

Analiza okrywy włosowej kotów domowych ze szczególnym uwzględnieniem budowy histologicznej

**Anna Wyrostek[#], Katarzyna Roman, Katarzyna Czyż,
Marzena Janczak, Bożena Patkowska-Sokoła**

Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Instytut Hodowli Zwierząt,
Zakład Hodowli Owiec i Zwierząt Futerkowych,
ul. Kozuchowska 5b, 51-630 Wrocław; [#]e-mail: anna.wyrostek@upwr.edu.pl

Celem badań była charakterystyka okrywy włosowej kotów domowych. Materiał do badań stanowiły włosy różnych frakcji pobrane od kotek o jednolitym umaszczeniu białym, kremowym, rudym, brązowym oraz czarnym, w okresie zimowym. Po podziale włosów na poszczególne frakcje, tj. włosy puchowe, ościste oraz kierunkowe, zostały one poddane ocenie następujących cech: grubość, długość, długość osi krótkiej i długiej oraz naprężenie zrywające i wydłużenie. Wykonano zdjęcia SEM (ang. *scanning electron microscope*) wszystkich rodzajów włosów i na ich podstawie dokonano charakterystyki poszczególnych warstw włosów oraz obliczono liczbę łusek na 1 mm długości włosa. Dokonano również analizy zawartości jonów różnych pierwiastków. Największy udział procentowy okrywy włosowej stanowiły włosy puchowe; charakteryzowały się one najmniejszą grubością i długością oraz najbardziej regularnym i wyraźnym wzorem łusek. Włosy kierunkowe były najmniej liczne, za to najdłuższe oraz najgrubsze ze wszystkich badanych włosów. Zarówno włosy ościste, jak i kierunkowe charakteryzowały się nieregularnymi łuskami o poszarpanych brzegach. W przekroju tych włosów zauważono obecność wszystkich warstw, tj. kutikuli, warstwy korowej oraz rdzenia. Rdzeń we włosach puchowych zaobserwowano wyłącznie u kotów o rudym umaszczeniu. We wszystkich badanych włosach odnotowano największy udział jonów węgla, tlenu oraz siarki, stanowiących główne składniki białka włosów, tj. keratyny.

SŁOWA KLUCZOWE: kot domowy / okrywa włosowa / budowa histologiczna

Okrywa włosowa stanowi cechę charakterystyczną ssaków. Odpowiada ona za ochronę przed szkodliwymi czynnikami środowiska, a także zapewnia ciepłochronność. Może również decydować o atrakcyjnym wyglądzie zwierzęcia. Włosy ssaków, ze względu na swoją trwałość, stanowią wartościowy materiał badawczy pozwalający na uzyskanie informacji dotyczących stanu zdrowotnego zwierzęcia [1]. Mogą być również wykorzystywane jako wskaźnik oceny skażenia środowiska naturalnego, w którym dane zwierzę występuje [2, 7, 13].

W okrywie włosowej kotów domowych można wyróżnić włosy pokrywowe (kierunkowe i ościste) oraz włosy puchowe, których ilość, podobnie jak u innych ssaków, zwiększa się w okresie zimowym [5]. Dodatkowo, w okolicy warg, nosa, oczu oraz opuszek łap, występują u kotów wibrysy. O barwie okrywy decydują przede wszystkim włosy pokrywowe.

W przekroju poprzecznym włosa można wyróżnić trzy warstwy: najbardziej zewnętrzną kutikulę, środkową warstwę korową oraz wewnętrzną warstwę rdzeniową, nie występującą w większości włosów puchowych.

Parametry fizyczne włosa, jak długość, grubość, wydłużenie, czy też wytrzymałość, mogą świadczyć o prawidłowym bądź nieprawidłowym żywieniu, występującym stanie chorobowym, ale również decydować o możliwości wykorzystania włosów przez przemysł włókienniczy. Większość dotychczas wykonanych prac skupia się na włosach różnych gatunków zwierząt gospodarskich czy dziko żyjących [4, 6, 8, 9, 12], a jedynie nieliczne opisują okrywę włosową zwierząt towarzyszących [2, 4, 10, 11], uwzględniając parametry fizyczne różnych rodzajów włosów, czy też ich budowę histologiczną.

