

Katedra Etologii i Podstaw Technologii Produkcji Zwierzęcej  
Wydziału Biologii i Hodowli Zwierząt Akademii Rolniczej w Lublinie

WANDA KRUPA, LESZEK SOŁTYS, MONIKA BUDZYŃSKA,  
MAREK SAPUŁA, JAROSŁAW KAMIENIAK, MARIAN BUDZYŃSKI

*Ocena składu mineralnego sierści klaczy czystej krwi arabskiej  
z uwzględnieniem linii genealogicznych*

---

Assessment of Mineral Content in Purebred Arabian Mares' Hair Considering  
Genealogical Lines

W podejmowanych dotychczas badaniach składu mineralnego sierści koni zwracano głównie uwagę na wpływ żywienia, stanu zdrowia czy warunków utrzymania na zawartość poszczególnych biopierwiastków [5, 6, 9, 10]. Uzyskane zaś wyniki były często wykorzystywane do prawidłowego zbilansowania dawki pokarmowej poszczególnych zwierząt za pomocą suplementacji deficytowych pierwiastków [4, 7, 8]. Interesujący jest fakt, iż fizjologiczny poziom niektórych biopierwiastków u poszczególnych osobników różni się znacząco, nie wpływając jednocześnie negatywnie na ich zdrowie czy użytkowość [4]. Niewykluczone, że jest to efekt dziedziczenia, podobnie jak wiele innych cech organizmu zwierzęcego [2, 3].

Celem pracy było oszacowanie wpływu przynależności klaczy czystej krwi arabskiej do rodu męskiego i linii żeńskiej na zawartość wybranych grup biopierwiastków w sierści.

#### MATERIAŁ I METODY

Materiał badawczy stanowiły 42 klacze czystej krwi arabskiej w wieku od 4 do 15 lat, własności jednej ze stadnin specjalizujących się w hodowli koni tej rasy. Wszystkie klacze przebywały w jednakowych warunkach, były żywione takimi samymi paszami. Oznaczono skład mineralny (Al, As, B, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Ge, Hg, I, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, S, Se, Si, Sn, Sr, Zn) sierści. Próbkę sierści pobrano z okolic karku spod grzywy w ilości około 500 mg od każdego konia. Analiza pierwiastkowa została wykonana przy użyciu spektrometru emisji atomowej z plazmą wzbudzoną indukcyjnie (ICP – OES) serii Optima 5300 DV firmy Perkin Elmer. Podstawą metody

był pomiar emisji atomowej z zastosowaniem optycznej techniki spektroskopowej. Oznaczenia pierwiastków w sierści koni zostały przeprowadzone w Laboratorium Pierwiastków Śladowych w Łodzi.

W analizowanej grupie klaczy wydzielono osobniki należące do tych samych linii żeńskich lub ródów męskich. Mając na uwadze poprawność statystycznego wnioskowania, analizie poddano grupy reprezentowane przez co najmniej pięć klaczy. Ogółem wyodrębniono cztery rody męskie oraz trzy linie żeńskie.

Uzyskane wyniki opracowano statystycznie, obliczając wartości średnie oraz odchylenia standardowe. Aby ocenić wpływ przynależności genealogicznej na zawartość poszczególnych biopierwiastków w sierści, oszacowano istotność różnic za pomocą jednoczynnikowej analizy wariancji.

