę hodowlaną – British United Turkeys 2002 r. (Big 6 – 20,7 kg i BUT 9 – 17,85 kg) (3).

W ocenie zużycia paszy na 1 kg masy ciała nie odnotowano istotnych różnic zależnych od typu użytkowego indorów (Big 6 – 2,93 kg/kg m.c.; BUT-9 – 2,87 kg/kg m.c.). Wpływ warunków utrzymania ptaków na efektywność zużycia paszy odnotowano jedynie w okresie 19-22 tygodni życia, co wpłynęło na istotnie niższe zużycie paszy w całym okresie odchowu indorów utrzymywanych w tradycyjnym indyczniku–wychowalni – 2,85 kg/kg m.c. (wiata – 2,95 kg/kg m.c.) (3).

Zdrowotność ptaków oceniono pozytywnie, a nieco zwiększone w ostatnich dwóch tygodniach padnięcia indorów odchowywanych w wiacie wynikały z wystąpienia niskich ujemnych temperatur, głównie w nocy (3). Nie zaobserwowano wyraźnych problemów zdrowotnych, związanych z funkcją lokomotoryczną i kształtem kończyn starszych indorów.

Crespo i in. (1, 2) w swoich badaniach, zwłaszcza złamań kości nośno-podporowych, zwracają uwagę na ich przyczyny, które w przypadku niniejszych doświadczeń

Tab. 1. Schemat doświadczenia

Wiek ptaków (tyg.)	Pochodzenie ptaków – warunki utrzymania			
	Big 6		BUT 9	
	wychowalnia			
1-6	136 szt. (8 replikacji)		149 szt. (8 replikacji)	
7-22	wychowalnia	wiata	wychowalnia	wiata
	60 szt. (4 replikacje)	69 szt. (3 replikacje)	67 szt. (4 replikacje)	78 szt. (3 replikacje)

nie wystąpiły. Może to świadczyć o właściwym traktowaniu i żywieniu ptaków oraz o masie ciała odpowiedniej dla wieku i typu użytkowego indorów.

Charakterystykę wskaźników wytrzymałości kości udowej i piszczelowej obrazują tab. 2 i 3.

Rozpatrując związek warunków odchowu indorów z ewentualnym ich wpływem na wytrzymałość mechaniczną kości nóg (tab. 2 i 3), odnotowano istotnie większą wytrzymałość mechaniczną kości udowej indyków utrzymywanych w wiacie niż w wychowalni, mierzoną zarówno wielkością siły sprężystej ($F1$), jak i siły maksymalnej ($F2$). Energia ugięcia kości dla granicy sprężystości oraz granicy wytrzymałości maksymalnej była również istotnie większa w kości udowej indyków utrzymywanych pod wiatą. Kości indorów spod wiaty cechowały się istotnie większą wartością odkształcenia ($d1 = 3,65$ mm) do granicy sprężystości niż kości udowe indyków z wychowalni ($d1 = 2,86$ mm). Wartość energii, jaka została zużyta do wprowadzenia kości do granicy wytrzymałości maksymalnej, jak i do granicy sprężystości była większa w kości indorów korzystających z wybiegów (7, 13 J i 2,38 J). Do odkształcenia kości indyków z wychowalni wystarczyło 1,20 J, a do złamania wyniosła 6,06 J. Przy maksymalnej sile łamiącej odkształcenie, mimo braku potwierdzenia statystycznego, wykazało tendencję do wyższych wartości. Nie stwierdzono też istotnych różnic w wartości modułu Younga u indyków, którym zróżnicowano warunki odchowu. Masa kości udowej była natomiast istotnie większa (o 4,2%) u indorów mających dostęp do wybiegu.

W niniejszych badaniach nie stwierdzono, aby w kości piszczelowej, warunki środowiska różnicowały zarówno wartości sił sprężystości ($F1$) i siły maksymalnej ($F2$), jak też wartości energii potrzebnej do złamania tych kości. Potwierdzone statystycznie wyniki odnotowano przy ocenie stopnia odkształcenia podczas działania maksymalnej siły łamiącej (13,06 mm) kości indyków z wiaty, jak również przy wartości modułu Younga (60,60 N/mm²) i masy tych kości (87,95 g).

