

¹ Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Zakład Hodowli Koni
al. Mickiewicza 24/28, 30-059 Kraków

² Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Katedra Biologicznych Podstaw Produkcji Zwierzęcej
ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin, e-mail: tomasz.prochniak@up.lublin.pl

³ Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Instytut Żywienia Zwierząt i Bromatologii
ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin

BOGUSŁAWA DŁUGOSZ¹, TOMASZ PRÓCHNIAK²,
ROMANA AUGUSTYN¹, MAGDALENA PIESZKA¹,
JAROSŁAW ŁUSZCZYŃSKI¹, MACIEJ BĄKOWSKI³

Zawartość wybranych lipidów w osoczu krwi ogierów

The level of selected lipids in blood plasma of stallions

Streszczenie. Celem pracy było określenie wpływu wybranych czynników na stężenie triacylogliceroili (TG), cholesterolu całkowitego (ChC), cholesterolu lipoprotein wysokiej gęstości (HDL-C), cholesterolu lipoprotein niskiej gęstości (LDL-C) i wolnych kwasów tłuszczowych (FFA) w osoczu krwi ogierów. Istotność wpływu czynników, takich jak rasa i wiek koni, na zawartość lipidów w osoczu krwi określono za pomocą wieloczynnikowej analizy wariancji. Istotność różnic między średnimi weryfikowano testem Tukeya przy $\alpha = 0,05$. Rasa badanych koni istotnie wpływała na zawartość wszystkich lipidów, przy czym ogiery ras predysponowanych do użytkowania wierzchowego (tzw. gorącokrwistych) charakteryzowały się wyższym stężeniem TG, ChC i LDL-C, a ogiery użytkowane zaprzęgowo (tzw. zimnokrwiste) miały wyraźnie wyższe stężenie FFA w osoczu krwi. Zaobserwowano, że wiek ogierów miał istotny wpływ na poziom TG, ChC, LDL-C. Średnia wartość stężenia wymienionych lipidów w osoczu krwi z reguły obniżała się wraz z wiekiem koni. Nie stwierdzono istotnej zależności pomiędzy wiekiem badanych koni a stężeniem HDL-C i FFA w osoczu ich krwi.

Słowa kluczowe: lipidy, osocze krwi, konie

WSTĘP

Współczesna hodowla koni opiera się głównie na odpowiednim doborze materiału genetycznego. Postęp hodowlany w zakresie cech użytkowych i pokroju byłby niemożliwy bez intensywnej selekcji, czyli wyboru najlepszych rodziców kolejnego pokolenia [Gibała 2011].

Kierunki hodowli i chowu koni należy profilować zgodnie z zapotrzebowaniem rynku na określony typ zwierząt i możliwości ich użytkowania. Wychodowanie konia o wysokich predyspozycjach sportowych czy roboczych wymaga, oprócz właściwej pracy

hodowlanej, stworzenia jak najlepszych warunków środowiskowych związanych z odpowiednim żywieniem i szeroko rozumianym dobrostanem. Stwierdzono przydatność okresowego monitorowania poziomu wskaźników i stężeń różnych składników we krwi koni hodowlanych [Kulisa i in. 2008]. Takimi wskaźnikami w ocenie adaptacji zwierząt do określonych warunków fizjologicznych i środowiskowych mogą być lipidy [Długosz i in. 2015].

Dostępna literatura zawiera niewiele informacji na temat poziomu wybranych lipidów w osoczu krwi koni i wpływu czynników, takich jak rasa i wiek zwierząt, na poziom tej cechy [Pikuła i in. 1999a, 1999b]. Opracowania Malinowskiej [1997] i Winnickiej [1997] podają jedynie wartości referencyjne omawianych wskaźników. Większa część publikacji dotyczy badanych składników jedynie w aspekcie nowych dodatków żywieniowych i konkretnych diet [Kuleta i in. 1999a, 1999b, 1999c, Tomczyński i in. 1999a, 1999b, 1999c, Sloet van Oldruitenborgh-Oosterbaan i in. 2002, Zeyner i in. 2002].

Celem badań było określenie wpływu czynników, takich jak rasa i wiek koni na poziom triacylogliceroli (TG), cholesterolu całkowitego (ChC), cholesterolu lipoprotein wysokiej gęstości (HDL-C), cholesterolu lipoprotein niskiej gęstości (LDL-C) i wolnych kwasów tłuszczowych (FFA) w osoczu krwi.

MATERIAŁ I METODY

Materiał badań stanowiła krew 715 koni utrzymywanych w stadach ogierów. Zostały one podzielone na 6 grup rasowych (m – małopolska, wlkp – wielkopolska, pksk – polski koń szlachetny półkrwi, śl – śląska, z – zimnokrwista, hc – huculska) oraz 5 grup wiekowych (I – 2–5 lat, II – 6–9 lat, III – 10–13 lat, IV – 14–18 lat i V – 18 lat i starsze). Badania prowadzone były w październiku i listopadzie, kiedy wszystkie ogiery były poza sezonem kopolacyjnym. W okresie badań konie utrzymywane były w indywidualnych boksach i żywione według przyjętych norm, bez dodatków tłuszczowych.