## OMÓWIENIE WYNIKÓW

Zawartość określonych biopierwiastków jest uzależniona od ich funkcji w różnych procesach istotnych z punktu widzenia funkcjonowania organizmu zwierząt. Biorąc pod uwagę to kryterium, podzielono je na makro-, mikroelementy, pierwiastki śladowe oraz toksyczne [1, 7]. Średnią ich zawartość dla całej analizowanej grupy klaczy oraz poszczególnych ródów męskich zestawiono w tabelach 1 i 2. Pierwiastki występujące w największej ilości w organizmach zwierzęcych cechowały się pewnym zróżnicowaniem zarówno w obrębie ocenianej populacji, jak i pomiędzy poszczególnymi grupami genealogicznymi. Wysokoistotne różnice stwierdzono pomiędzy poziomem wapnia w grupie klaczy reprezentujących ród ogiera Ilderim a przedstawicielkami najstarszego polskiego rodu męskiego – Bairactar. Klacze z rodu Ilderima cechowała najniższa zawartość tego pierwiastka w sierści: 189,93 mg/kg s.m., podczas gdy dla całej analizowanej grupy przyjęła wartość 244,92 mg/kg s.m. Należy jednocześnie nadmienić, iż wapń warunkuje szereg funkcji organizmu znaczących zarówno z punktu widzenia zdrowia zwierząt, jaki i możliwości ich użytkowania [7]. Analizując poziom makroelementów w sierści, można zaobserwować pewną interesującą tendencję: grupy klaczy o niższej zawartości wapnia wykazują się również obniżonym poziomem potasu. W odniesieniu do wszystkich grup analizowanych klaczy stwierdzono zbliżoną średnią zawartość pozostałych makroelementów, przy jednoczesnym znacznym zróżnicowaniu międzyosobniczym. Jednakże szeroki zakres poziomu niektórych pierwiastków, oznaczonych w tkankach osobników zdrowych, znajduje także potwierdzenie u innych autorów [4].

W przypadku mikroelementów statystycznie istotne różnice zaznaczyły się w odniesieniu do poziomu miedzi pomiędzy klaczami z rodu Ilderim i Kuhailan Afas. Biorąc pod uwagę znaczącą rolę tego pierwiastka, zarówno w odniesieniu do prawidłowego przebiegu procesów z udziałem enzymów antyoksydacyjnych, jak również warunkującego cechy fenotypowe (niedobory miedzi mogą powodować bowiem zmiany struktury oraz depigmentację sierści), konieczne wydaje się przeprowadzenie analiz na większej grupie koni reprezentujących ród Kuhailan Afas celem oszacowania wpływu genotypu na niską zawartość miedzi.

Tab. 1. Zestawienie średnich zawartości makroelementów i mikroelementów w sierści badanych klaczy arabskich z uwzględnieniem przynależności do linii męskich (średnie oznaczone taką samą literą w wierszach różnią się istotnie; mała litera  $P \leq 0,05$ , duża litera  $P \leq 0,01$ )  
 Mean content of macroelements and microelements in the studied Arabian mares' hair considering affinity to sire lines (means marked with the same letter in row differ significantly; small letter at  $P \leq 0.05$ , capital letter  $P \leq 0.01$ )

Wyszczególnienie		Ogółem n = 42		Ilderim n = 13		Kuhailan Afas n = 12		Ibrahim n = 6		Bairactar n = 5	
		X	S	X	S	X	S	X	S	X	S
Makroelementy	wapń	244,918	111,621	189,933 <sup>A</sup>	45,264	266,467	133,649	211,352	80,823	355,954 <sup>A</sup>	147,894
	potas	94,025	108,78	61,352	34,422	95,208	131,339	94,208	91,743	111,586	74,774
	magnez	5,143	1,49	5,180	1,206	4,963	1,763	5,223	0,753	5,315	0,849
	sód	221,033	105,559	204,015	76,529	239,088	119,122	181,392	102,637	239,860	130,960
	fosfor	355,062	64,963	357,919	68,956	343,533	67,169	377,667	54,119	380,910	69,598
	siarka	37673,1	4523,7	37102,3	4606,4	37008,3	4922,0	39631,7	3393,5	40369,0	3258,1
Mikroelementy	kobalt	0,007	0,009	0,008	0,012	0,006	0,007	0,013	0,015	0,002	0,001
	miedź	1,621	0,271	1,757 <sup>b</sup>	0,270	1,509 <sup>b</sup>	0,226	1,693	0,270	1,588	0,325
	żelazo	12,016	7,049	12,018	5,434	13,493	10,517	8,947	2,159	12,616	5,362
	jod	5,309	0,761	5,306	0,823	5,241	0,687	5,662	0,655	5,240	0,746
	mangan	0,113	0,112	0,092	0,041	0,135	0,189	0,114	0,049	0,108	0,052
	cynk	192,883	24,94	191,725	26,823	190,905	21,812	204,891	20,854	191,360	25,558