Podsumowując wyniki niniejszych badań dotyczących wytrzymałości kości udowej i piszczelowej indorów odchowywanych w wiacie z dostępem do wybiegów, stwierdzono, iż u indorów korzystających z wybiegów badane kości były mocniejsze, co może świadczyć o korzystniejszym przebiegu procesu formowania ich struktur i mineralizacji w porównaniu z tymi procesami ptaków z wychowalni. Należy jednak zwrócić uwagę na dość duże zróżnicowanie osobnicze wskaźników badanych cech wytrzymałościowych kości.

Rozpatrując wskaźniki wytrzymałości kości udowej i piszczelowej indorów różniących się typem użytkowym

Tab. 2. Wyniki testu wytrzymałościowego kości udowej młodych indorów rzeźnych po zakończonym odchowie (22. tyg. życia) (\bar{x} , V%)

Cechy	Sposób utrzymania		Typ użytkowy	
	wychowalnia	wiata	ciężki Big 6	średnio ciężki BUT-9
Masa ciała, kg	18,84 10,76	18,85 10,40	19,93 ^a 8,73	17,94 ^b 9,59
Masa kości udowej (g)	63,90 ^a 13,36	66,56 ^b 6,34	67,98 ^a 10,06	62,43 ^b 8,92
Procentowa zawartość kości udowej w masie ciała	0,34	0,35	0,34	0,35
Odkształcenie sprężyste (mm)	2,86 ^a 24,48	3,65 ^b 32,31	3,38 31,20	3,05 34,96
Odkształcenie przy maksymalnej sile (mm)	10,62 28,76	10,54 36,27	12,23 ^a 21,35	8,94 ^b 37,48
Siła F1 (N)	706,06 ^a 26,11	842,89 ^b 24,65	816,91 ^a 27,46	732,04 ^b 24,86
Siła F2 (N)	963,35 ^a 11,65	1049,05 ^b 17,77	1071,32 ^a 13,47	941,09 ^b 15,49
Praca 1 (J)	1,20 ^a 38,30	2,38 ^b 56,11	1,71 57,70	1,37 54,06
Praca 2 (J)	6,06 ^a 29,35	7,13 ^b 48,30	8,08 ^a 26,52	5,11 ^b 48,82
Moduł Younga (N/mm ²)	51,24 31,90	54,66 24,58	52,20 23,01	53,70 32,71

Objaśnienie: a, b – $p \leq 0,05$

Tab. 3. Wyniki testu wytrzymałościowego kości piszczelowej młodych indorów rzeźnych po zakończonym odchowie (22. tyg. życia) (\bar{x} , V%)

