

POZIOM CHOLESTEROLU CAŁKOWITEGO I JEGO FRAKCJI ORAZ TRIGLICERYDÓW W SUROWICY KRWI KUR RASY POLBAR W ZALEŻNOŚCI OD PŁCI I WIEKU

Magdalena Maria Gryzińska, Magdalena Krauze,
Aneta Joanna Strachecka

Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

Streszczenie. Określano stężenie cholesterolu całkowitego, HDL, LDL i triglicerydów u kur rasy polbar w 8., 12. oraz 18. tygodniu życia. Materiał do badań stanowiła krew pobrana z żyły odłokciowej (*v. basilica*). W surowicy krwi kur oznaczono stężenie cholesterolu całkowitego, HDL i triglicerydów metodą kolorymetryczną, wykorzystując komercyjne zestawy, natomiast oznaczanie stężenia LDL wyliczono ze wzoru [Friedewald i in. 1972]. Stężenie cholesterolu całkowitego i HDL w surowicy krwi kur rasy polbar było zależne zarówno od płci ptaków, jak i ich wieku. Nieznacznie wyższe wartości badanych wskaźników występowały u kogutów. Stężenie LDL u kur rasy polbar malało, natomiast stężenie triglicerydów wzrastało wraz z wiekiem ptaków. Wyższe wartości cechowały płć męską. Uzyskane wyniki stężenia cholesterolu całkowitego, HDL, LDL i triglicerydów, u skonsolidowanej genetycznie rasy kur polbar, mogą być wykorzystywane do porównań z innymi rasami drobiu.

Słowa kluczowe: cholesterol, LDL, HDL, trójglicerydy, kury, rasa polbar

WSTĘP

Cholesterol, który jest szeroko rozpowszechniony w świecie zwierząt, nie występuje u bakterii i w komórkach roślinnych. We krwi przenoszony jest w postaci lipoproteid, które można podzielić na: chylomikrony, chylomikrony resztkowe, lipoproteiny o gęstości bardzo małej (VLDL – ang. *very low density lipoproteins*), małej (LDL – ang. *low density lipoproteins*), średniej (IDL – ang. *intermediate density lipoproteins*), dużej (HDL – ang. *high density lipoproteins*). Podział ten wynika z rosnącej gęstości [Berg i in. 2005]. Trójglicerydy stanowią zaś główną formę zapasową kwasów tłuszczowych. Triacyloglicerole stanowią źródło energii dla komórki, która jest uwalniana podczas ich rozpadu, oraz utlenianiu kwasów tłuszczowych [Berg i in. 2005].

Adres do korespondencji – Corresponding author: dr inż. Magdalena Gryzińska, Katedra Biologicznych Podstaw Produkcji Zwierzęcej, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin, e-mail: magdalena.gryzinska@up.lublin.pl

Badania biochemiczne krwi są jednym z częściej wykonywanych profili badań laboratoryjnych u ludzi i ssaków, natomiast nie znajdują powszechnego zastosowania u ptaków [Koncicki i Krasnodębska-Depta 2005]. W opracowanych do tej pory podstawowych badaniach laboratoryjnych brak jest szczegółowych danych dotyczących drobiu, zwłaszcza kur. W dostępnym piśmiennictwie badania w tym zakresie są fragmentaryczne [Krasnodębska-Depta i Koncicki 2000]. Brak wartości referencyjnych dla kur w znacznym stopniu utrudnia rozpoznanie choroby, wykrycie stanów podklinicznych u osobników klinicznie zdrowych, ustalenie układu objętego procesem patologicznym i stopnia jego uszkodzenia, jak również oceny przebiegu choroby i skuteczności leczenia [Winnicka 2004].

Wyniki uzyskane od skonsolidowanej genetycznie rasy kur mogą być wykorzystane do porównań innych ras drobiu. Badania pilotażowe do opracowania wartości referencyjnych pozwoliłyby rozszerzyć możliwości diagnostyczne.

Celem badań było określenie poziomu cholesterolu całkowitego, jego frakcji HDL i LDL oraz triglicerydów w surowicy krwi kur i kogutów rasy polbar w ósmym, dwunastym i osiemnastym tygodniu życia.

MATERIAŁ I METODY

W badaniach użyto krew pobraną każdorazowo od 8 kogutów oraz 8 kur rasy polbar w 8., 12. oraz 18. tygodniu życia. Zwierzęta utrzymywane były w Stacji Dydaktyczno-Badawczej Zwierząt Drobnych im. Laury Kaufman należącej do Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie. Krew do analiz pobrano z żyły skrzydłowej do sterylnych probówek o pojemności 4 ml zawierających heparynę sodową. Po 30–60 minutach od pobrania krew wirowano w wirówce przez 10 minut przy 3000 obr. na min. Po usunięciu skrzepu i kolejnym wirowaniu przez 10 minut przy 3000 obr. na min otrzymano surowicę, która posłużyła do określenia stężenia: cholesterolu całkowitego, HDL, LDL i triglicerydów.

Do oznaczeń stężeń cholesterolu całkowitego, HDL, triglicerydów wykorzystano komercyjne zestawy firmy CORMAY. Stężenia LDL wyliczono ze wzoru [Friedewald i in. 1972]:

$$\text{Stężenie LDL} = \frac{\text{stężenie cholesterolu całkowitego} - \text{stężenie HDL} - \text{stężenie triglicerydów}}{2,2}$$

Otrzymane dane liczbowe opracowano statystycznie używając programu komputerowego zawierającego pakiet testów SAS [Cary 2001]. Gwiazdką (*) oznaczono wartości po przeliczeniu jednostek tradycyjnych na jednostki układu SI [$\text{mmol} \times \text{l}^{-1}$].

WYNIKI I DYSKUSJA

Przeprowadzone badania wykazały, że poziom cholesterolu całkowitego w surowicy krwi kur zmienia się wraz z wiekiem kur (tab. 1). Najniższy poziom cholesterolu całkowitego wśród badanych ptaków wystąpił u osobników w wieku 12 tygodni i nieco wyższy u ptaków w 18. tygodniu życia, a najwyższy u ptaków najmłodszych, tj. 8-tygodniowych.

Otrzymane wyniki wskazują na zróżnicowanie poziomu cholesterolu u kogutów i kur w danym wieku. W 12. i 18. tygodniu życia poziom ten jest wyższy u kogutów, zaś w 8. tygodniu nieznacznie większy u kur. Istotne różnice wysokości poziomu cholesterolu między płciami uzyskano w 12. tygodniu życia.