Pobieranie materiału odbywało się jednorazowo, w godzinach 7.00–9.00, przed pierwszym karmieniem. Krew do badań pobrano z żyły jarzmowej, do próbek z antykoagulantem – heparyną. Po odwirowaniu uzyskane osocze rozdzielano na próbki do oznaczania: triacylogliceroli (TG), cholesterolu całkowitego (ChC), cholesterolu lipoprotein wysokiej gęstości (HDL-C), cholesterolu lipoprotein niskiej gęstości (LDL-C) oraz wolnych kwasów tłuszczowych (FFA). Oznaczenie lipidów wykonano metodą enzymatyczną za pomocą odpowiedniego zestawu diagnostycznego [Liquick Cor-TG, Liquick-CHOL, Cormay HDL – „Cormay” Lublin], natomiast oznaczenie FFA – metodą kolorymetryczną [Duncome 1964, za: Kokot 1969]. W celu porównania wyników badań przedmiotowych z badaniami cytowanych autorów, ujednolicono wszystkie wyniki do jednostek zastosowanych w metodyce niniejszej pracy (mg/dl).

Uzyskane wyniki analizowano za pomocą pakietu statystycznego SAS 9.4 [version 9.4 by SAS Institute Inc Cary, NC]. Zastosowano wieloczynnikową analizę wariancji, która uwzględniała stały wpływ rasy, grupy wiekowej, miejsca stacjonowania oraz regresję na wysokość w kłębie (tab. 1). W szczegółowej analizie uwzględniono przynależność rasową i wiek badanych koni, ponieważ czynniki te istotnie różnicowały poziom większości badanych cech. Istotność różnic między średnimi w obrębie tych czynników weryfikowano testem Tukeya przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

Tabela 1. Istotność wpływu czynników (rasa, wiek, miejsce, wysokość w kłębie) na poziom stężenia lipidów w osoczu krwi ogierów

Table 1. The significance of the impact factors (breed, age, location, height at the withers) on the level of lipids in the blood plasma of stallions

Lipidy/ Lipids		Rasa Breed		Wiek Age		Miejsce Location		Wysokość w kłębie Height at the withers	
		F	Pr. > F	F	Pr. > F	F	Pr. > F	F	Pr. > F
TG	mg/dl	5,2	<,0001	2,74	<,0001	8,01	0,81	0,07	0,80
ChC	mg/dl	3,4	<,0001	2,66	0,03	2,78	0,03	0,44	0,02
HDL-C	mg/dl	1,9	0,04	2,46	0,33	15,86	0,06	0,38	0,54
LDL-C	mg/dl	1,3	<,0001	1,15	<,0001	11,01	0,33	0,12	0,06
FFA	mmol/l	0,7	0,03	0,63	0,64	13,92	0,64	2,41	<,0001

WYNIKI

Średnia zawartość triacylogliceroli (TG) w osoczu krwi badanych ogierów wyniosła 21,47 mg/dl (tab. 2). Stosunkowo wyższe stężenie TG w osoczu krwi odnotowano w przypadku ogierów szlachejnych w porównaniu ze stężeniem u ogierów zimnokrwistych (tab. 3). Statystycznie istotne różnice odnotowano pomiędzy końmi ras polski koń szlachejny półkrwi a śląską i typem zimnokrwistym. Najwyższe wartości TG uzyskały ogiery o predyspozycjach do użytkowania wierzchowego: pksk – 23,44 mg/dl, wkp – 23,00 mg/dl, m – 21,46 mg/dl, natomiast najniższe – konie zimnokrwiste w typie użytkowym pociągowym – 19,13 mg/dl i konie śląskie – 19,29 mg/dl. Konie huculskie zaliczane do ras prymitywnych miały pośredni w stosunku do koni pozostałych ras poziom TG (20,28 mg/dl).

W badanych próbach średnia zawartość cholesterolu całkowitego (ChC) wyniosła 85,35 mg/dl (tab. 2). Stwierdzono większą zawartość ChC u ogierów ras szlachejnych niż koni zimnokrwistych, przy czym istotne różnice w zakresie tej cechy odnotowano tylko pomiędzy końmi rasy pksk (87,62 mg/dl) i zimnokrwistymi (81,41 mg/dl). Ogiery rasy śląskiej podobnie jak reproduktory huculskie miały pośrednie wartości omawianego lipidu (odpowiednio 84,06 i 83,56 mg/dl).

Analizy wykazały, że średnie stężenie cholesterolu lipoprotein wysokiej gęstości (HDL-C) w osoczu krwi ogierów wyniosło 54,25 mg/dl (tab. 2). Statystycznie największą zawartość HDL-C oznaczono u ogierów rasy huculskiej (56,18 mg/dl), a najniższą u śląskich (51,77 mg/dl) i były to jedyne istotne statystycznie różnice w obrębie omawianego wskaźnika (tab. 3).