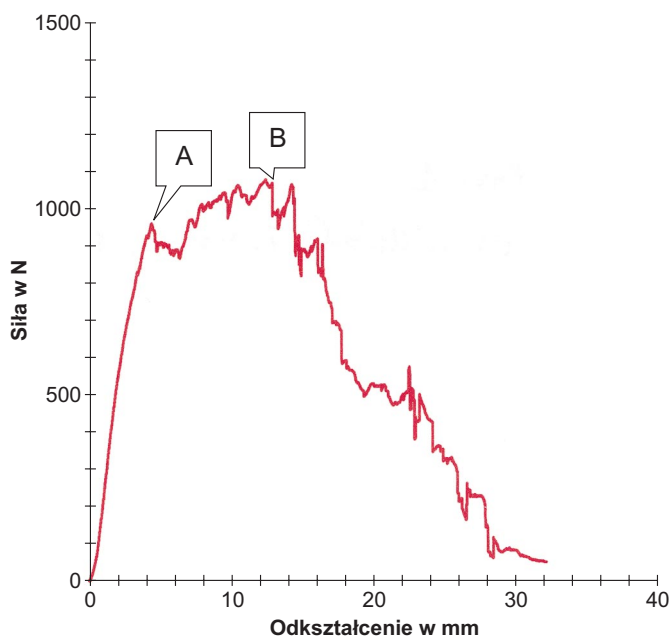
Cechy	Sposób utrzymania		Typ użytkowy	
	wychowalnia	wiata	ciężki	średnio ciężki
Masa kości piszczelowej (g)	81,95 ^a 8,58	87,95 ^b 4,37	87,43 ^a 7,02	82,48 ^b 6,94
Procentowa zawartość kości piszczelowej w masie ciała	0,43	0,47	0,44	0,46
Odkształcenie sprężyste (mm)	3,16 12,10	3,35 10,04	3,70 34,67	3,39 18,16
Odkształcenie przy maksymalnej sile (mm)	11,46 ^a 36,31	13,06 ^b 41,98	10,57 46,99	10,95 30,93
Siła F1 (N)	1047,21 15,24	1056,34 22,63	1119,13 ^a 19,93	984,43 ^b 15,40
Siła F2 (N)	1236,71 11,75	1282,81 13,28	1347,56 ^a 12,47	1171,96 ^b 6,75
Praca 1 (J)	2,12 29,36	2,15 32,08	2,30 31,16	1,97 27,26
Praca 2 (J)	8,71 ^a 44,55	10,13 ^b 23,63	9,66 38,77	8,35 35,93
Moduł Younga (N/mm ²)	53,83 ^a 41,77	60,60 ^b 21,36	55,45 36,16	58,98 28,85

stwierdzono wyższe wartości testu wytrzymałościowego w grupie indorów typu ciężkiego – Big 6. Istotne statystyczne różnice w wynikach badań kości udowej ptaków typu ciężkiego wystąpiły dla siły sprężystej (F1) (816,90 N) oraz siły maksymalnej (F2) (1071,32 N), a także dla kości ptaków typu średnio ciężkiego, odpowiednio dla siły sprężystej (F1) – 732,94 i dla siły maksymalnej (F2) – 941,09 N. Również masa kości udowych, jak i energia

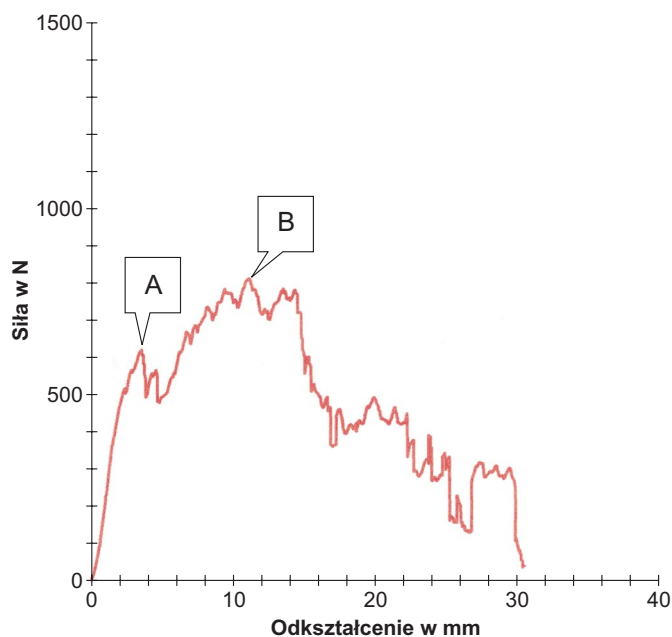
potrzebna do ich złamania były większe u ptaków ciężkich. Kości piszczelowe indorów Big 6 charakteryzowały się też mocniejszą budową, gdyż musiano zastosować istotnie wyższą siłę zarówno do osiągnięcia granicy sprężystości, jak i granicy wytrzymałości maksymalnej. Masa kości udowej i piszczelowej indyków ciężkich była o 6% większa niż średnio ciężkich, co tłumaczyć można różną masą ciała tych ptaków.