Tabela 1. Poziom cholesterolu całkowitego w surowicy krwi kur rasy polbar w zależności od płci i wieku ($n = 8$, $\bar{x} \pm sd$)

Table 1. Total cholesterol levels in the blood serum of the polbar hens, depending on their sex and age ($n = 8$, $\bar{x} \pm sd$)

Wiek, tyg. Age, in weeks	Poziom cholesterolu całkowitego, $\text{mmol} \times \text{l}^{-1}$ Total cholesterol level, $\text{mmol} \times \text{l}^{-1}$		
	♂	♀	♂ + ♀
8	$2,96^A \pm 0,51$	$2,99^A \pm 0,23$	$2,98 \pm 0,38$
Zakres – Range	2,34–3,56	2,66–3,31	2,34–3,56
12	$2,22^{BD} \pm 0,29$	$1,52^{CE} \pm 0,06$	$1,87 \pm 0,41$
Zakres – Range	1,81–2,67	1,41–1,59	1,41–2,67
18	$2,08^B \pm 0,20$	$2,05^B \pm 0,12$	$2,06 \pm 0,16$
Zakres – Range	1,89–2,41	1,91–2,22	1,89–2,41
Razem – Total	$2,42 \pm 0,33$	$2,19 \pm 0,14$	$2,30 \pm 0,32$
Zakres – Range	1,81–3,56	1,41–3,31	1,41–3,56

A, B, C – średnie oznaczone różnymi literami w kolumnie różnią się istotnie przy $P \leq 0,05$.

D, E – średnie oznaczone różnymi literami w wierszu różnią się istotnie przy $P \leq 0,05$.

A, B, C – The mean values marked with different letters in the column show statistically significant difference at $P \leq 0.05$.

D, E – The mean values marked with different letters show statistically significant difference at $P \leq 0.05$.

Wyniki przeprowadzonych badań pokazały, że poziom HDL w surowicy krwi u ptaków w poszczególnych grupach wiekowych ulega zmianie (tab. 2). U osobników najmłodszych średnia zawartość HDL była najwyższa, wynosząc $1,79 \text{ mmol} \times \text{l}^{-1}$. W tej grupie wahania wartości były największe. W 12. tygodniu życia poziom HDL był najniższy wśród badanych grup wiekowych. Ponadto w 12. tygodniu występowało najmniejsze zróżnicowanie wyników. Wartości otrzymane zarówno wśród samic, jak i samców we wszystkich tygodniach są istotne statystycznie. W 8. oraz 12. tygodniu życia u kogutów występował wyższy poziom HDL w porównaniu z kurami. Natomiast w 18. tygodniu u kur wartość ta była nieznacznie większa. Średni poziom HDL w surowicy ptaków bez względu na ich płeć i wiek wynosił $1,39 \text{ mmol} \times \text{l}^{-1}$.

Tabela 2. Poziom HDL w surowicy krwi kur rasy polbar w zależności od płci i wieku (n = 8, $\bar{x} \pm sd$)Table 2. HDL levels in the blood serum of the polbar hens, depending on their sex and age (n = 8, $\bar{x} \pm sd$)

Wiek, tyg. Age, in weeks	Poziom HDL, mmol \times l ⁻¹ – HDL level, mmol \times l ⁻¹		
	♂	♀	♂ + ♀
8	1,85 ^A \pm 0,16	1,73 ^A \pm 0,31	1,79 \pm 0,25
Zakres – Range	1,69–2,11	1,41–2,27	1,41–2,27
12	1,06 ^C \pm 0,13	0,94 ^C \pm 0,05	1,00 \pm 0,11
Zakres – Range	0,88–1,24	0,90–1,04	0,88–1,24
18	1,36 ^B \pm 0,16	1,39 ^B \pm 0,15	1,38 \pm 0,15
Zakres – Range	1,19–1,70	1,07–1,56	1,07–1,70
Razem – Total	1,42 \pm 0,15	1,35 \pm 0,17	1,39 \pm 0,17
Zakres – Range	0,88–2,11	0,90–2,27	0,88–2,27

Objaśnienia jak w tab. 1 – Explanations as in Table 1.

Tabela 3 przedstawia poziom LDL. Statystycznie istotną, najwyższą wartość uzyskano w 8. tygodniu życia. W grupie osobników będących w 12. tygodniu życia wartości były nieco niższe zarówno u osobników żeńskich, jak i męskich. U samców wyniosły one 0,67 mmol \times l⁻¹, u samic natomiast 0,33 mmol \times l⁻¹. Najniższy poziom LDL wśród badanych ptaków wystąpił u osobników najstarszych. Bez podziału zwierząt na płęć najwyższy poziom LDL w surowicy zaobserwowano w 8. tygodniu życia. Wraz z wiekiem wartość ta malała, osiągając w 12. tygodniu 0,50 mmol \times l⁻¹ (0,16–1,11 mmol \times l⁻¹). Najniższą wartość 0,20 mmol \times l⁻¹ (0,01–0,76 mmol \times l⁻¹) zaobserwowano u zwierząt najstarszych. Największe rozbieżności pomiędzy poszczególnymi płciami wystąpiły w 12. tygodniu życia, zaś najmniejsze w tygodniu 18. Średnie poziomy LDL u obu płci bez względu na wiek są zbliżone i wynoszą dla samców 0,58 mmol \times l⁻¹ (0,04–1,37 mmol \times l⁻¹) i 0,54 mmol \times l⁻¹ (0,01–1,36 mmol \times l⁻¹) dla samic. Wśród wyników uzyskanych przez samce wszystkie wartości były istotne statystycznie. Samice natomiast różnice statystycznie istotne uzyskały pomiędzy 8. a 12. i 8. a 18. tygodniem.

Niniejsze badania wskazują, że poziom triglicerydów w surowicy krwi zależy od wieku i płci ptaków (tab. 4.) Spośród badanych grup wiekowych najwyższy poziom triglicerydów stwierdzono u ptaków 18-tygodniowych, a najniższy u ptaków 8-tygodniowych. Wartości w tej grupie wiekowej są około dwa razy niższe niż wartości uzyskane w 18. tygodniu życia. Poziom triglicerydów u badanych ptaków wzrastał wraz z wiekiem. We wszystkich grupach wiekowych poziom triglicerydów w surowicy krwi był wyższy u kogutów niż u kur. Największe różnice w poziomie triglicerydów między płciami są widoczne w 12. tygodniu życia, najmniejsze zaś w tygodniu 8. Wartości statystycznie istotne koguty uzyskały we wszystkich okresach badań, kury zaś tylko między 18. a 12. i 18. a 8. tygodniem.