W związku z powyższym, celem przeprowadzonych badań była analiza okrywy włosowej kotów domowych o różnym umaszczeniu pod względem parametrów fizycznych, takich jak: długość włosów, szerokość osi długiej i krótkiej, średnica, wydłużenie oraz naprężenie zrywające. Dokonano również opisu łusek kutikuli oraz przeanalizowano zawartość jonów różnych pierwiastków na powierzchni włosa. Wyniki tych badań mogą stanowić uzupełnienie wiedzy dotyczącej biologii kotów.

Material i metody

Badania wykonano na zimowej okrywie włosowej kotów domowych, pochodzących od hodowców indywidualnych. Podstawą żywienia kotów był komercyjnie dostępny pokarm oraz surowe mięso. Próby okrywy włosowej pobrano od kotów o jednobarwnej okrywie włosowej: czarnej, rudej, kremowej, białej i brązowej. Próby pobierano w lutym, od 3-4-letnich samic, z lewego boku, około 5 cm od linii grzbietu na wysokości ostatniego żebra. Grupy kotów o różnym umaszczeniu liczyły po 6 osobników.

W celu obliczenia udziału procentowego poszczególnych frakcji, tj. włosów pokrywowych (ościstych i kierunkowych, zwanych też przewodnimi) oraz puchowych (podszyciowych), z każdej próby losowo wybrano 1000 włosów. Kryterium podziału włosów na poszczególne frakcje była ich grubość, długość i wygląd zewnętrzny. Rozdzieleniu na frakcje oraz pomiaru długości poszczególnych włosów dokonano za pomocą mikroskopu projekcyjnego (lanometru MC-3), przy powiększeniu x500. Po dokonaniu podziału obliczono procentowy udział poszczególnych frakcji.

We włosach wszystkich frakcji określono: długość (mm), grubość (μm), naprężenie zrywające (kg/mm^2) oraz wydłużenie (%). Pomiar siły zrywającej, potrzebnej do obliczenia wytrzymałości, oraz wydłużenia włosów został wykonany za pomocą zrywarki elektronicznej firmy Matest. Naprężenie zrywające (kg/mm^2), będące miarą wytrzymałości, obliczono na podstawie wzoru $N=(P \times 10^4)/(\pi \times d^2 \times 9,81)$, gdzie: N – naprężenie zrywające, P – siła zrywająca (cN), d – średnica przekroju poprzecznego włosa (μm). Pomiarów te wykonano w Pracowni Oceny Skór i Okrywy Włosowej Instytutu Hodowli Zwierząt Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu.

Za pomocą mikroskopu skaningowego ZEISS 435 VP wykonano zdjęcia SEM poszczególnych frakcji włosów przedstawiające układ łusek kutikuli oraz przekrój poprzeczny włosów każdego rodzaju. Charakterystyki budowy włosów dokonano na podstawie klucza do oznaczania włosów ssaków [12].

Po podziale włosów na poszczególne frakcje czyszczono je za pomocą eteru, alkoholu oraz płukano w płuczce ultradźwiękowej przez około 5 minut. Następnie włosy naklejono na stoliki i napyłono złotem. Na podstawie wykonanych zdjęć histologicznych zmierzono grubość włosów, długość osi krótkiej i długiej oraz liczbę łusek na 1 mm długości. Wykonano również charakterystykę kutikuli włosów o różnej barwie. Za pomocą mikroanalizy rentgenowskiej, stosowanej w skaningowym mikroskopie elektronowym, wykonano analizę punktową na zawartość procentową różnych pierwiastków. Określono zawartość węgla, tlenu, siarki, wapnia, glinu, magnezu, krzemu, sodu, miedzi i fosforu. Oznaczenia zawartości pierwiastków oraz zdjęcia SEM wykonano w Pracowni Mikroskopii Elektronowej Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu.

Wyniki opracowano statystycznie za pomocą programu Statistica 6.0, obliczając wartości średnie i odchylenia standardowe. Statystyczną istotność różnic między średnimi dla grup określono za pomocą jednoczynnikowej analizy wariancji z zastosowaniem testu Tukey'a.

Wyniki i dyskusja

W tabeli 1. podano wartości średnie oraz odchylenia standardowe następujących cech: procentowy udział włosów różnych frakcji, grubość, długość, długość osi krótkiej i długiej oraz liczbę łusek na 1 mm długości włosa.