Tab. 2. Zestawienie średnich zawartości pierwiastków śladowych i pierwiastków toksycznych w sierści badanych klaczy arabskich z uwzględnieniem przynależności do linii męskich

Mean content of trace and toxic elements in the studied Arabian mares' hair considering affinity to sire lines

Wyszczególnienie		Ogółem n = 42		Ilderim n = 13		Kuhailan Afas n = 12		Ibrahim n = 6		Bairactar n = 5	
		X	S	X	S	X	S	X	S	X	S
Śladowe	glin	3,661	4,282	2,677	1,399	4,991	7,373	2,793	1,180	3,712	1,283
	bor	0,277	0,227	0,291	0,298	0,326	0,222	0,167	0,139	0,308	0,173
	chrom	0,024	0,029	0,031	0,042	0,027	0,031	0,013	0,005	0,018	0,004
	molibden	0,122	0,067	0,123	0,052	0,137	0,100	0,092	0,022	0,127	0,052
	nikiel	0,033	0,042	0,052	0,063	0,033	0,031	0,012	0,016	0,034	0,027
	selen	0,155	0,019	0,155	0,016	0,151	0,018	0,164	0,017	0,161	0,017
	krzem	13,954	1,694	13,950	1,437	13,605	1,658	14,775	1,520	14,526	1,533
Toksyczne	arsen	0,068	0,045	0,053	0,034	0,073	0,047	0,067	0,056	0,094	0,065
	bar	0,208	0,136	0,180	0,098	0,223	0,193	0,233	0,080	0,226	0,132
	kadm	0,014	0,026	0,023	0,039	0,015	0,027	0,005	0,005	0,010	0,000
	german	0,015	0,002	0,015	0,002	0,015	0,002	0,015	0,001	0,016	0,003
	rtęć	0,096	0,008	0,096	0,008	0,096	0,008	0,097	0,008	0,102	0,011
	lit	0,152	0,167	0,143	0,206	0,144	0,144	0,169	0,144	0,175	0,216
	ołów	0,124	0,073	0,124	0,056	0,140	0,110	0,092	0,022	0,130	0,056
	cyna	0,058	0,018	0,058	0,015	0,056	0,022	0,059	0,006	0,060	0,011
	stront	2,817	0,734	2,548	0,603	3,015	0,597	2,628	0,299	3,372	1,070

Tab. 3. Zestawienie średnich zawartości makroelementów i mikroelementów w sierści badanych klaczy arabskich z uwzględnieniem przynależności do linii żeńskich (średnie oznaczone taką samą literą w wierszach różnią się istotnie przy  $P \leq 0,05$ )  
 Mean content of macroelements and microelements in the studied Arabian mares' hair considering affinity to dam lines (means marked with the same letter in row differ significantly at  $P \leq 0,05$ )

Wyszczególnienie		Ogółem n = 42		Wołoszka n = 11		Szamrajówka n = 6		Scherife n = 5	
		X	S	X	S	X	S	X	S
Makroelementy	wapń	244,918	111,621	274,728	132,410	319,430	113,045	235,476	116,605
	potas	94,025	108,78	140,885	188,779	100,507	57,359	76,170	41,058
	magnez	5,143	1,49	5,724	2,250	5,292	1,543	4,786	0,707
	sód	221,033	105,559	231,136	118,565	242,725	70,805	231,310	158,478
	fosfor	355,062	64,963	375,064	71,352	348,817	90,565	331,130	50,826
	siarka	37673,1	4523,7	36239,1	4222,8	37335,8	3867,5	37287,0	5408,9
Mikroelementy	kobalt	0,007	0,009	0,003 <sup>a</sup>	0,002	0,009	0,017	0,013 <sup>a</sup>	0,014
	miedź	1,621	0,271	1,589	0,339	1,640	0,261	1,602	0,222
	żelazo	12,016	7,049	15,232	11,509	11,353	3,750	9,634	2,546
	jod	5,309	0,761	5,006	0,842	5,230	0,603	5,300	0,888
	mangan	0,113	0,112	0,172	0,205	0,102	0,048	0,094	0,036
	cynk	192,883	24,94	182,880	27,945	191,609	20,634	192,088	28,111