Średnia zawartość cholesterolu lipoprotein niskiej gęstości (LDL-C) w badanym materiale wyniosła 26,81 mg/dl (tab. 2). Najwyższe stężenie LDL-C znaleziono w osoczu ogierów śląskich (28,43 mg/dl), a najniższe w osoczu ogierów zimnokrwistych (22,90 mg/dl). Statystycznie istotne okazały się różnice pomiędzy końmi ras polski koń szlachejny półkrwi, wielkopolskiej i śląskiej a końmi zimnokrwistymi i huculskimi. Zaobserwowano, że u koni huculskich i zimnokrwistych stężenie LDL-C w osoczu było wyraźnie mniejsze w stosunku do koni pozostałych ras i wynosiło odpowiednio: 22,90 i 23,32 mg/dl (tab. 3)

W osoczu krwi badanych ogierów średnia zawartość wolnych kwasów tłuszczowych (FFA) wynosiła 0,14 mmol/l (tab. 2). Najwyższe stężenie FFA odnotowano we krwi ogierów zimnokrwistych (0,17 mmol/l), a najniższe u śląskich (0,11 mmol/l) i huculskich (0,11 mmol/l). Również w tym przypadku rasa ogierów istotnie różnicowała poziom FFA w osoczu krwi. Stwierdzono statystycznie wyższe stężenie omawianego lipidu w osoczu krwi koni zimnokrwistych w stosunku do koni rasy małopolskiej, huculskiej i śląskiej. Zaznaczyć należy, że parametr ten cechowała największa zmienność na poziomie około 73% (tab. 2).

Tabela 2. Statystyczna charakterystyka badanych cech (stężenie lipidów w osoczu krwi ogierów)
Table 2. Statistical characteristics of the studied traits (lipid levels in the blood plasma of stallions)

Lipidy/ Lipids		N	\bar{x}	SD	SE	V	Min	Max
TG	mg/dl	715	21,47	7,92	0,30	36,87	3,00	59,48
ChC	mg/dl	715	85,35	11,62	0,43	13,61	55,24	131,16
HDL-C	mg/dl	715	54,25	7,52	0,28	13,86	34,36	91,02
LDL-C	mg/dl	715	26,81	9,08	0,34	33,88	10,10	62,99
FFA	mmol/l	715	0,14	0,10	0,00	73,45	0,03	1,57

Tabela 3. Wpływ przynależności rasowej na stężenie lipidów w osoczu krwi ogierów
Table 3. The influence of race on the concentration of lipids in the blood plasma of stallions

Rasa/ Breed	TG mg/dl		ChC mg/dl		HDL-C mg/dl		LDL-C mg/dl		FFA mmol/l	
	\bar{x}	SE	\bar{x}	SE	\bar{x}	SE	\bar{x}	SE	\bar{x}	SE
Polski koń szlachetny półkrwi Polish warmblood	23,44 ^a	7,70	87,62 ^a	11,63	54,53 ^{ab}	7,20	28,40 ^a	8,50	0,13 ^{ab}	0,10
Wielkopolska Wielkopolska breed	23,00 ^{ab}	1,00	86,96 ^{ab}	1,51	54,03 ^{ab}	0,93	28,33 ^a	1,10	0,14 ^{ab}	0,01
Małopolska Małopolska breed	21,46 ^{ab}	1,42	86,15 ^{ab}	2,15	54,89 ^{ab}	1,33	26,97 ^{ab}	1,57	0,12 ^b	0,02
Huculka Huculka breed	20,29 ^{ab}	0,84	83,56 ^{ab}	1,26	56,18 ^a	0,78	23,32 ^b	0,92	0,11 ^b	0,01
Śląska Silesian breed	19,29 ^b	0,85	84,06 ^{ab}	1,29	51,77 ^b	0,80	28,43 ^a	0,94	0,11 ^b	0,01
Zimnokrwista Cold-blooded	19,13 ^b	1,14	81,41 ^b	1,73	54,69 ^{ab}	1,07	22,90 ^b	1,26	0,17 ^a	0,02

a, b – średnie oznaczone różnymi literami różnią się istotnie w kolumnach przy $\alpha = 0,05$ / values in the rows with different letters differ significantly in columns at $\alpha = 0.05$

Największe stężenie TG wykazano w osoczu krwi ogierów najmłodszych (2–5-letnich) – 23,31 mg/dl, a najmniejsze u najstarszych (18 letnich i starszych) – 17,90 mg/dl (tab. 4). Mimo że zaobserwowano wyraźną tendencję zmniejszania się poziomu TG wraz z wiekiem ogierów, statystycznie istotne różnice między średnim stężeniem tego lipidu w osoczu krwi dotyczyły tylko ogierów najmłodszych i najstarszych.

Analogicznie największą zawartość ChC oznaczono w osoczu krwi ogierów najmłodszych (88,66 mg/dl), najmniejszą u koni najstarszych (79,67 mg/dl) (tab. 4). Podobnie jak w przypadku TG stężenie ChC w osoczu krwi ogierów zmniejszało się wraz z wiekiem.

Również istotne statystycznie różnice w zakresie poziomu LDL-C w osoczu krwi dotyczyły rozplodników najmłodszych (29,16 mg/dl) i najstarszych (22,28 mg/dl) (tab. 4).

Mimo że stosunkowo wyższy poziom HDL-C zanotowano w osoczu krwi ogierów z I i II grupy wiekowej (odpowiednio 54,84 i 54,38 mg/dl), nie otrzymano istotnych różnic dla omawianego wskaźnika. Wiek ogierów nie ograniczał również istotnie poziomu FFA w osoczu krwi ogierów, mimo że odnotowano największą wartość tego wskaźnika (0,16 mmol/l) w grupie koni najstarszych.