Udział poszczególnych frakcji, to jest włosów puchowych i pokrywowych (ościstych oraz kierunkowych) był zróżnicowany. W każdym przypadku największy udział miały włosy puchowe, których zawartość kształtowała się w zakresie 79,2-83,6%. Udział włosów ościstych wynosił od 8,8 do 16,0%, natomiast włosów kierunkowych od 4,2 do 9,6%.

Zaobserwowano, że najcieńsze były włosy, których było procentowo najwięcej, tj. włosy puchowe. Ich grubość kształtowała się w zakresie od 10,6 (barwa biała) do 19,1 μm (barwa ruda). Grubość włosów ościstych kształtowała się w zakresie od 29,0 μm w przypadku barwy brązowej do 41,8 μm dla barwy białej. Najcieńsze włosy kierunkowe zaobserwowano u kotów barwy brązowej (45,0 μm), zaś najgrubsze u kotów barwy białej (66,1 μm).

Analizując długość poszczególnych rodzajów włosów stwierdzono, że najkrótsze były włosy puchowe (0,81-1,76 cm), średnią długość miały włosy ościste (1,25-2,31 cm), natomiast najdłuższe były włosy kierunkowe (2,16-3,68 cm). Włosy puchowe, ościste i kierunkowe barwy rudej były najkrótsze, natomiast najdłuższymi włosami ościstymi charakteryzowała się okrywa barwy czarnej. Najdłuższe włosy kierunkowe odnotowano w okrywie barwy brązowej.

Długość osi krótkiej włosów puchowych kształtowała się w zakresie od 13,0 do 29,6 μm , włosów ościstych od 19,0 do 41,3 μm , natomiast włosów kierunkowych od 24,9 do 65,0 μm . Długość osi długiej włosów puchowych mieściła się w zakresie od 14,3 do 51,7 μm , dla włosów ościstych zakres ten wynosił od 28,3 do 66,3 μm , natomiast dla włosów kierunkowych od 51,0 do 79,3 μm .

Tabela 1 – Table 1

Wartości średnie oraz odchylenia standardowe udziału procentowego (%), grubości (μm), długości (cm), długości osi krótkiej (μm) i długiej (μm) oraz liczby łusek na 1 mm poszczególnych rodzajów włosów

Means and standard deviations of the percentage share (%), thickness (μm), length (cm), short (μm) and long axis length (μm) and number of scales per mm of each type of hair

Barwa włosa Hair colour	Rodzaj włosa – Type of hair		
	puchowy underhair	ościsty bristle	kierunkowy guard
1	2	3	4
Procentowy udział poszczególnych frakcji włosów – Percentage share of hair type			
Kremowa Cream	83,2 \pm 6,4	12,6 \pm 1,7	4,2 ^A \pm 0,8
Biała White	79,2 \pm 6,0	16,0 ^{ab} \pm 2,2	4,8 ^B \pm 1,0
Brązowa Brown	81,6 \pm 5,6	8,8 ^a \pm 1,9	9,6 ^{AB} \pm 1,2
Czarna Black	83,6 \pm 6,9	9,2 ^b \pm 1,4	7,2 \pm 1,1
Ruda Red	82,7 \pm 6,7	12,2 \pm 1,1	5,1 \pm 0,7
Grubość włosów poszczególnych frakcji – Thickness of hair type			
Kremowa Cream	17,1 ^A \pm 2,6	32,7 \pm 7,5	51,8 \pm 7,6
Biała White	10,6 ^{ABab} \pm 3,6	41,8 ^A \pm 6,7	66,1 ^a \pm 8,7
Brązowa Brown	16,8 \pm 2,8	29,0 ^{AB} \pm 5,7	45,0 ^{abc} \pm 7,0
Czarna Black	18,7 ^{ab} \pm 2,6	39,0 ^B \pm 6,8	57,3 ^b \pm 3,9
Ruda Red	19,1 ^b \pm 2,1	35,5 \pm 7,5	57,7 ^c \pm 7,6
Długość włosów poszczególnych frakcji – Length of hair type			
Kremowa Cream	1,34 \pm 0,28	1,87 \pm 0,20	2,59 \pm 0,20
Biała White	1,12 \pm 0,18	1,67 \pm 0,14	2,55 \pm 0,24
Brązowa Brown	1,60 ^a \pm 0,25	2,60 ^A \pm 0,17	3,68 ^b \pm 0,25
Czarna Black	1,76 ^A \pm 0,32	2,31 ^a \pm 0,16	3,53 ^a \pm 0,27
Ruda Red	0,81 ^{Aa} \pm 0,21	1,25 ^{Aa} \pm 0,19	2,16 ^{ab} \pm 0,28
Długość osi krótkiej – Short axis length			
Kremowa Cream	18,3 \pm 1,1	30,3 \pm 2,6	43,3 ^A \pm 1,3
Biała White	16,6 \pm 1,0	24,6 \pm 1,0	24,9 ^{BCD} \pm 1,6
Brązowa Brown	17,3 \pm 0,7	19,0 ^{ab} \pm 1,0	48,6 ^B \pm 1,8
Czarna Black	29,6 ^a \pm 1,0	41,3 ^a \pm 2,5	65,0 ^C \pm 3,0
Ruda Red	13,0 ^a \pm 0,9	36,6 ^b \pm 2,3	49,3 ^D \pm 2,0