Obserwowany większy wpływ warunków odchovu (wiata z wybiegiem/wychowalnia) na kości udowe ma praktyczne znaczenie w chowie fermowym w budynkach, gdzie występują problemy lokomotoryczne indyków, których częstym objawem są stwierdzone deformacje kości udowych. Jak można było przewidywać, wskaźniki wytrzymałościowe, zarówno dla kości udowej, jak i piszczelowej przybierały wyższe wartości u ptaków utrzymywanych w wiacie z wybiegiem. Może to sugerować, iż ten sposób utrzymania indyków zwiększył zdolność adaptacji organizmu (kości) do zmienionych warunków środowiska zewnętrznego (2), wyrażające się większą wytrzymałością kości w testach mechanicznych.

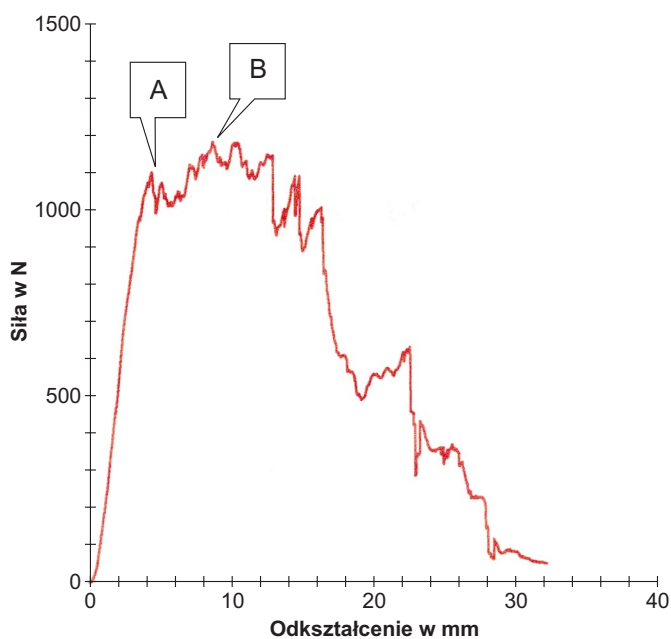
Badania innych autorów (16) nad wytrzymałością kości indorów typu ciężkiego wykazały, że masa kości wpływa istotnie na ich parametry wytrzymałościowe (dla kości udowej masa wahała się w granicach od 46,16 do 47,59 g, a dla kości piszczelowej od 68,36 do 76,39 g). Wyniki otrzymane z testów wytrzymałościowych były w badaniach własnych znacznie wyższe od danych literaturowych, które kształtowały się w granicach 331-597 N oraz 645-765 N dla granicy wytrzymałości maksymalnej, a także niższe wartości w przypadku kości podudzia (439-471 N dla granicy sprężystości i 591-602 N dla granicy wytrzymałości maksymalnej). Pydynkowska (17) w doświadczeniu z indykami żywionymi różnymi formami witaminy D₃ i preparatem Betafin odnotowała dla kości piszczelowych tych ptaków w porównywalnym ich wieku maksymalną siłę łamiącą o wartościach 878,4-897,2 N oraz moduł Younga wynoszący 122,8-125,1 kg/mm². Natomiast z badań Tatary i wsp. (19, 20) nad wytrzymałością kości udowej i piszczelowej indyków wynika zależność pomiędzy masą kości a punktem sprężystości i wytrzymałości maksymalnej, gdzie wraz ze wzrostem masy kości udowej i piszczelowej wzrastały wartości siły odpowiadające sile sprężystej i maksymalnej sile łamiącej. Siły te kształtowały się na następującym poziomie: przy masie kości udowej w 17. tygodniu życia 47,5-48,8 g, wartości siły wynosiły w punkcie utraty sprężystości 334,2-453,3 N, natomiast dla punktu wytrzymałości maksymalnej 439,3 N u indyczek z deformacjami kości, a u ptaków bez deformacji do 530,2 N. Kość piszczelowa, co