Tabela 4. Wpływ wieku badanych koni na stężenie lipidów w osoczu krwi
Table 4. The influence of age of the horses on the concentration of lipids in the blood plasma

Wiek Age	TG mg/dl		ChC mg/dl		HDL-C mg/dl		LDL-C mg/dl		FFA mmol/l	
	\bar{x}	SE	\bar{x}	SE	\bar{x}	SE	\bar{x}	SE	\bar{x}	SE
2–5 lat 2–5 years	23,31 ^a	1,45	88,66 ^a	2,19	54,84 ^a	1,36	29,16 ^a	1,60	0,13 ^a	0,02
6–9 lat 6–9 years	20,76 ^{ab}	1,36	84,26 ^{ab}	2,05	54,38 ^a	1,27	25,73 ^{ab}	1,50	0,14 ^a	0,02
10–13 lat 10–13 years	20,77 ^{ab}	1,43	84,23 ^{ab}	2,16	53,67 ^a	1,34	26,41 ^{ab}	1,58	0,14 ^a	0,02
14–17 lat 14–17 years	21,10 ^{ab}	1,52	83,92 ^{ab}	2,29	53,78 ^a	1,42	25,93 ^{ab}	1,68	0,13 ^a	0,02
18–22 lata 18–22 years	17,90 ^b	2,76	79,67 ^b	4,17	53,81 ^a	2,58	22,28 ^b	3,05	0,16 ^a	0,04

a, b – średnie oznaczone różnymi literami różnią się istotnie w kolumnach przy $\alpha = 0,05$ / values in the rows with different letters differ significantly in columns at $\alpha = 0.05$

Tabela 5. Stosunek ChC/HDL-C w osoczu krwi ogierów z uwzględnieniem grupy rasowej
Table 5. The ratio of TC/HDL-C in the blood plasma taking into account breed of stallions

Rasa/ Breed	ChC (mg/dl) / HDL-C (mg/dl)	
	\bar{x}	SE
Polski koń szlachetny półkrwi Polish warmblood	1,62 ^a	0,01
Wielkopolska Wielkopolska breed	1,62 ^a	0,02
Małopolska Małopolska breed	1,58 ^{ab}	0,02
Huculska Huculska breed	1,49 ^b	0,05
Śląska Silesian breed	1,63 ^a	0,02
Zimnokrwista Cold-blooded	1,50 ^b	0,01

a, b – średnie oznaczone różnymi literami różnią się istotnie w kolumnach przy $\alpha = 0,05$ / values in the rows with different letters differ significantly in columns at $\alpha = 0.05$

Tabela 6. Stosunek ChC/HDL-C w osoczu krwi ogierów z uwzględnieniem grupy wiekowej
 Table 6. The ratio of TC/HDL-C in the blood plasma stallions taking into account the age group

Wiek/ Age	ChC (mg/dl) / HDL-C (mg/dl)	
	\bar{x}	SE
2–5 lat 2–5 years	1,63 ^a	0,01
6–9 lat 6–9 years	1,56 ^{ab}	0,01
10–13 lat 10–13 years	1,58 ^{ab}	0,02
14–17 lat 14–17 years	1,57 ^{ab}	0,02
18–22 lata 18–22 years	1,50 ^b	0,04

a, b – średnie oznaczone różnymi literami różnią się istotnie w kolumnach przy $\alpha = 0,05$ / values in the rows with different letters differ significantly in columns at $\alpha = 0.05$

Wyliczono także stosunek ChC do HDL-C dla średniej wartości badanych lipidów. Najniższy wskaźnik uzyskano dla ogierów rasy zimnokrwistej i huculskiej (1,49), a najwyższy dla ogierów śląskich (1,63) (tab. 5). Stwierdzono również najniższy stosunek ChC do HDL-C (1,50) w V grupie wiekowej, do której należały konie najstarsze (tab. 6). Wartość obliczonego stosunku, jak pisze Szostak i Cybulska [1985], może świadczyć o predyspozycji organizmu do miażdżycy.

DYSKUSJA

Prawidłowy zakres badanych parametrów zależy od gatunku, rasy, wieku, płci oraz od czynników środowiskowych, takich jak pora roku i żywienie [Cywińska i Górecka 2005]. Stężenie TG we krwi koni, jak podaje Winnicka [1997] oraz Cywińska i Górecka [2005], powinno mieścić się w granicach 8,86–62,02 mg/dl. Nieco mniejszy zakres (6,0–44,0 mg/dl) przytacza Bauer [1990]. U badanych ogierów średnia zawartość TG wynosiła 21,47 mg/dl. Na wartość tego wskaźnika istotny wpływ miała rasa ogierów. Najwyższe stężenie TG wykazały ogiery rasy polski koń szlachetny półkrwi, a najniższe reproduktory zimnokrwiste (tab. 3). W badaniach Kędzierskiego i Podolak [2001, 2002] oraz Podolak i in. [2004] stężenie TG u koni arabskich wynosiło 19,48–32,76 mg/dl, natomiast Dierenfeld i in. [1997] podają, że stężenie TG we krwi koni Przewalskiego wyniosło 46,0 mg/dl.