1	2	3	4
Długość osi długiej – Long axis length			
Kremowa Cream	51,7 ^a ±2,4	36,6 ±2,3	65,0 ±3,2
Biała White	25,0 ±1,5	36,7 ±1,4	76,6 ^a ±3,0
Brązowa Brown	40,0 ±1,9	28,3 ^A ±1,1	74,0 ±3,0
Czarna Black	51,7 ^b ±2,4	66,3 ^A ±1,7	79,3 ^b ±3,9
Ruda Red	14,3 ^{ab} ±1,1	53,0 ±2,6	51,0 ^{ab} ±1,9
Liczba łusek na 1 mm włosów – Number of scales per mm of hair			
Kremowa Cream	140 ^B ±20	150 ^a ±11	200 ±12
Biała White	200 ^A ±18	200 ±18	150 ^A ±16
Brązowa Brown	150 ^C ±23	150 ^b ±16	200 ±13
Czarna Black	150 ^D ±19	150 ^c ±16	150 ^B ±13
Ruda Red	50 ^{ABCD} ±13	500 ^{abc} ±21	350 ^{AB} ±13

A, B, C, D – średnie w kolumnach oznaczone tymi samymi literami różnią się istotnie przy $p < 0,01$

A, B, C, D – means within columns with the same superscripts differ significantly at $p < 0,01$

a, b, c – średnie w kolumnach oznaczone tymi samymi literami różnią się istotnie przy $p < 0,05$

a, b, c – means within columns with the same superscripts differ significantly at $p < 0,05$

Liczba łusek na 1 mm włosa była zróżnicowana i kształtowała się w granicach od 50 do 500. Najwięcej łusek odnotowano we włosach ościstych barwy rudej, natomiast najmniej we włosach puchowych tej samej barwy.

W tabeli 2. przedstawiono wyniki dotyczące wytrzymałości i wydłużenia włosów w zależności od barwy i rodzaju.

Analiza naprężenia zrywającego włosów ościstych i kierunkowych wykazała, że największą wytrzymałością charakteryzowały się włosy ościste barwy rudej, zaś najmniejszą włosy kierunkowe barwy kremowej. Różnica pomiędzy włosami o największej i najmniejszej wytrzymałości wyniosła 59,43%. Na uwagę zasługuje fakt, że włosy ościste – niezależnie od barwy – charakteryzowały się większą wytrzymałością w porównaniu do włosów kierunkowych.

Największe wydłużenie odnotowano we włosach brązowych kierunkowych (32,1%), zaś najmniejsze we włosach czarnych kierunkowych (9,8%). We włosach ościstych było podobnie.

Zawartość pierwiastków na powierzchni analizowanych rodzajów włosów przedstawiono w tabeli 3. We włosach puchowych wszystkich analizowanych barw największy udział stanowił węgiel, którego zawartość kształtowała się w zakresie 49,52-65,38%, następnie tlen (od 24,61 do 42,29%) oraz siarka (od 5,02 do 7,87%). Pozostałe analizowane pierwiastki występowały w znacznie mniejszej ilości, nie przekraczającej 1%. U kotów barwy czarnej nie odnotowano obecności sodu, krzemu i glinu, u kotów barwy brązowej – fosfo-