Tabela 3. Poziom LDL w surowicy krwi kur rasy polbar w zależności od płci i wieku (n = 8, $\bar{x} \pm sd$)Table 3. LDL levels in the blood serum of the polbar hens, depending on their sex and age (n = 8, $\bar{x} \pm sd$)

Wiek, tyg. Age, in weeks	Poziom LDL, mmol \times l ⁻¹ – LDL level, mmol \times l ⁻¹		
	♂	♀	♂ + ♀
8	0,80 ^A \pm 0,42	1,08 ^A \pm 0,28	0,80 ^A \pm 0,42
Zakres – Range	0,19–1,37	0,74–1,36	0,19–1,37
12	0,67 ^{BD} \pm 0,27	0,33 ^{BE} \pm 0,11	0,67 ^B \pm 0,27
Zakres – Range	0,30–1,11	0,16–0,46	0,30–1,11
18	0,28 ^C \pm 0,19	0,20 ^B \pm 0,27	0,28 ^C \pm 0,19
Zakres – Range	0,04–0,53	0,01–0,76	0,04–0,53
Razem – Total	0,58 \pm 0,29	0,54 \pm 0,22	0,58 \pm 0,29
Zakres – Range	0,04–1,37	0,01–1,36	0,04–1,37

Objaśnienia jak w tab. 1 – Explanations as in Table 1.

Tabela 4. Poziom triglicerydów w surowicy krwi kur rasy polbar w zależności od płci i wieku (n = 8, $\bar{x} \pm sd$)Table 4. Triglyceride levels in the blood serum of the polbar hens, depending on their sex and age (n = 8, $\bar{x} \pm sd$)

Wiek, tyg. Age, in weeks	Poziom triglicerydów, mmol \times l ⁻¹ – Triglyceride level, mmol \times l ⁻¹		
	♂	♀	♂ + ♀
8	0,69 ^C \pm 0,15	0,49 ^B \pm 0,20	0,59 \pm 0,20
Zakres – Range	0,51–0,90	0,26–0,86	0,26–0,90
12	1,08 ^{BD} \pm 0,37	0,48 ^{BE} \pm 0,14	0,78 \pm 0,41
Zakres – Range	0,54–1,73	0,31–0,70	0,31–1,73
18	1,57 ^A \pm 0,44	1,03 ^A \pm 0,14	1,30 \pm 0,42
Zakres – Range	0,96–2,02	0,80–1,20	0,80–2,02
Razem – Total	1,11 \pm 0,75	0,67 \pm 0,16	0,89 \pm 0,34
Zakres – Range	0,51–2,02	0,26–1,20	0,26–2,02

Objaśnienia jak w tab. 1 – Explanations as in Table 1.

Określono procentowy udział frakcji cholesterolu. Wyniki zawarto w tab. 5. Spośród wyników uzyskanych w badaniach 8-tygodniowych ptaków największą część cholesterolu całkowitego stanowiła jego frakcja HDL, i to zarówno u samców jak, i samic, jednak procentowa zawartość u kogutów była większa niż u kur. Zawartość w cholesterolu całkowitym pozostałych frakcji w 8. tygodniu była najmniejsza i podobnie jak w przypadku HDL większa wartość wystąpiła u badanych kogutów (10,47%), zaś mniejsza u kur (6,02%). Podobnie jak 8-tygodniowe, 12-tygodniowe ptaki również cechował najwyższy udział frakcji HDL, jednak w odróżnieniu od poprzedniego tygodnia badań wartości wyższe wystąpiły u samic (61,84%), a wartości samców uzyskano na poziomie 47,75%. Inaczej niż w 8. tygodniu badań kształtowały się wyniki dla LDL, gdzie wyższy udział tej frakcji wynoszący 30,18% cechował koguty, kury zaś uzyskały wynik 21,71%. Udział po-

zostałych frakcji był najmniejszy i dla samców wynosił 22,07%, a dla samic 16,45%. W 18. tygodniu uzyskano wyniki na poziomie podobnym dla obu płci, przy czym u kur wartość była nieznacznie wyższa (67,80%) niż u kogutów (65,38%). Procentowy udział frakcji LDL był wyższy u samców (13,46%) niż u samic (9,76%). W tygodniu tym uzyskano najwyższy wśród badanych procentowy udział pozostałych frakcji, który przewyższał udział frakcji LDL i wynosił 21,15% dla kogutów i 22,44% u kur. Na podstawie uzyskanych wyników można wywnioskować, że u kur udział frakcji LDL maleje wraz z wiekiem, zaś frakcji HDL i pozostałych rośnie. W tygodniu tym HDL zamiast wartości wyższej niż uzyskana u ptaków młodszych otrzymano wartość niższą, zaś w przypadku LDL wartość wyższą zamiast niższej. Frakcje pozostałe natomiast w 18. tygodniu uzyskały wynik nieznacznie mniejszy niż w poprzedzającym tygodniu badań.

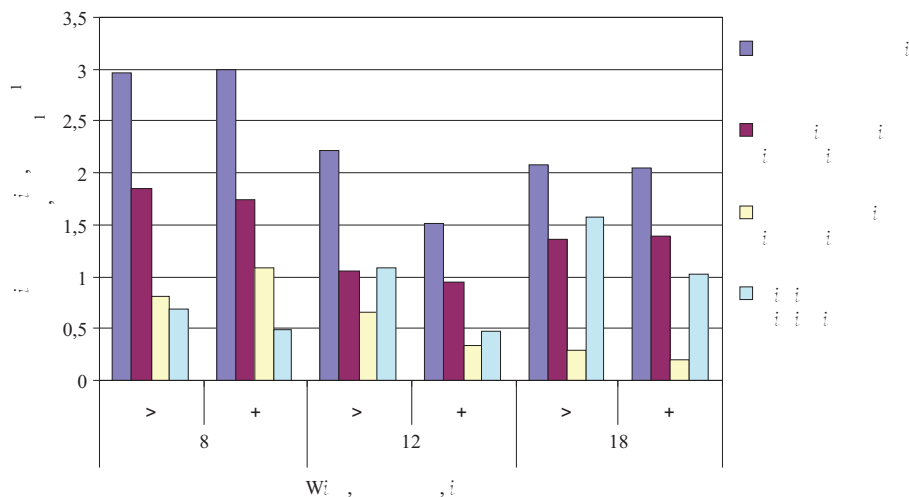
Tabela 5. Procentowy udział frakcji cholesterolu w surowicy krwi kur rasy polbar w zależności od płci i wieku (n = 8, $\bar{x} \pm sd$)