Stężenie ChC we krwi koni według norm podanych przez Winnicką [1997] oraz Cywińską i Górecką [2005] mieści się w zakresie 50,3–108,4 mg/dl, a przez Bauera [1990] 58,0–109,0 mg/dl. Wykazana w badaniach przedmiotowych zawartość ChC we krwi ogierów wynosiła średnio 85,35 mg/dl i mieściła się w cytowanych wyżej zakresach. Największe stężenie omawianego lipidu stwierdzono u ogierów rasy polski koń szlachetny półkrwi, a najmniejsze u zimnokrwistych. Jak podaje Pikuła i in. [1999b], w obserwacjach przeprowadzonych na ogierach zauważono także istotną różnicę dotyczącą obecności ChC we krwi u rasy wielkopolskiej (98,56 mg/dl) i polski koń szlachet-

ny półkrwi (94,81 mg/dl). W innych badaniach tych autorów [Pikuła i in. 1999a] średnie stężenie we krwi ChC u poszczególnych ras było wyższe niż uzyskane w badaniach własnych, co może świadczyć, że badane były tylko osobniki młode, u których zawartość ChC jest większa niż u starszych, co wykazano w niniejszej pracy. Według Pinna i in. [1998] zawartość ChC u koni arabskich i angloarabskich wynosiła 54,95–144,35 mg/dl. W opracowaniu Kędzierskiego i Podolak [2001] wykazano, że średni poziom ChC u koni arabskich wynosi od 81,27 do 89,79 mg/dl, co pokrywa się z uzyskanymi w badaniach przedmiotowych wynikami. Dierenfeld i in. [1997] obliczyli, że stężenie ChC we krwi dorosłych koni Przewalskiego wynosiło średnio 98,0 mg/dl, czyli więcej niż w przypadku badanych w tej pracy ogierów.

Zawartość HDL-C u badanych koni wynosiła średnio 54,25 mg/dl. Średnią zawartość HDL-C można porównać z wynikami podanymi przez Kędzierskiego i Podolak [2001] dla koni arabskich, które mieściły się w granicach 53,01–63,08 mg/dl. Wartości te są zgodne z otrzymanymi w badaniach własnych. Stężenie HDL-C we krwi w przypadku wszystkich obserwowanych ras było wyrównane. Nieco wyższe stężenie tego lipidu we krwi stwierdzono u ogierów huculskich. Hollanders i in. [1986], Watson i in. [1993], Vitic i Stevanovic [1993] piszą, że HDL-C jest u koni głównym nośnikiem cholesterolu we krwi i stanowi 60% masy lipoprotein, co jest zgodne z otrzymanymi w badaniach własnych wartościami. Średnie stężenie LDL-C w osoczu krwi badanych koni miało wartość 26,81 mg/dl (najmniejsze znaleziono u ogierów zimnokrwistych – 22,90 mg/dl, a największe u śląskich – 28,43 mg/dl i pksp – 28,40 mg/dl). Frakcja ta w przeciwieństwie do HDL-C była uzależniona od tego, do jakiej rasy należały zwierzęta. Istotne różnice obliczono pomiędzy ogierami zimnokrwistymi a małopolskimi, wielkopolskimi, polskimi końmi szlachetnymi półkrwi i śląskimi. Kędzierski i Podolak [2001] zauważyli, że średnie stężenie LDL-C zmierzone u koni arabskich wyniosło 23,22 mg/dl. Badania Hollanders i in. [1986] wykazały, że poziom LDL-C u koni jest stosunkowo niski, podobnie jak u królików.

Kwasy tłuszczowe w postaci wolnej występują w ustroju ssaków w bardzo małych ilościach. W przedmiotowych badaniach średnia zawartość FFA u ogierów wyniosła 0,14 mmol/l. Zdecydowanie najwyższą zawartość FFA wykazano u ogierów zimnokrwistych (0,17 mmol/l), a najniższą u śląskich (0,11 mmol/l) i huculskich. U ludzi podczas normalnego odżywiania zawartość FFA w osoczu krwi jest niewielka i wynosi ok. 0,5 mmol/l w okresie wchłaniania spożytego pokarmu i nieco wzrasta w okresie między posiłkami. W sytuacjach pełnego głodzenia zawartość FFA w osoczu krwi znacznie wzrasta [Mayes 1983]. FFA bardzo szybko usuwane są z krwi. Jak podaje Mayes [1983], w czasie głodu FFA dostarczają ustrojowi ok. 25–30% zapotrzebowania energetycznego. Ziemiański i Budzyńska-Topolowska [1991] przyjmują, że krótki okres półtrwania kwasów tłuszczowych w osoczu krwi może oznaczać, że FFA w osoczu krwi nie jest miarodajnym wskaźnikiem gospodarki lipidowej ustroju.

Wśród analizowanych wskaźników wybranych lipidów wiek miał istotny wpływ na poziom ChC i LDL-C i TG. Stężenie HDL-C oraz FFA nie zależało od wieku ogierów.

Najwyższe stężenie TG wykazano we krwi ogierów najmłodszych, a najniższe u ogierów 18-letnich i starszych. Również najwyższe stężenie ChC dotyczyło koni najmłodszych, zaś konie najstarsze miały istotnie niższą zawartość tego wskaźnika. Podobna zależność dotyczyła stężenia LDL-C. Tendencję, zgodnie z którą stężenie ChC jest większe u młodych osobników, potwierdzają też badania Dierenfeld i in. [1997], według