Tabela 2 – Table 2

Wartości średnie oraz odchylenia standardowe naprężenia zrywającego (kg/mm²) i wydłużenia (%) poszczególnych rodzajów włosów

Means and standard deviations of stress at break (kg/mm²) and elongation (%) for each hair type

Barwa włosów Hair colour	Rodzaj włosów – Type of hair	
	ościsty bristle	kierunkowy guard
Naprężenie zrywające – Stress at break		
Kremowa Cream	4,59 ^A ±1,13	3,00 ^a ±1,02
Biała White	4,64 ^B ±1,37	3,28 ±1,40
Brązowa Brown	5,83 ±1,45	3,15 ^b ±1,38
Czarna Black	6,78 ±1,41	4,31 ^{ab} ±1,45
Ruda Red	7,39 ^{AB} ±1,30	4,13 ±1,09
Wydłużenie – Elongation		
Kremowa Cream	14,35 ±1,46	15,40 ±1,68
Biała White	22,70 ±1,76	23,15 ^a ±1,56
Brązowa Brown	30,60 ^{AB} ±2,91	32,10 ^A ±1,90
Czarna Black	10,10 ^A ±1,21	9,80 ^{aa} ±1,79
Ruda Red	10,75 ^B ±1,59	13,80 ±1,25

A, B – średnie w kolumnach oznaczone tymi samymi literami różnią się istotnie przy p<0,01

A, B – means within columns with the same superscripts differ significantly at p<0.01

a, b – średnie w kolumnach oznaczone tymi samymi literami różnią się istotnie przy p<0,05

a, b – means within columns with the same superscripts differ significantly at p<0.05

ru, u kotów barwy kremowej – glinu, magnezu i krzemu. Największe zróżnicowanie pierwiastków zaobserwowano we włosach puchowych kotów barwy białej i rudej, natomiast najmniejszą różnorodność w przypadku kotów barwy czarnej. We włosach ościstych, podobnie jak w przypadku włosów puchowych, największy udział procentowy stanowił węgiel (45,72-72,33%), następnie tlen (20,42-43,93%) i siarka (6,37-8,03%). Pozostałe pierwiastki występowały w ilości około 1%. We włosach kierunkowych również odnotowano największy udział węgla (44,07-60,71%), tlenu (22,25-46,72%) oraz siarki (5,68-7,03%). Pozostałe pierwiastki wystąpiły w ilości około 1%, jedynie zawartość sodu we włosach kierunkowych kotów barwy brązowej kształtowała się na poziomie około 2%.

Układ łusek kutikuli oraz przekroje poprzeczne włosów puchowych, ościstych oraz kierunkowych kotów o różnym umaszczeniu przedstawiono na fotografiach 1-5.

Włosy puchowe kotów o umaszczeniu kremowym, brązowym, białym i czarnym charakteryzowały się poprzecznym układem łusek w stosunku do długości włosa, jedynie