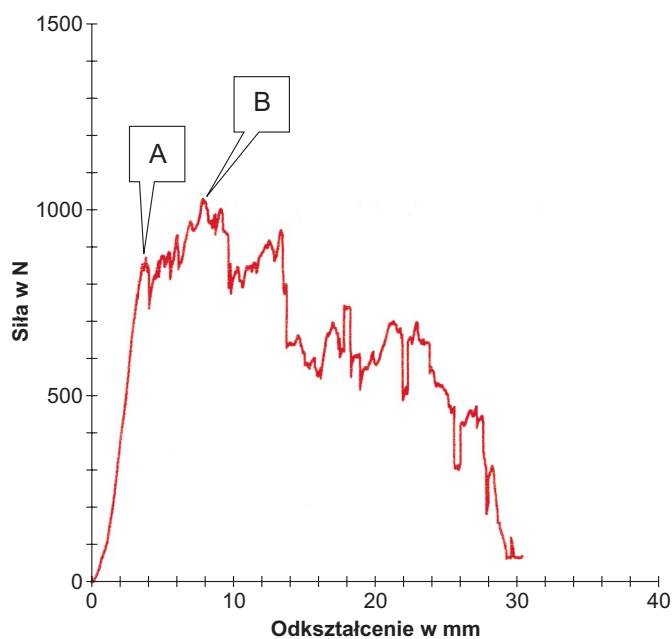
Ryc. 1. Femur, Big 6, wiata



Ryc. 2. Femur, Big 6, wychowalnia



Ryc. 3. Tibia, Big 6, wiata



Ryc. 4. Tibia, Big 6, wychowalnia

jest pewną prawidłowością, cechowała się większą masą 60,1-73,7 g, a wartość sił dla tych punktów krytycznych kształtowała się na poziomie od 447 do 558 N dla granicy sprężystości, natomiast dla wytrzymałości maksymalnej 514,3-630,6 N.

Podsumowanie

1. Badania wytrzymałości mechanicznej kości udowej i piszczelowej wykazały istotne różnice pomiędzy typami użytkowymi indorów na korzyść typu ciężkiego.

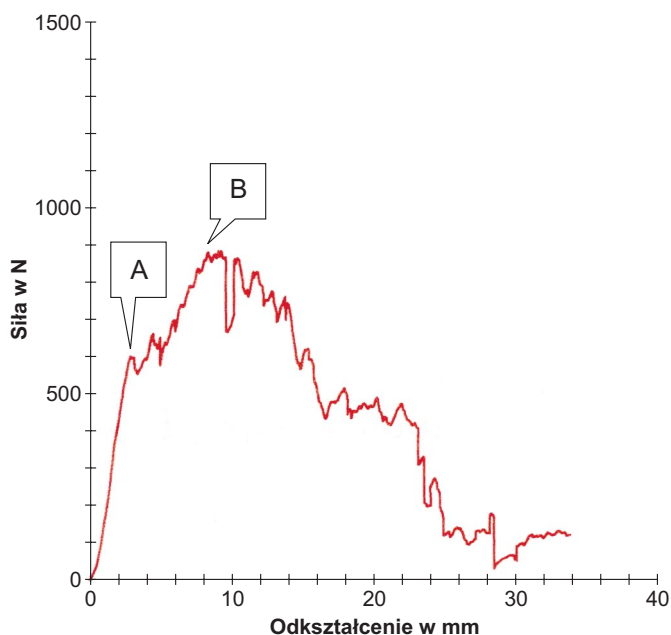
2. Wyniki mechanicznego testu wytrzymałościowego kości udowej i piszczelowej potwierdziły korzystny wpływ alternatywnego systemu utrzymania w porównaniu z systemem tradycyjnym. Z tego m.in. względu w odchowie indorów rzeźnych trwającym do 22 tygodni życia zalecać

można ich utrzymanie począwszy od 7. tygodnia w wia- cie z dostępem do wybiegów.