Table 5. Percentage of the cholesterol fractions in the blood serum of the polbar hens, depending on their sex and age (n = 8, $\bar{x} \pm sd$)

Wiek, tyg. Age, in weeks	Poziom triglicerydów, mmol × l ⁻¹ – Triglyceride level, mmol × l ⁻¹		
	♂	♀	♂ + ♀
8	0,69 ^C ± 0,15	0,49 ^B ± 0,20	0,59 ± 0,20
Zakres – Range	0,51–0,90	0,26–0,86	0,26–0,90
12	1,08 ^{BD} ± 0,37	0,48 ^{BE} ± 0,14	0,78 ± 0,41
Zakres – Range	0,54–1,73	0,31–0,70	0,31–1,73
18	1,57 ^A ± 0,44	1,03 ^A ± 0,14	1,30 ± 0,42
Zakres – Range	0,96–2,02	0,80–1,20	0,80–2,02
Razem – Total	1,11 ± 0,75	0,67 ± 0,16	0,89 ± 0,34
Zakres – Range	0,51–2,02	0,26–1,20	0,26–2,02

Objaśnienia jak w tab. 1 – Explanations as in Table 1.

Na rysunku 1 zestawiono średnie wartości wszystkich badanych wskaźników surowicy krwi kur i kogutów w trzech badanych okresach. Najwyższe wartości odnotowano dla cholesterolu całkowitego. Zaś wartości pozostałych wskaźników u kur i kogutów w trzech badanych okresach kształtowały się na różnych poziomach.



Rys. 1. Średnie wartości wskaźników (cholesterol całkowity, HDL, LDL, trójglicerydy) w surowicy krwi kur rasy polbar w zależności od płci i wieku

Fig. 1. Mean index values (total cholesterol, LDL, HDL, triglycerides) in the blood serum of polbar hens, depending on their sex and age

Dostępna literatura dostarcza niewiele danych na temat stężenia związków lipidowych w surowicy krwi kur z uwzględnieniem ras, typów użytkowych, stanu fizjologicznego, płci i wieku. U kur, będących przedmiotem badań niniejszej pracy, poziom cholesterolu całkowitego zmieniał się wraz z wiekiem ptaków. Wyższe od tych uzyskanych w niniejszej pracy średnie wartości cholesterolu całkowitego, wynoszące 143 mg/100 ml [$3,70 \text{ mmol} \times \text{l}^{-1}$]* u kogutów i 189 mg/100 ml [$4,89 \text{ mmol} \times \text{l}^{-1}$]* u kur rasy white leghorn, uzyskał Sturkie [1970]. Również wyższe wartości cechujące samice w porównaniu z samcami stwierdziła Krasnodębska-Depta i Koncicki [2000] w badaniach 2-tygodniowych kurcząt vedetta. U kurek poziom cholesterolu całkowitego w surowicy krwi wyniósł $156,7 \pm 38,5 \text{ mg/dl}$ ($112\text{--}225 \text{ mg/dl}$) [$4,05 \pm 1 \text{ mmol} \times \text{l}^{-1}$ ($2,90\text{--}5,82 \text{ mmol} \times \text{l}^{-1}$)]*, a u kogutków $150 \pm 28,5 \text{ mg/dl}$ ($108\text{--}195 \text{ mg/dl}$) [$3,89 \pm 0,74 \text{ mmol} \times \text{l}^{-1}$ ($2,79\text{--}5,04 \text{ mmol} \times \text{l}^{-1}$)]*. Ponadto zakresy wartości otrzymane przez Krasnodębską-Deptę i Koncickiego [2000] wykazywały nieznacznie wyższe wartości niż otrzymane w przypadku 8-tygodniowych polbarów. Prace prowadzone przez cytowanych wyżej badaczy na 3-, 4-, 5-, 6- i 7-tygodniowych kurczętach wykazały, że samce posiadały wyższe wartości cholesterolu całkowitego niż samice [Krasnodębska-Depta i Koncicki 2000]. Taką też prawidłowość stwierdził Koncicki i Krasnodębska-Depta [2005] w badaniach nad kurami rasy astra S. Zawartość cholesterolu całkowitego u kurek wynosiła 131–191 mg/dl [$3,39\text{--}4,94 \text{ mmol} \times \text{l}^{-1}$]*, u kogutków zaś była wyższa, osiągając poziom 143–220 mg/dl [$3,70\text{--}5,69 \text{ mmol} \times \text{l}^{-1}$]*. Podobnie w 6. tygodniu życia kury osiągały poziomy niższe ($121\text{--}166 \text{ mg/dl}$) [$3,13\text{--}4,29 \text{ mmol} \times \text{l}^{-1}$]* niż koguty ($139\text{--}208 \text{ mg/dl}$) [$3,59\text{--}5,38 \text{ mmol} \times \text{l}^{-1}$]* [Konwicki i Krasnodębska-Depta 2005]. Peebles i in. [1997] zajmujący się analizą poziomu cholesterolu u broilerów kurzych at-