Tabela 3 – Table 3

Zawartość (%) jonów różnych pierwiastków w poszczególnych rodzajach włosów

Content (%) of ions of chemical elements in each hair type

Pierwiastek Element	Rodzaj włosa Type of hair	Barwa włosa – Hair colour				
		kremowa cream	biała white	brązowa brown	czarna black	ruda red
Węgiel Carbon	I	49,52 ^a ±5,98	63,62 ±7,36	58,67 ±5,30	55,55 ±3,12	65,38 ^a ±6,28
	II	45,72 ^{Aa} ±6,31	60,87 ^a ±6,98	48,16 ±6,25	72,33 ^A ±3,38	58,21 ±7,12
	III	47,00 ±5,73	60,71 ^A ±2,14	45,63 ^{AB} ±5,38	53,85 ±3,46	70,01 ^B ±8,13
Tlen Oxygen	I	42,29 ^{ab} ±6,13	27,22 ^b ±7,30	34,40 ±3,93	37,23 ±4,98	24,61 ^a ±6,13
	II	43,93 ^a ±6,32	29,77 ±3,88	42,21 ^b ±5,83	20,42 ^{ab} ±6,03	33,34 ±4,93
	III	46,72 ^a ±5,88	32,25 ±3,20	44,51 ^{ab} ±6,12	38,54 ±4,11	22,25 ^b ±3,38
Siarka Sulphur	I	7,56 ^a ±1,10	7,19 ±0,59	5,02 ^{ab} ±0,92	7,22 ±0,63	7,87 ^b ±1,32
	II	7,09 ±1,31	8,03 ^A ±1,12	7,62 ±1,01	6,37 ^{AB} ±0,71	7,94 ^B ±1,20
	III	5,68 ±0,98	6,31 ±1,10	6,71 ±1,02	7,03 ±0,62	6,79 ±0,92
Sód Sodium	I	0,60 ±0,040	0,22 ^a ±0,03	0,80 ^{ab} ±0,04	–	0,13 ^b ±0,03
	II	1,49 ^a ±0,083	0,27 ^{ab} ±0,02	0,83 ±0,04	0,25 ^a ±0,03	0,24 ^b ±0,08
	III	–	0,17 ^a ±0,01	2,09 ^{ab} ±0,09	–	0,13 ^b ±0,04
Glin Aluminum	I	–	0,51 ±0,04	0,35 ±0,09	–	0,33 ±0,04
	II	0,47 ±0,03	0,51 ±0,04	0,28 ^a ±0,08	0,62 ^a ±0,07	–
	III	0,60 ±0,06	0,42 ±0,05	1,06 ^a ±0,08	0,13 ^a ±0,01	0,82 ±0,06
Magnez Magnesium	I	–	0,12 ±0,06	0,30 ±0,08	–	0,15 ±0,03
	II	0,55 ±0,06	–	0,20 ±0,07	–	–
	III	–	–	–	–	–
Wapń Calcium	I	0,03 ^a ±0,02	0,94 ^a ±0,09	–	–	0,35 ±0,05
	II	–	0,55 ±0,04	–	–	0,27 ±0,05
	III	–	0,13 ±0,01	–	–	–
Miedź Copper	I	–	0,18 ±0,01	–	–	–
	II	–	–	–	–	–
	III	–	–	–	–	–
Fosfor Phosphorus	I	–	–	–	–	–
	II	–	–	0,71 ±0,08	–	–
	III	–	–	–	–	–
Krzem Silicon	I	–	–	0,45 ±0,07	–	1,19 ±0,10
	II	0,76 ±0,09	–	–	–	–
	III	–	–	–	0,45 ±0,028	–

I – puchowe – underhair; II – ościste – bristle; III – kierunkowe – guard

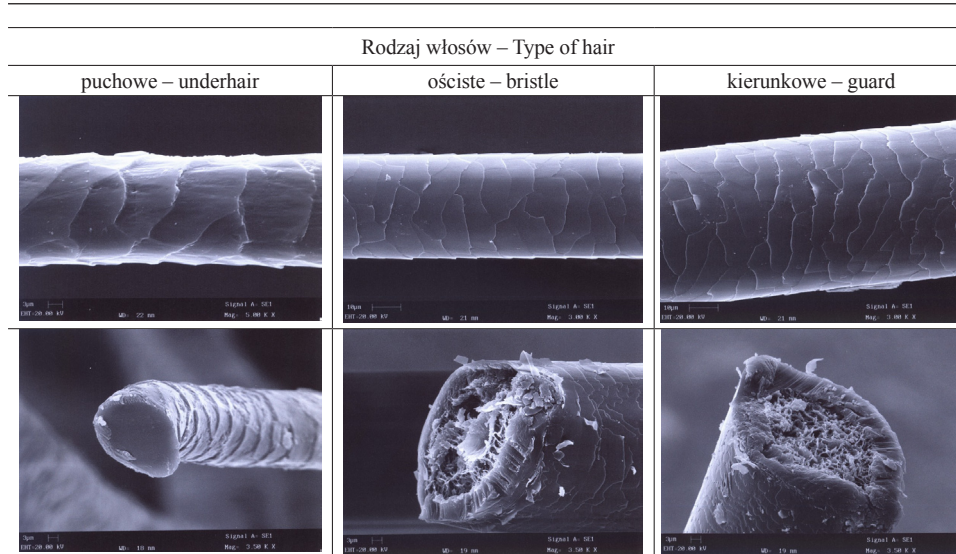
A, B – średnie w tym samym wierszu oznaczone tymi samymi literami różnią się istotnie przy p<0,01

A, B – means within a row with the same superscripts differ significantly at p<0.01