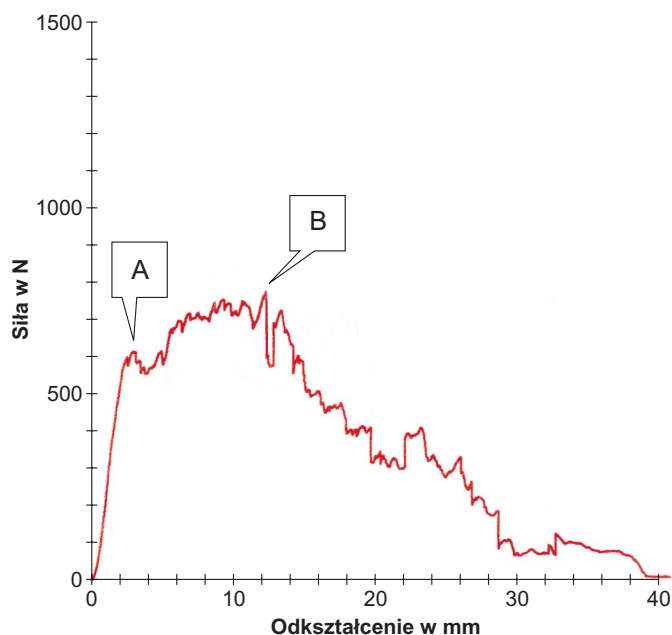
3. Na proces formowania kości udowych i piszczelowych indyków, wyrażający się większą ich wytrzymałością mechaniczną, korzystnie może oddziaływać większa swoboda ruchu młodych indorów rzeźnych, jaką zapewnia stały dostęp do wybiegów.

Piśmiennictwo

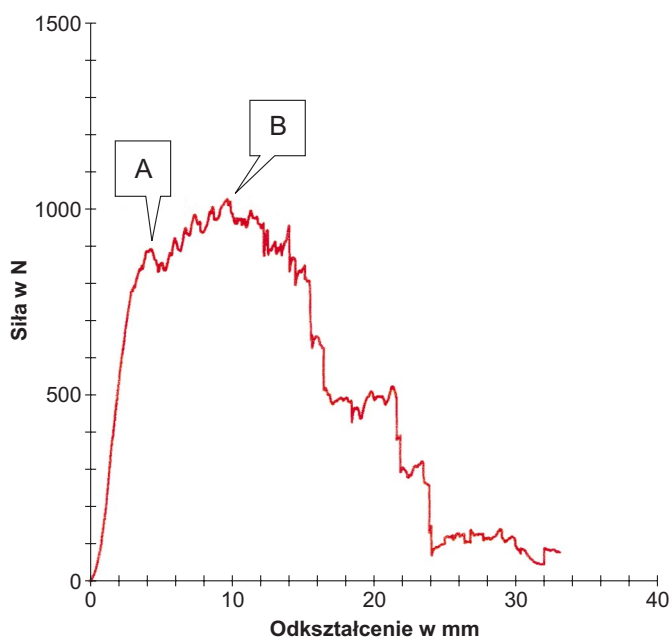
1. Crespo R., Stover S. M., Droual R., Chin R. P., Shivaprasad H. L.: Femoral Fractures in a Young Male Turkey Breeder Flock. Avian Dis. 1999, 43, 150-154.
2. Crespo R., Stover S. M., Taylor K. T., Chin R. P., Shivaprasad H. L.: Morphometric and Mechanical Properties of Femora in Young Adult Male Turkeys with and Without Femoral Fractures. Poult. Sci. 2000, 79, 602-608.
3. Burs M., Faruga A.: Effect of husbandry conditions and genotype of young slaughter Turkeys on production and slaughter traits. Pol. J. Natur. Sci. 2006, 21, 639-649.