których źrebięta konia Przewalskiego miały większą zawartość cholesterolu niż konie dorosłe, a poziom TG w próbkach krwi źrebiąt i dorosłych osobników nie różnił się. W porównaniu dokonany przez Rogersa i in. [1984] zauważono, że źrebięta miały istotnie większą zawartość cholesterolu niż klacze. Obserwacje Rose'a i in. [1979] nad zmianami biochemicznymi w surowicy krwi źrebiąt pełnej krwi angielskiej podczas pierwszych 4 tygodni życia wykazały istotny wzrost poziomu TG w porównaniu do pierwszych 12 godzin po urodzeniu. Korespondują z tymi wynikami badania Kulisy i in. [2005] wykonane także na źrebiętach pełnej krwi angielskiej w czasie pierwszych 16 miesięcy ich życia. Zaobserwowano w nich, że wszystkie wskaźniki (TG, ChC, HDL-C) w pierwszym miesiącu życia były najwyższe, następnie ulegały wahaniom, by w miesiącach 14–16 obniżyć się i ustalić na w miarę równym poziomie (TG 21,67–41,37 mg/dl, ChC 102,12–108,44 mg/dl, HDL-C 8,61–10,58 mg/dl). Opisana tutaj znacznie podwyższona zawartość TG i ChC w pierwszych 2 tygodniach życia może być spowodowana wzmożonym zapotrzebowaniem na cholesterol przez dojrzewającą wątrobę. W miarę jak wątroba dojrzewa, zwiększają się procesy łączenia TG w lipoproteiny, co skutkuje ich zwiększoną ilością w osoczu. W następnych miesiącach, gdy zapotrzebowanie spada, zmniejszają się również wartości parametrów krwi [Bauer 1990]. Bauer [1990] stwierdził niską zawartość TG w ciągu pierwszego dnia życia źrebiąt, w granicach 30–193 mg/dl, i wzrastającą do 63–342 mg/dl już w 3. dniu. Pod koniec pierwszego miesiąca poziom tego parametru nadal był dość wysoki 45–55 mg/dl i stopniowo spadał w ciągu następnych 11 miesięcy. W badaniach Bugalia i in. [1996] także zauważono wzrost TG i ChC w surowicy źrebiąt w 2. i 3. miesiącu życia. Przy okazji prac nad zastosowaniem nowych pasz w żywieniu źrebiąt Kuleta i in. [1999c] także stwierdzili, że z biegiem czasu (pobranie krwi następowało w wieku 2 tygodni oraz 2, 4 i 6 miesięcy) poziom ChC we krwi miał tendencje malejące. W publikacji Podolak i in. [2004] przeprowadzonych na 3-letnich klaczach arabskich średnia zawartość TG w osoczu krwi przed rozpoczęciem wysiłku wyniosła 32,76 mg/dl. Była ona większa niż obliczono w badaniach własnych dla ogierów w przedziale wiekowym 2–3 lat. Podana w innym opracowaniu [Kędzierski i Podolak 2002] średnia zawartość TG dla młodych 3-letnich koni arabskich mierzona w spoczynku to 27,45 mg/dl i jest bardziej zbliżona do wyniku otrzymanego w badaniach własnych dla młodych (2–3 letnich) ogierów (23,23 mg/dl).

Stężenie TG w surowicy krwi człowieka zależy od wieku. Obserwacje przeprowadzone przez Ziemiańskiego i Budzyńską-Topolowską [1991] wykazały, że zawartość TG u młodych ludzi jest większa niż u starszych. Uzyskane wyniki dotyczące tendencji obniżenia się poziomu ChC u koni wraz z wiekiem są podobne do wyników badań przeprowadzonych na ludziach [Mead i in. 1986, Michajlik i Bartnikowska 1999, Szostak i Cybulska 1985], w których zauważono, że wbrew ogólnie przyjętym poglądom w późnej starości zawartość cholesterolu w osoczu krwi zmniejsza się.

Z dostępnej literatury można wnioskować, że płeć nie ma wpływu na stężenie omawianych lipidów. Potwierdzają to wyniki badań Kulisy i in. [2005], w których porównywano źrebięta pełnej krwi angielskiej oraz Kędzierskiego i Podolak [2002], gdzie między młodymi ogierami i klaczami nie znaleziono istotnych różnic. Poziom cholesterolu w organizmie w dużym stopniu determinowany jest genetycznie, a warunki środowiskowe (w tym żywienie) mogą mieć wpływ na jego wysokość, lecz nie w sposób decydujący [Brzóska 2002].

Wpływ żywienia na zawartość wybranych lipidów nie był analizowany w niniejszej pracy. Pomimo że badania naukowe dowiodły, iż tłuszcz jest korzystnym źródłem energii w żywieniu koni, bowiem dieta z dodatkiem tłuszczu powoduje lepszą przemianę i mobilizację rezerw z tkanki tłuszczowej w czasie wysiłku [Wolter 1984, Darul 2006], to jednak w państwowych jednostkach hodowlanych konie nadal żywione są w sposób tradycyjny. Doświadczenie przeprowadzane było w okresie poza sezonem kopulacyjnym, dawki pokarmowe miały więc zdecydowanie mniej energii niż dawki, które są stosowane w sezonie kopulacyjnym.

WNIOSKI

Stwierdzono, że rasa badanych koni miała istotny statystycznie wpływ na poziom wszystkich lipidów, przy czym ogiery ras predysponowanych do użytkowania wierzchowego (tzw. gorącokrwistych) charakteryzowały się większą zawartością TG, ChC i LDL-C, a ogiery użytkowane zaprzęgowo (tzw. zimnokrwiste) miały wyraźnie większą zawartość FFA w osoczu krwi.