Tab. 4. Zestawienie średnich zawartości pierwiastków śladowych i pierwiastków toksycznych w sierści badanych klaczy arabskich z uwzględnieniem przynależności do linii żeńskich (średnie oznaczone taką samą literą w wierszach różnią się istotnie przy  $P \leq 0,05$ )  
 Mean content of trace and toxic elements in the studied Arabian mares' hair considering affinity to dam lines (means marked with the same letter in row differ significantly at  $P \leq 0,05$ )

Wyszczególnienie		Ogółem n = 42		Wołoszka n = 11		Szamrajówka n = 6		Scherife n = 5	
		X	S	X	S	X	S	X	S
Śladowe	glin	3,661	4,282	5,887	7,938	3,058	1,069	2,928	1,349
	bor	0,277	0,227	0,339	0,268	0,282	0,174	0,418	0,262
	chrom	0,024	0,029	0,032	0,037	0,015	0,008	0,030	0,045
	molibden	0,122	0,067	0,153	0,109	0,116	0,035	0,099	0,025
	nikiel	0,033	0,042	0,025	0,029	0,038	0,033	0,028	0,047
	selen	0,155	0,019	0,149	0,020	0,155	0,019	0,149	0,011
	krzem	13,954	1,694	13,377	1,776	13,950	1,706	13,374	1,019
Toksyczne	arsen	0,068	0,045	0,062 <sup>a</sup>	0,028	0,112 <sup>a</sup>	0,059	0,066	0,051
	bar	0,208	0,136	0,282	0,217	0,213	0,095	0,220	0,099
	kadm	0,014	0,026	0,016	0,031	0,005	0,005	0,026	0,042
	german	0,015	0,002	0,014	0,002	0,015	0,003	0,015	0,002
	rtęć	0,096	0,008	0,095	0,005	0,100	0,017	0,094	0,005
	lit	0,152	0,167	0,213	0,255	0,134	0,158	0,195	0,202
	ołów	0,124	0,073	0,158	0,120	0,117	0,039	0,099	0,026
	cyna	0,058	0,018	0,065	0,028	0,059	0,020	0,052	0,006
	stront	2,817	0,734	2,809	0,905	3,387	0,673	2,858	0,821

Średnie stężenie pierwiastków śladowych oraz toksycznych nie wykazywało znaczącego zróżnicowania pomiędzy grupami genealogicznymi. Należy jednak podkreślić występowanie zmienności osobniczej w odniesieniu do glinu, chromu, niklu, kadmu i litu (tab. 2). Biorąc pod uwagę zunifikowane warunki utrzymania i żywienia, można wnioskować, iż zmiany te są związane z różnicami międzyosobniczymi.

Analizując średnie zawartości makroelementów w sierści klaczy czystej krwi arabskiej należących do różnych linii żeńskich, nie stwierdzono znaczących różnic będących efektem dziedziczenia (tab. 3). Jednakże nie sposób pominąć tego, iż pomiędzy poszczególnymi osobnikami w obrębie porównywanych grup zaznaczyło się zróżnicowanie indywidualne.

Statystycznie istotne różnice wystąpiły w odniesieniu do poziomu kobaltu w sierści pomiędzy klaczami z linii Scherife ( $0,013 \pm 0,014$  mg/kg s.m.) a przedstawicielkami rodziny Wołoszki ( $0,003 \pm 0,002$  mg/kg s.m.). Zwykle wskazuje się na niedobory tego ważnego z punktu widzenia funkcjonowania organizmu zwierzęcego biopierwiastka, związane z niską jego zawartością w paszy [7], jednak argument ten wydaje się nieuzasadniony w przypadku analizowanej grupy koni. Niewykluczone więc, iż zdolność przyswajania kobaltu jest warunkowana genetycznie, względnie ujawniają się określone predyspozycje w tym zakresie.