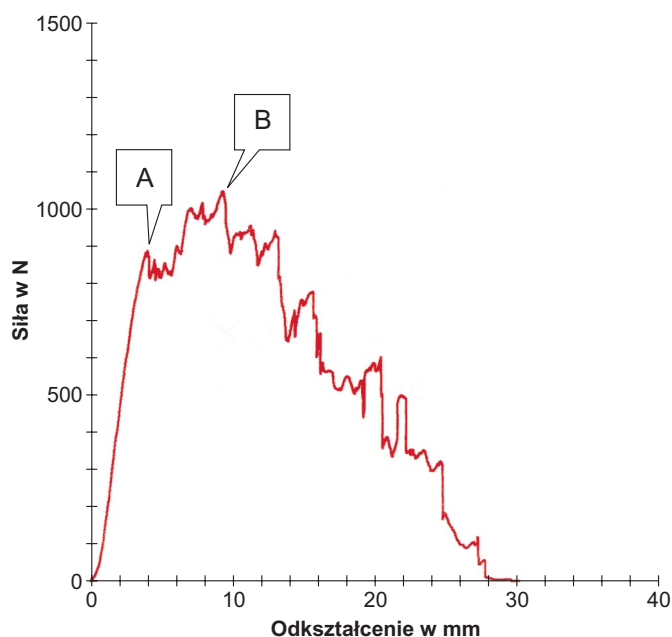
Ryc. 5. Femur, BUT 9, wiata



Ryc. 6. Femur, BUT 9, wychowalnia



Ryc. 7. Tibia, BUT 9, wiata



Ryc. 8. Tibia, BUT 9, wychowalnia

4. Bourne M. C.: Food Texture and Viscosity: Concept and Measurement. Academic Press, London 2002.
5. Buddiger N., Albers G.: Future trends in turkey breeding. Zootechnica Internat. 2000, 23, 24-29.
6. Faruga A.: Polskie rolnictwo w drodze do Unii Europejskiej. Drobiarstwo WODR O/Olecko 2000, 12-15.
7. Faruga A.: Technologia odchovu indyków rzeźnych. Mag. Drob. 1997, 11, 8-11.
8. Gaździński P.: Schorzenia nóg u indyków. Mag. Drob. 1998, 5, 14-15.
9. Hesler P. Y.: The Role of Environment and Management on Leg Abnormalities in Meat – Type Fowl. Poult. Sci. 1994, 73, 904-915.
10. Hocking P. M., Whitehead C. C.: Musculo-skeletal disease in heavy breeding birds. Bone biology and skeletal discorders in poultry. Poult. Sci. 1992, 23, 297-309.
11. Koncicki A.: Aktualne problemy w patologii indyków. Pol. Drob. 1993, 3, 11-14.
12. Lilburn M. S.: Skeletal growth of commercial poultry species. Poult. Sci. 1994, 73, 897-903.
13. Monk J.: Choroby indyków i problemy w odchowie w zależności od warunków panujących na fermie. Kartzfen Polska, Mat. konf. Problemy zdrowotne indyków. Wola Suchożebrowska 1999.
14. Mazurkiewicz M. (red.): Choroby drobiu. Wyd. AR Wrocław 2005.

15. Niemczak H.: Poradnik drobiarski weterynaryjno-hodowlany. Fundacja Rozwoju SGGW, Warszawa 1998.
16. Pryszcz W., Brodacki A., Tarkowski J., Zięba G.: Zależność między skrzywieniem kręgosłupa a wadami nóg w stadzie towarowym indyków typu ciężkiego. Zesz. Nauk. Przegł. Hod. 1996, 24, 29-37.
17. Pydyńkowska K.: Efektywność stosowania premiksów zawierających witaminę D₃ i jej hydroksylową pochodną 25-OH-D₃ oraz preparatu Betafin w żywieniu młodych indyków rzeźnych. Praca dokt., Wydział Bioinżynierii Zwierząt UWM, Olsztyn 2003.
18. Sullivan T. W.: Skeletal problems in poultry: Estimated Annual Cost and Descriptions. Poult. Sci. 1994, 73, 879-882.
19. Tatara R. M., Majcher P., Krupski W., Studziński T.: Volumetric bone density, morphological and mechanical properties of femur and tibia in farm turkeys with leg deformities. Bull. Vet. Inst. Pulawy 2004, 48, 169-172.
20. Tatara R. M., Pierzynowski G. S., Majcher P., Krupski W., Brodzki A., Studziński T.: Effect of alpha-ketoglutarate (AKG) on mineralisation, morphology and mechanical endurance of femur and tibia in turkey. Bull. Vet. Inst. Pulawy 2004, 48, 305-309.

Adres autora: prof. dr hab. Andrzej Faruga, ul. Oczapowskiego 5, 10-719 Olsztyn; e-mail: faruga@uwm.edu.pl