Zaobserwowano, że wiek ogierów miał istotny statystycznie wpływ na poziom TG, ChC, LDL-C. Średnia wartość stężenia wymienionych lipidów w osoczu krwi z reguły zmniejszała się wraz z wiekiem koni. Nie stwierdzono istotnej zależności pomiędzy wiekiem badanych koni a stężeniem HDL-C i FFA w osoczu ich krwi.

PIŚMIENNICTWO

- Bauer J.E., 1990. Normal blood chemistry. W: A.M. Koterba, W.H. Drummond, P.C. Kosch, (red.), *Equine Clinical Neonatology*, Lea and Febiger Philadelphia, London, 608, 610.
- Brzóška F., 2002. Modyfikowanie składu mleka krów dla zwiększenia jego walorów dietetycznych. *Więś Jutra* 4 (45), 23–26.
- Bugalia N.S., Devender-Kumar D., 1996. Levels of biochemical, mineral and enzyme constituents in blood of male foals (*Equus caballus*). *Indian Vet. J.* 73 (6), 633–636.
- Cywińska A., Górecka R., 2005. Krew – cenna wskazówka. *Świat Koni* 7 (15), 12–16.
- Darul K., 2006. Fizjologiczne podstawy żywienia koni sportowych. *Świat Koni* 1 (21), 51–54.
- Dierenfeld E.S., Hoppe P.P., Woodford M.H., Krilov N.P., Klimov V.V., Yasinetskaya N.I., 1997. Plasma alpha-tocopherol, beta-carotene and lipid levels in semi-free-ranging Przewalski horses (*Equus przewalskii*). *J. Zoo. Wildl. Med.* 28 (2), 144–147.
- Długosz B., Pieszka M., Łuszczynski J., Augustyn R., 2015. Porównanie poziomu lipidów w osoczu krwi ogierów trenowanych i nie trenowanych. *Wiad. Zootech.* 53 (1), 3–9.
- Duncome W.G., 1964. The colorimetric micro-determination of non-esterified fatty acids in plasma. *Clin. Chim. Acta* 9, 122.
- Gibała M., 2011. Ogiery w hodowli koni rasy małopolskiej. *Wiad. Zootech.* 49 (1), 85–87.
- Hollanders B., Mougín A.N., Diaye F., Hentz E., Aude X., Girard A., 1986. Comparison of the lipoprotein profiles obtained from rat, bovine, horse, dog, rabbit and pig serum by a new two-step ultracentrifugal gradient procedure. *Comp. Biochem. Physiol. B* 84 (1), 83–89.
- Kędzierski W., Podolak M., 2001. Zmiany metaboliczne u koni w procesie ujeżdżania. *Med. Wet.* 57 (3), 207–209.

- Kędzierski W., Podolak M., 2002. Wpływ treningu koni rasy arabskiej na poziom parametrów biochemicznych związanych z gospodarką węglowodanowo-lipidową. *Med. Wet.* 58 (10), 788–791.
- Kokot F., 1969. Metody badań laboratoryjnych stosowanych w klinice. PZWL, Warszawa, s. 389.
- Kuleta Z., Tomczyński R., Stopyra A., Pomianowski A., Sobiech P., 1999a. Wartości wskaźników klinicznych i laboratoryjnych ogierów żywionych mieszanką „Derby” w okresie intensywnego treningu. *International Symposium: Current directions in breeding and utilisation of horses in Europe.* Kraków, 402–406.
- Kuleta Z., Tomczyński R., Stopyra A., Pomianowski A., Sobiech P., 1999b. Wartości wskaźników klinicznych i laboratoryjnych klaczy elitarnych żywionych paszą doświadczalną. *International Symposium: Current directions in breeding and utilisation of horses in Europe.* Kraków, 407–411.
- Kuleta Z., Tomczyński R., Stopyra A., Pomianowski A., Sobiech P., 1999c. Wartości wskaźników klinicznych i laboratoryjnych źrebiąt żywionych paszą doświadczalną. *International Symposium: Current directions in breeding and utilisation of horses in Europe.* Kraków, 412–416.
- Kulisa M., Długosz B., Korczyńska-Latko M., 2008. Poziom wybranych lipidów w surowicy źrebiąt pełnej krwi angielskiej w okresie wzrostu. *Rocz. Nauk. PTZ* 4 (1), 33–40.
- Kulisa M., Długosz B., Łuszczynski J., Pieszka M., Sicińska R., 2005. Cholesterol level in serum of Thoroughbred foals bred in two different studs. *Biotechnol. Anim. Husb.* 21(5–6), 77–80.
- Malinowska A., 1997. *Biochemia zwierząt.* Wyd. SGGW, Warszawa.
- Mayes P.A., 1983. *Metabolizm lipidów.* W: H.A. Harper, V.W. Rodewll, P.A. Mayes, *Zarys chemii fizjologicznej.* PZWL, Warszawa.
- Mead J.F., Alfin-Slater R.B., Howton D.R., Popjak G., 1986. *Lipid chemistry, biochemistry and nutrition.* Plenum Press, New York–London.
- Michajlik A., Bartnikowska M., 1999. *Lipidy i lipoproteiny osocza.* PZWL, Warszawa.
- Pikuła R., Janus K., Gronet D., Smugała M., Cieśla A., Grzesiak W., 1999a. Porównanie wybranych wskaźników biochemicznych krwi u koni z SK Racot, Nowielice i Bielin. Cz. I. Wpływ rasy i stadniny na wielkość stężenia białka całkowitego, albumin, mocznika, glukozy i cholesterolu we krwi koni. *International Symposium: Current directions in breeding and utilisation of horses in Europe.* Kraków, 367–370.
- Pikuła R., Janus K., Gronet D., Smugała M., Cieśla A., Grzesiak W., 1999b. Określenie wybranych wskaźników biochemicznych krwi u ogierów z Zakładów Treningowych. Cz. I. Wpływ rasy i zakładu treningowego na wielkość stężenia białka całkowitego, albumin, mocznika, glukozy i cholesterolu we krwi ogierów. *International Symposium: Current directions in breeding and utilisation of horses in Europe.* Kraków, 377–380.
- Pinna W., Moniello G., Serra G.B., Mura A., 1998. Metabolic profile of horses during regularity endurance rides: a field study. *Book of Abstracts of the 49th Annual meeting of the European Association for Animal Production, Warsaw, Poland, 24–27 August 1998.*
- Podolak M., Kędzierski W., Janczarek I., 2004. Wpływ intensywnego treningu na poziom wybranych parametrów biochemicznych krwi i liczbę tętna u koni rasy arabskiej. *Med. Wet.* 60 (4), 403–406.
- Rogers P.A., Fahey G.C. Jr., Albert W.W., 1984. Blood metabolite profiles of broodmares and foals. *Equine Vet. J.* 16 (3), 192–196.
- Rose R.J., Backhouse W., Chan W., 1979. Plasma biochemistry changes in Thoroughbred foals during the first 4 weeks of life. *J. Reprod. Fertil. Suppl.* 27, 601–605.
- Sloet van Oldruitenborgh-Oosterbaan M.M., Annee M.P., Verdegaal E.J., Lemmens A.G., Beyen A.C., 2002. Exercise- and metabolism-associated blood variables in Standardbreds fed either a low- or a high-diet. *Equine Vet. J.* (34), 29–32
- Szostak W., Cybulska B., 1985. *Metaboliczne choroby cywilizacyjne.* Centrum Medyczne Kształcenia Podyplomowego, Warszawa, 1–221.