hems-canadian uzyskali średnie wartości dla 6-tygodniowych kur wynoszące 118,3 mg/dl [3,06 mmol \times l⁻¹] [Peebles i in. 1997]. Wyniki uzyskane przez zespół Peeblesa korelowały z wynikami uzyskanymi w niniejszej pracy. W przypadku indyków bronz w wieku do 5 tygodni poziom cholesterolu dla samców, jak podaje Sturkie [1970], wynosi 100–129 mg/dl [2,59–3,34 mmol \times l⁻¹]* zaś u samic indyków rzeźnych według Koncickiego i Krasnodębskiej-Depty [2005] osiągają wartości 191,52 \pm 14,02 mg/dl [4,98 \pm 0,36 mmol \times l⁻¹]*, podobnie więc, jak w przypadku 8-tygodniowych kur rasy polbar czy white leghorn, stężenie cholesterolu w surowicy krwi jest wyższe u samic niż u samców [Konwicki i Krasnodębska-Depta 2005, Sturkie 1970]. Dalsze obserwacja poziomu cholesterolu całkowitego u kur rasy polbar w niniejszym badaniu wykazała spadek w 12. tygodniu życia. Jak wynika z otrzymanych danych, u kur rasy polbar będących powyżej 12. tygodnia życia poziom cholesterolu w surowicy krwi osiągał wartości wyższe dla samców niż dla samic. Jednakże wartości otrzymane u samców polbarów były niższe niż w przytaczanych przez Sturkiego [1970] poziomach charakteryzujących koguty rasy white leghorn, u których stężenie cholesterolu w surowicy krwi w 12. tygodniu życia wyniosło 100–113 mg/100 ml [2,59–2,92 mmol \times l⁻¹]*. W porównaniu z otrzymanymi dla polbarów i white leghorn poziomów, wartości występujące w surowicy krwi 12-tygodniowych mieszańców kaczek (kaczor piżmowy \times kaczka pekin) otrzymane przez Koncickiego i Krasnodębską-Deptę [2005] były o wiele niższe. Trzecią grupę wiekową ptaków, będących przedmiotem badań w niniejszej pracy, stanowiły polbary będące w 18. tygodniu życia. Uzyskane wartości samic i samców były do siebie zbliżone, osiągając wartość nieco wyższą u kogutów niż u kur, jednakże były one niższe niż w przypadku 18-tygodniowych kur astra S uzyskanych przez Koncickiego i Krasnodębską-Deptę [2005]. Ponadto uzyskane przez nich zakresy były większe dla kur (108–251 mg/dl) [2,79–6,49 mmol \times l⁻¹]* niż dla kogutów (92–167 mg/dl) [2,38–4,32 mmol \times l⁻¹]* [Konwicki i Krasnodębska-Depta 2005]. Koncicki i Krasnodębska-Depta zajmowali się także poziomem cholesterolu u 16-tygodniowych indyków rzeźnych, a otrzymany przez nich zakres wartości cechujących samice tego gatunku (127,0–132,0 mg/dl) [3,3–3,43 mmol \times l⁻¹]* był wyższy niż cechujący 18-tygodniowe samice polbarów (1,91–2,22 mmol \times l⁻¹) [Konwicki i Krasnodębska-Depta 2005]. Sturkie przytacza wyniki badań kur rasy white leghorn starszych niż 18 tygodni. 23-tygodniowe samce miały wyższy poziom cholesterolu (134 mg/dl) [3,47 mmol \times l⁻¹]* niż 16-tygodniowe, ale najwyższy uzyskano u kogutów w wieku 45 tygodni (209 mg/dl) [5,40 mmol \times l⁻¹]* [Sturkie 1970]. Jednak wspomniana wcześniej tendencja do uzyskiwania przez kury wyższych wartości niż u kogutów została zachowana. Samice niosące tej rasy w wieku 24 do 72 tygodni posiadały wartość cholesterolu mieszczącą się w zakresie 211–259 mg/dl [5,46–6,70 mmol \times l⁻¹]*. Wyniki te przewyższały znacząco poziomy uzyskane w przypadku 6–8-miesięcznych rdzennych kur pochodzących z Tajlandii północno-wschodniej, których badaniem zajmowali się Simaraks i in. [2004] Uzyskane przez nich wartości cholesterolu u samców i samic wykazywały niewielkie różnice, przy czym były one wyższe dla kaczek samic, osiągając 103,1 \pm 41,0 mg/dl [2,67 \pm 1,06 mmol \times l⁻¹]*, dla samców 101,7 \pm 19,4 mg/dl [2,63 \pm 0,50 mmol \times l⁻¹]* [Simaraks i in. 2004].

Przeprowadzona przez Wójcik [2003] analiza poziomu cholesterolu całkowitego w surowicy krwi kur rasy zielononóżka kuropatwiana wykazała, że wraz z ich wiekiem zmie-

nia się średni poziom cholesterolu całkowitego w surowicy. U 33-tygodniowych kur wynosił 151,08 mg/dl [$3,91 \text{ mmol} \times \text{l}^{-1}$]*, zaś w 52. tygodniu nastąpił niewielki wzrost tego stężenia do 154,40 mg/dl [$3,99 \text{ mmol} \times \text{l}^{-1}$]*. Z badań tych wywnioskować można, że wraz ze zmianą tempa nieśności wahaniom ulega poziom cholesterolu i lipidów w surowicy krwi [Wójcik 2003]. Porównując wszystkie uzyskane przez badaczy wyniki, wyższymi poziomami cholesterolu, jak podaje Sturkie [1970], cechują się gołębie, których dorosłe samice osiągają wartość 468 mg/100 ml [$12,10 \text{ mmol} \times \text{l}^{-1}$]*, zaś samce tego gatunku, podobnie jak to wykazał ten sam badacz w przypadku rasy kur white leghorn, uzyskują wartości niższe (407 mg/100 ml) [$10,52 \text{ mmol} \times \text{l}^{-1}$]*. Według Sturkiego najwyższe spośród badanych ptaków poziomy cholesterolu występują u samców kaczek krzyżówek (730 mg/100 ml) [$18,88 \text{ mmol} \times \text{l}^{-1}$]* [Sturkie 1970].

Na poziom cholesterolu zarówno w surowicy, jak i w żółtku jaja wpływ mają także składniki paszy. W badaniach prowadzonych przez Rapacza i in. [1996] na kurach mieszańcach RS-32, znoszących jaja o brązowej skorupie, oraz na LH-97, składających jaja o białej skorupie, podzielonych na dwie grupy: kontrolną oraz żywioną zamiennikiem paszowym, zawierającym jęczmień i pełne nasiona wiesiołka dziwnego, najniższy średni poziom cholesterolu całkowitego wynoszący $85,8 \text{ mg}/100 \text{ ml} \pm 20,7$ uzyskano w 29. tygodniu życia (9. tygodniu nieśności) ptaków RS-32 należących do grupy doświadczalnej. Poziom najwyższy zaś cechował kury mieszańce LH-97 z grupy kontrolnej w 44. tygodniu życia (24. tygodniu nieśności) i wynosił on $208,9 \text{ mg}/100 \text{ ml} \pm 85,5$. Odmienne wyniki uzyskali Polowczyk i in. [1998] u starszych zwierząt, w drugim roku użytkowania, należących do tych samych grup i podzielonych podobnie na stado kontrolne i doświadczalne, któremu podawano 25% nasion jęczmienia i 2% nasion wiesiołka. Stwierdzono, że zastosowanie takiej diety powoduje podwyższenie poziomu cholesterolu całkowitego w surowicy krwi grup doświadczalnych obu mieszańców. Ponadto wykazano, że stężenie cholesterolu w 1 g żółtka ptaków LH-97 było mniejsze w grupie doświadczalnej niż w grupie kontrolnej (różnice statystycznie nieistotne). Cytowani wyżej badacze stwierdzili, że podawanie wiesiołka i jęczmienia kurom w celu zmniejszenia poziomu cholesterolu w żółtkach jaj oraz w surowicy krwi wydaje się być uzasadnione raczej dla młodszych ptaków, będących w pierwszym roku nieśności. Zachodzące w organizmie kury noski procesy fizjologiczne mogą mieć wpływ na zależności między stężeniem cholesterolu w surowicy krwi, całym jajem oraz masą jaj w drugim roku użytkowania, co stwierdzono podczas badań. Trudność w otrzymaniu jaj o zmniejszonej zawartości cholesterolu całkowitego wynika z mniejszego tempa nieśności w drugim roku użytkowania. Otrzymano mniejsze ilości jaj o większej zawartości cholesterolu, a jego obniżenie tylko na drodze pokarmowej było trudniejsze [Polowczyk i in. 1998].