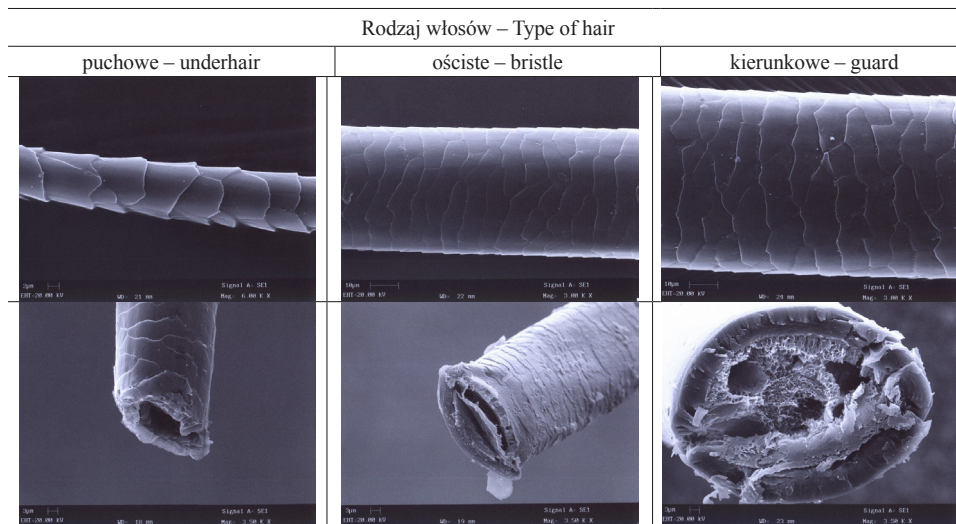
a, b – średnie w tym samym wierszu oznaczone tymi samymi literami różnią się istotnie przy p<0,05

a, b – means within a row with the same superscripts differ significantly at p<0.05

u kotów rudych łuski były ułożone podłużnie. We wszystkich włosach łuski były ułożone niepierścieniowo, a odległości między nimi były duże. Poza włosami kotów rudych, u których łuski miały kształt „wydłużonych płatków”, łuski miały różne kształty i ułożone były w nieregularnych falach. Łuski włosów kotów kremowych miały lekko postrzępio-

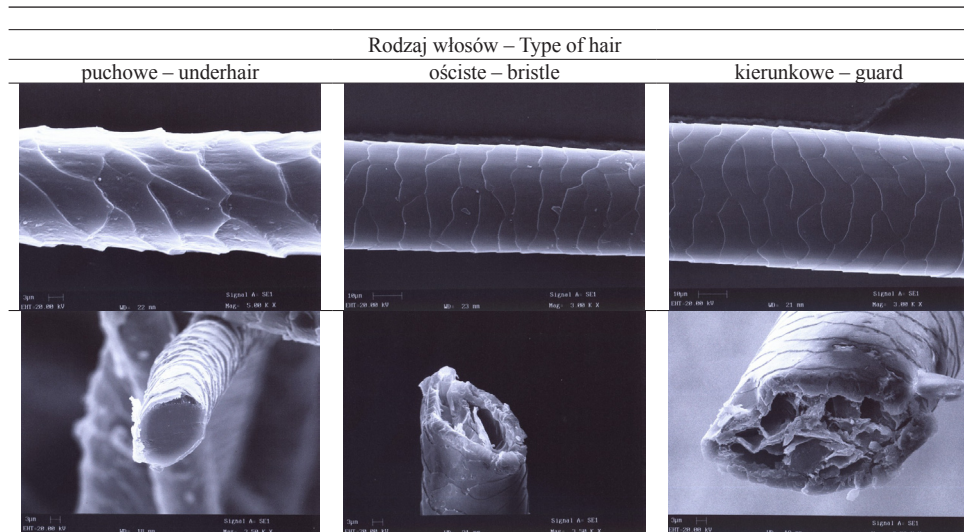


Fot. 1 Kutikula oraz przekroje włosów barwy kremowej
 Fig. 1. Cuticle and cross-section of cream-coloured hair