Przy analizie zawartości pozostałych mikroelementów można zaobserwować pewną prawidłowość w odniesieniu do żelaza i manganu: w grupach wykazujących się wyższym poziomem jednego biopierwiastka występowała także większa zawartość drugiego (tab. 3).

Średnie zawartości pierwiastków śladowych oraz toksycznych zestawiono w tabeli 4. Oceniając ich poziom w poszczególnych liniach żeńskich stwierdzono statystycznie istotne różnice w zawartości arsenu w sierści klaczy z linii Wołoszki i Szamrajówki ( $0,062 \pm 0,028$  mg/kg s.m. i  $0,112 \pm 0,059$  mg/kg s.m.). Z uwagi na rolę tego pierwiastka w procesach związanych z rozrodem oraz wzrostem i rozwojem organizmów zwierzęcych, jak i na jego toksyczność, a jednocześnie przejawianie działania antagonistycznego w stosunku do fosforu i siarki, należałoby rozważyć podjęcie szerszych badań celem precyzyjnego ustalenia biologicznych interakcji wymienionych pierwiastków oraz ich ewentualnych fizjologicznych konsekwencji.

#### WNIOSKI

1. Uzyskane wyniki sugerują, iż przynależność genealogiczna może wpływać modyfikująco na zawartość niektórych składników mineralnych w sierści.

2. Wpływ przynależności ocenianych klaczy do rodów męskich zaznaczył się głównie w odniesieniu do poziomu wapnia i miedzi.

3. Analizując uzyskane wyniki w obrębie linii żeńskich, stwierdzono istotne różnice dotyczące zawartości w sierści kobaltu oraz arsenu.

#### PIŚMIENNICTWO

1. Chachuła J.: Pasze. Fundacja Rozwój SGGW, Warszawa 1997.
2. Budzyński M., Chmiel K.: Rodowodowa i użytkowa charakterystyka koni zajmujących czołowe miejsca w Polskich Narodowych Pokazach Koni Arabskich Czystej Krwi w latach 1979–1990. *Ann. UMCS, EE, X*, 114–125, 1992.
3. Budzyński M., Chmiel K., Sobczuk D.: Wyróżniające się linie żeńskie w polskiej hodowli koni czystej krwi arabskiej. *Ann. UMCS, EE, XV*, 125–132, 1997.
4. Cieśla A., Janiszewska J.: Poziom miedzi w surowicy krwi i sierści koni. *Med. Wet.*, 56, 589–592, 2000.
5. Dobrzański Z., Jankowska D., Dobicki W., Kupczyński R.: The influence of different factors on the concentration of elements in hair of horses. *Proceedings of the ISAH 2005 – Warsaw*, 450–453, 2005.
6. Dunnet M.: Hair analysis for screening horses for exposure to dietary toxic residues. *Pferdeheilkunde*, 21, 457–467, 2005.
7. Jamroz D.(red.): Żywnienie zwierząt i paszoznawstwo. T.I. PWN, Warszawa 2001.
8. Kośła T., Anke M.: Zapotrzebowanie na mikroelementy u koni. *Koń Polski*, 3, 14–15, 1986.
9. Wichert B., Frank T., Kienzle E.: Zinc, copper and selenium intake and status of horses in Bawaria. *J. Nutr.*, 132, 1776S–1777S, 2002.
10. Witte S. T., Will L. A., Olsen C. R., Kinker J. A., Miller-Graber P.: Chronic selenosis in horses fed locally produced alfalfa hay. *J. Am. Vet. Med. Ass.*, 202, 406–409, 1993.

#### SUMMARY

The mineral content (Al, As, B, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Ge, Hg, I, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, S, Se, Si, Sn, Sr, Zn) of hair in 42 Arabian mares (aged 4–15 years, kept in the same management and feeding conditions) was assessed and it was analysed in particular sire and dam lines. The method of atomic emission measurement with optic spectroscopy technique was used. Significant differences in calcium and copper level between mares in particular sire lines were found. The analysis of the elements' concentration in mares of particular dam lines showed significant changes in cobalt and arsenic levels. It may be stated that the genealogical affinity can have a modifying influence on some bio-elements' content in the hair.