Badania Wójcika i in. [1979], prowadzone na brojlerach kurzych, otrzymujących z wodą pitną tyroksynę w ilości 200 μg na litr, dowiodły, że hormon ten obniża poziom cholesterolu zawartego w wątrobie tych ptaków. U kur, które otrzymywały tyroksynę, stężenie cholesterolu wynosiło 3,21 mg na g, zaś w grupie kontrolnej 4,82 mg na g wątroby. Zjawisko takie tłumaczyć można hamującym działaniem lipotropowym tyroksyny lub szybszym katabolizmem wytworzonego cholesterolu.

Poza składnikami dostarczonymi z pokarmem lub wodą, na poziom cholesterolu w surowicy krwi wpływają także warunki utrzymania, w tym temperatura otoczenia. Krasnodębska-Depta

i Konwicki [2002] nie stwierdzili wpływu podwyższonej temperatury otoczenia na wartość cholesterolu całkowitego w surowicy krwi indyczek rzeźnych, natomiast Friedrich [1992] odnotowała spadek wartości cholesterolu u zwierząt poddanych działaniu zarówno niskiej (3°C przez 60 minut), jak i wysokiej (45°C przez 60 minut) temperatury.

W niniejszych badaniach uzyskano średnią wartość poziomu cholesterolu całkowitego w surowicy krwi kur rasy polbar mieszczącą się w zakresie 1,41–3,56 mmol \times l⁻¹. Porównując te wyniki z referencyjnymi wartościami różnych gatunków ssaków zaobserwowano, że wśród zwierząt występują różne zakresy poziomu tego związku. Zakresy węższe niż uzyskane w przypadku kur rasy polbar występują u koni (1,3–2,8 mmol \times l⁻¹), owiec (1,1–2,1 mmol \times l⁻¹), kóz (1,6–2,8 mmol \times l⁻¹), świń (0,5–2,1 mmol \times l⁻¹) królików (0,9–1,4 mmol \times l⁻¹) czy świnek morskich (0,5–1,1 mmol \times l⁻¹). Natomiast szersze zaobserwować można u bydła (1,8–5,2 mmol \times l⁻¹), psów (3,3–9,3 mmol \times l⁻¹), kotów (2,0–5,2 mmol \times l⁻¹) i chomików syryjskich (1,4–4,7 mmol \times l⁻¹) [Winnicka 2004].

Poziom frakcji cholesterolu HDL, podobnie jak poziom cholesterolu całkowitego, osiąga różne wartości w surowicy krwi kur w różnym wieku. Rapacz z zespołem najwyższy poziom HDL wynoszący 28,8 mg/100 ml \pm 13,5 zaobserwował u kur mieszańców RS-32 znoszących jaja o brązowej skorupie będących w 38. tygodniu życia i w 18. tygodniu nieśności żywionych zamiennikami paszowymi w postaci jęczmienia i pełnych nasion wiesiołka dziwnego [Rapacz i in. 1996]. Porównując wyniki badań otrzymanych przez zespół Rapacza [1996], niniejsze badanie dla wszystkich grup wiekowych kur rasy polbar uzyskało wartości wyższe.

W odróżnieniu od wyników badań uzyskanych w niniejszej pracy, Wójcik [2003], analizując stężenie HDL u kur rasy zielononóżka kuropatwana w 33. oraz 52. tygodniu życia, zaobserwowała znaczący wzrost poziomu tego związku u kur starszych. Ponadto cytowana autorka stwierdziła dodatnie wartości współczynników korelacji pomiędzy poziomem cholesterolu całkowitego a poziomem HDL w surowicy krwi wynoszące odpowiednio 0,17 dla szczytowego okresu nieśności i 0,15 dla okresu końcowego oraz między poziomem HDL w żółtku jaja a jego zawartością w surowicy krwi. Wyniki uzyskane w niniejszej pracy wskazują, że u kur polbar w początkowym okresie życia pomiędzy cholesterolem całkowitym a HDL współczynniki korelacji są wyższe niż u ptaków 18-tygodniowych. Wyjątek stanowi 12. tydzień HDL, w którym uzyskane współczynniki mają wartości ujemne. Ponadto między wartością cholesterolu całkowitego otrzymaną w 18. tygodniu a wartością HDL w tym samym tygodniu występuje znaczne obniżenie wartości współczynnika do -0,25. Na podstawie otrzymanych wyników Wójcik nie potwierdziła wysokiej zawartości HDL w żółtku jaj, które cechowały się niższym poziomem niż otrzymany w badaniach prowadzonych na kurach Z11 w 52. i 64. tygodniu życia przez Cywę-Benko i in. [2000]. Wójcik [2003] otrzymała ujemną statystyczną zależność między zawartością HDL w żółtku jaja a poziomem lipidów 52-tygodniowych kur.

Obok takich czynników jak wiek, na poziom HDL zarówno w surowicy krwi, jak i w żółtku jaja wpływać może rodzaj podawanego pokarmu. W surowicy krwi oraz jajach pobranych w okresie od 90. do 103. tygodnia życia kur stwierdzili wyższy poziom HDL wśród ptaków mieszańców towarowych LH-97, znoszących jaja o białej skorupie, żywionych paszą zawierającą 25% nasion jęczmienia i 2% nasion wiesiołka niż u ptaków

z grupy kontrolnej. Przeprowadzone tu badania, dostarczające wyników z drugiego roku nieśności kur, pokazują jednak, że zarówno w grupie doświadczalnej, jak i kontrolnej nastąpił co najmniej dwukrotny wzrost poziomu HDL [Polowczyk i in. 1998].