- Tomczyński R., Kuleta Z., Minakowski D., 1999a. Badanie przydatności mieszanek doświadczalnych z udziałem Extramixu w żywieniu klaczy elitarnych. International Symposium: Current directions in breeding and utilisation of horses in Europe. Kraków, 248–253.
- Tomczyński R., Minakowski D., Pietkiewicz E., 1999b. Wykorzystanie nasion bobiku w żywieniu rosnących koni. International Symposium: Current directions in breeding and utilisation of horses in Europe. Kraków, 233–236.
- Tomczyński R., Pietkiewicz E., Minakowski D., 1999c. Wpływ różnego udziału nasion roślin strączkowych w dawkach pokarmowych dla źrebiąt zimnokrwistych na strawność składników pokarmowych. International Symposium: Current directions in breeding and utilisation of horses in Europe. Kraków, 254–258.
- Vitic J., Stevanovic J., 1993. Comparative studies of the serum lipoprotein and lipids in some domestic, laboratory and wild animals. *Comp. Biochem. Physiol., B*, 106 (1), 223–229.
- Watson T.D., Packard C.J., Shepherd J., 1993. Plasma lipid transport in the horse (*Equus caballus*). *Comp. Biochem. Physiol., B*, 106 (1), 27–34.
- Winnicka A., 1997. Wartości referencyjne podstawowych badań laboratoryjnych w weterynarii. Wyd. SGGW, Warszawa.
- Wolter R., 1984. La digestion chez le cheval. Le Cheval – reproduction, selection, alimentation, exploitation. Exposés présentés aux XIIIe Journées du Grenier de Theix, 25–27 novembre 1981, Institut National de la Recherche Agronomique, Paris.
- Zeyner A., Bessert J., Gropp J.M., 2002. Effect of feeding exercised horses on high-starch or high-fat diets for 390 days. *Equine Vet. J., Suppl.* 34, 50–57.
- Ziemiański Ś., Budzyńska-Topolowska J., 1991. Tłuszcze pożywienia i lipidy ustrojowe. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.

Summary. The aim of the study was to determine the impact of selected factors on the concentration levels of triglycerides (TG), total cholesterol (ChC), cholesterol high density lipoprotein (HDL-C), cholesterol low density lipoprotein (LDL-C) and free fatty acids (FFA) in blood plasma of stallions. The significance of the impact of factors such as age and race of horses' lipid levels in blood plasma was determined using multivariate analysis of variance. The significance of differences between means was verified by Tukey test at $\alpha = 0.05$. The breed of the studied horses significantly affects the level of all lipids, the stallions breed predisposed to rideable usage (the so-called. "Hot-blooded") had higher levels of TG, ChC and LDL-C, and draught stallions (the so-called. "Cold-blooded") had clearly higher levels of FFA in blood plasma. It was observed that the age of the stallions had a significant impact on the level of TG, ChC, LDL-C. The average value of the levels of these lipids in the blood plasma generally decreased with the age of the horses. There was no significant correlation between the age of the tested horses and HDL-C and FFA levels in their blood.

Key words: lipids, blood plasma, horses