Odmienne, niż w przypadku uzyskanych w niniejszych badaniach poziomu LDL w surowicy krwi kur rasy polbar, kształtują się wartości LDL w jajach innych ras kur. Przedmiotem badań Cywy-Benko i in. [2000] były jaja otrzymane od kur rasy leghorn H22, zielononóżka kuropatwiana Z11, sussex S66, leghorn G99, żółtonóżka kuropatwiana Ż33 oraz rhode island red R11 w 32., 52. oraz 64. tygodniu życia. Wśród wszystkich ras zaobserwowano spadek wartości LDL wraz z wiekiem kur. Ponadto wśród badanych ras stwierdzono, że jaja kur zielononózek kuropatwianych cechowały najniższe poziomy LDL w porównaniu z innymi analizowanymi rodami. Badania nad wpływem diety na poziom niektórych wskaźników biochemicznych krwi prowadził Peebles wraz z zespołem [1997]. Do badań użyto kur brojlerów AC, które podzielono na 6 grup żywieniowych. Od wyklucia do 10. dnia życia ptaki otrzymywały pożywienie S1 zawierające 0, 3 lub 7% tłuszczu. Następnie 11. dnia każda z grup otrzymujących karmę S1 podzielona została na dwie, z których jedna otrzymywała S2 zawierające 3%, a druga 7% tłuszczu. Nie zaobserwowano wpływu takiego żywienia na poziom LDL w surowicy kogutów, a pojawił się on u samic, ale tylko w 14. dniu badań, gdy ptaki otrzymywały paszę S2.

Triglicerydy wykazywały tendencję odwrotną niż zaobserwowana w przypadku LDL, gdyż stężenie tych związków w surowicy krwi badanych osobników wzrastało wraz z wiekiem. Odmienne wyniki otrzymała Krasnodębska-Depta i Koncicki [2000] u kurek vedetta w wieku od 2 do 7 tygodni. W odróżnieniu od niniejszych badań uzyskali oni poziom triglicerydów najwyższy u kur najmłodszych wynoszący średnio $104 \pm 31,9$ mg/dl [$1,19 \pm 0,36$ mmol \times l⁻¹]* dla samców i $91,57 \pm 17,9$ mg/dl [$1,05 \pm 0,20$ mmol \times l⁻¹]* dla samic, zaś u najstarszych ptaków poziom najniższy $38,6 \pm 10,2$ mg/dl [$0,44 \pm 0,12$ mmol \times l⁻¹]* u samców i $34,7 \pm 6,5$ mg/dl [$0,40 \pm 0,07$ mmol \times l⁻¹]* u samic. Wyjątek stanowiły 4. i 5. tydzień życia, w których wartości nieznacznie wyższe uzyskały kurki. W odróżnieniu od wyników otrzymanych w obecnej pracy oraz uzyskanych przez Krasnodębską-Deptę i Koncickiego [2005] kury rasy white leghorn badane przez Koncickiego i Krasnodębską-Deptę [2005] charakteryzowały wartości wyższe dla samic niż samców w 2. i 18. tygodniu życia. Natomiast zgodnie z wartościami triglicerydów u 8-tygodniowych polbarów otrzymanych w niniejszej pracy oraz z wynikami 7-tygodniowych vedett badanych przez Krasnodębską-Deptę i Koncickiego, 6-tygodniowe kury rasy white leghorn cechowały wartości wyższe u samców niż u samic. Koncicki i Krasnodębska-Depta [2005] prowadzili także badania na samicach indyków rzeźnych. Uzyskane przez te ptaki wyniki w 5. tygodniu życia ($60,5 \pm 16,77$ mg/dl) [$0,69 \pm 0,19$ mmol \times l⁻¹]* i 9. tygodniu życia ($51,5 \pm 14,09$ mg/dl) [$0,59 \pm 0,16$ mmol \times l⁻¹]* były wyższe niż otrzymany poziom triglicerydów wśród 8-tygodniowych samic polbarów w obecnej pracy. Natomiast zakres wyników 16 indyków był znacznie węższy niż polbarów w 12. czy 18. tygodniu życia [Koncicki i Krasnodębska-Depta 2005].

Na poziom triglicerydów w surowicy krwi wpływa także temperatura, w jakiej przebywają ptaki objęte badaniami. Zagadnieniem tym zajmowali się Krasnodębska-Depta i Koncicki [2002], którzy poddawali indyczki rzeźne działaniu temperatury 35°C przez określoną

liczbę godzin. Badacze stwierdzili, że u ptaków poddanych działaniu takiej temperatury przez 6, 26 i 50 godzin wystąpiło podwyższenie poziomu trójglicerydów w surowicy krwi. Ponadto stwierdzili oni, że stan taki spowodowany może być zaburzeniami w przemianach lipidowych prowadzących do hiperlipoproteinemii [Krasnodębska-Depta i Koncicki 2002].

Wyniki otrzymane przez Rapacza i in. [1996] sugerują, że poziom triglicerydów w surowicy krwi zależy nie tylko od wieku, ale i od rasy kur. Poddane badaniu ptaki były w 29. (9. tygodniu nieśności) oraz w 69. tygodniu życia (49. tygodniu nieśności). Do doświadczeń użyto surowicy pochodzącej z krwi kur mieszańców RS-32 znoszących jaja o brązowej skorupie i kur mieszańców LH-97, których skorupa jaj miała barwę białą. Dodatkowo każdą grupę podzielono na doświadczalną, której podawano zamiennik paszowy w postaci jęczmienia i pełnych nasion wiesiołka dziwnego. Najniższy poziom triglicerydów $309,4 \text{ mg}/100 \text{ ml} \pm 74,4$ wystąpił w surowicy 29-tygodniowych kur RS-32 z grupy doświadczalnej, natomiast najwyższy $2587,5 \text{ mg}/100 \text{ ml} \pm 982$ u kur RS-32 w grupie kontrolnej będących w 69. tygodniu życia [Rapacz i in. 1996].

Z kolei Lenartowicz [1998] badała zawartość triglicerydów w żółtkach jaj uzyskanych od kur pochodzących z kilku różnych stad rodzicielskich: astra S, astra W, messa 245 i rhode island red w 32. tygodniu życia. Uzyskane przez cytowaną autorkę wyniki były wyższe w porównaniu z wynikami w niniejszej pracy, czy będące przedmiotem pracy Koncickiego i Krasnodębskiej-Depty kury white leghorn czy też vedetty Krasnodębskiej-Depty i Koncickiego. Spośród badanych przez Lenartowicz ras, najmniejszą zawartość triglicerydów wynoszącą $217,73 \text{ mg}/\text{g}$ żółtka stwierdzono w jajach pochodzących od Messy 245, natomiast największą: $231,21 \text{ mg}/\text{g}$ żółtka cechowała jaja Astry S [Lenartowicz 1998].

Rasa kur polbar charakteryzowała się średnią zawartość triglicerydów wynoszącą $0,89 \text{ mmol} \times \text{l}^{-1}$. Wśród zwierząt towarzyszących człowiekowi zakres poziomów triglicerydów w surowicy wykazuje zarówno wartości wyższe, jak i niższe. Do zwierząt mających mniejszy zakres należą konie ($0,1\text{--}0,7 \text{ mmol} \times \text{l}^{-1}$), bydło, owce, kozy ($0,1\text{--}0,3 \text{ mmol} \times \text{l}^{-1}$), świnie ($0,5\text{--}1,1 \text{ mmol} \times \text{l}^{-1}$), psy ($0,2\text{--}1,3 \text{ mmol} \times \text{l}^{-1}$), świnki morskie ($0\text{--}1,6 \text{ mmol} \times \text{l}^{-1}$), koty ($0,2\text{--}1,8 \text{ mmol} \times \text{l}^{-1}$) i króliki ($1,4\text{--}1,8 \text{ mmol} \times \text{l}^{-1}$). Większy rozrzut poziomów występuje zaś wśród chomików syryjskich ($0,8\text{--}2,6 \text{ mmol} \times \text{l}^{-1}$) [Winnicka 2004].

PODSUMOWANIE

Średnie wartości cholesterolu całkowitego i HDL ulegały wahaniom wraz z wiekiem, natomiast stężenie LDL malało, a triglicerydów wzrastało wraz z wiekiem. Wyniki stężenia cholesterolu całkowitego, HDL, LDL i triglicerydów, uzyskane od skonsolidowanej genetycznie rasy kur polbar, mogą być wykorzystywane do porównań z innymi rasami drobiu.

PIŚMIENNICTWO

- Berg J.M., Tymoczko J.L., Stryjer L., 2005. Biochemia. PWN, Warszawa.
Cary SAS Institute, 2001. SAS User's Guide. Version 8.02. Editor. SPS Institute.

- Cywa-Benko K., Krawczyk J., Wężyk S., 2000. Poziom cholesterolu w jajach rodzimych ras kur. Zesz. Nauk. PTZ 49, 268–270.
- Friedewald W.T., Levy R.I., Fredrickson D.S., 1972. Estimation of the Concentration of Low-Density Lipoprotein Cholesterol in Plasma, Without Use of the Preparative Ultracentrifuge. Clin. Chem. 18 (6), 499–502.
- Friedrich M., 1992. Wpływ krótkotrwałego działania wysokiej i niskiej temperatury otoczenia na wybrane składniki biochemiczne krwi kurcząt. Roczn. Nauk. Zootech. 19, 15–21.
- Koncicki A., Krasnodębska-Depta A., 2005. Możliwości wykorzystania wyników badań hematologicznych i biochemicznych w diagnostyce chorób drobiu. Mag. Weter. (supl.) Drób 5, 20–22.
- Krasnodębska-Depta A., Koncicki A., 2000. Fizjologiczne wartości wybranych wskaźników biochemicznych w surowicy krwi kurcząt broilerów. Med. Weter. 56 (7), 456–460.
- Krasnodębska-Depta A., Koncicki A., 2002. Wpływ krótkotrwałego stresu cieplnego na wybrane wskaźniki biochemiczne krwi indyków. Med. Weter. 58 (3), 223–226.
- Lenartowicz A., 1998. Porównanie zawartości wybranych związków lipidowych w żółtkach jaj pochodzących od kur z różnych stad rodzicielskich. Zesz. Nauk. PTZ 36, 53–56.
- Peebles D.E., Cheaney J.D., Brake J.D., Boyle C.R., Latour M.A., 1997. Effects of Added Lard on Body Weight and Serum Glucose and Low Density Lipoprotein Cholesterol in Randombred Broiler Chickens. Poult. Sci. 76, 29–36.
- Polowczyk K., Rapacz J., Kapkowska E., Janik A., 1998. Wpływ żywienia jęczmieniem i wiesiołkiem na poziom TC w surowicy krwi i żółtku jaj kurzych oraz Tg i HDL-C w surowicy krwi. Zesz. Nauk. PTZ 36, 321–323.
- Rapacz J., Kapkowska E., Janik A., Niżańska-Story A., 1996. Kształtowanie się poziomów TC, TG i HDL w surowicy krwi dwóch rodów kur nieśnych w okresie nieśności. Zesz. Nauk. PTZ 24, 232–233.
- Simaraks S., Chinrasri O., Aengwanich S., 2004. Hematological, electrolyte and serum biochemical values of the Thai indigenous chickens (*Gallus domesticus*) in northeastern Thailand. Songklanakarin J. Sci. Technol. 26 (3), 425–430.
- Sturkie P.D., 1970. Avian physiology. PWRiL, Warszawa.
- Winnicka A., 2004. Wartości referencyjne podstawowych badań w weterynarii. Wydaw. SGGW, Warszawa.
- Wójcik A., 2003. Zależność między poziomem wybranych wskaźników krwi i żółtka jaja a jakością jaj u kur rasy zielononóżka kuropatwiana. Ann. UMCS, EE Zootech. 21, 1–6.
- Wójcik S., Podgórski W., Grela E., 1979. Wpływ żywienia i dodatku tyroksyny na zawartość niektórych składników tłuszczu wątrób kurcząt brojlerowych. Cz. 1. Zawartość fosfatydów i cholesterolu. Med. Weter. 35 (8), 462–464.

TOTAL CHOLESTEROL, IT'S FRACTIONS AND TRIGLYCERIDE LEVELS IN POLBAR BREED'S BLOOD PLASMA ACCORDING TO AGE AND SEX

Abstract. Total cholesterol content as well as HDL, LDL and triglyceride levels were determined in 8-, 12- and 18-week old polbar cocks and hens. The material for analysis was blood collected

from the basilic vein (*v. basilica*). In the blood serum determination of the total cholesterol content as well as HDL and triglyceride levels, whereas the LDL concentration level was calculated from an appropriate formula. The total cholesterol content and HDL levels in the polbar hen serum were both sex and age-dependent. Slightly higher values were determined for the cocks. LDL concentration in polbar hens decreased along with age, whereas triglyceride levels increased as the birds grew older. The males were characterized by higher concentration levels. The obtained concentration values for total cholesterol, HDL, LDL and triglycerides in the genetically consolidated polbar chickens can be employed for comparisons with other poultry breeds.

Key words: cholesterol, HDL-high density lipoproteins, hen, LDL-low density lipoproteins, polbar breed, triglycerides

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 9.11.2010