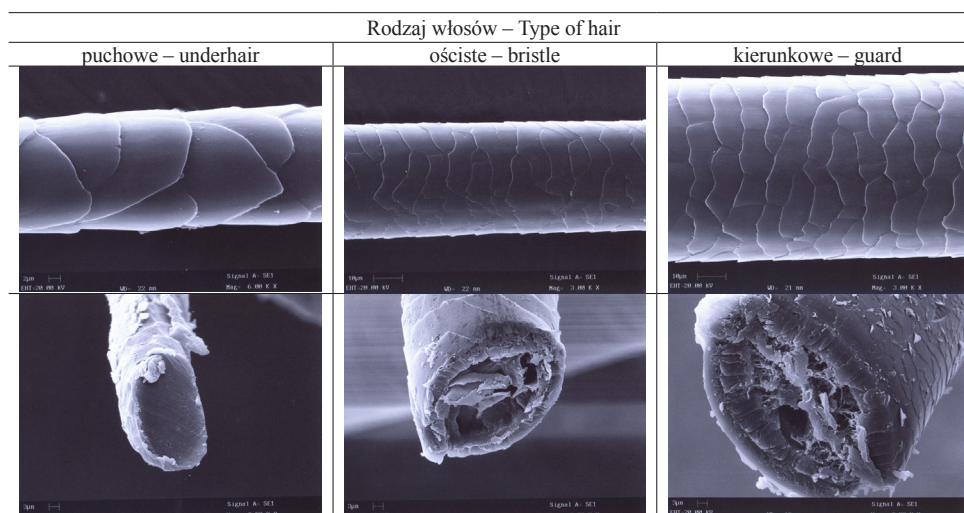


Fot. 2 Kutikula oraz przekroje włosów barwy białej
 Fig. 2. Cuticle and cross-section of white hair

ne brzegi, a pozostałe były gładko zakończone. We włosach puchowych kotów białych i rudych zaobserwowano obecność rdzenia, który wypełniał prawie całe wnętrze włosa, natomiast u pozostałych wypełniała je zbita warstwa korowa. Wszystkie włosy w przekroju poprzecznym były owalne.

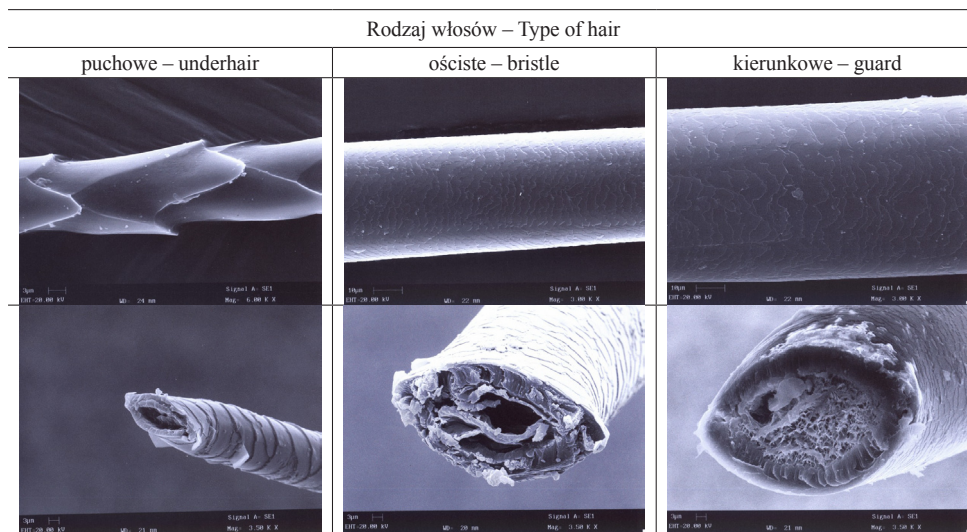


Fot. 3. Kutikula oraz przekroje włosów barwy brązowej
Fig. 3. Cuticle and cross-section of brown hair



Fot. 4. Kutikula oraz przekroje włosów barwy czarnej
Fig. 4. Cuticle and cross-section of black hair

Łuski kutikuli włosów ościstych kotów o umaszczeniu kremowym, białym, brązowym oraz czarnym charakteryzowały się podobnym układem regularnej fali oraz gładkimi brzożkami, poza kotami o umaszczeniu kremowym, u których były one lekko postrzępione. Kształt tych włosów w przekroju poprzecznym był owalny, a wewnątrz prawie całkowi-



Fot. 5. Kutikula oraz przekroje włosów barwy rudej
Fig. 5. Cuticle and cross-section of red hair

cie wypełnione warstwą rdzeniową. Układ łusek kutikuli włosów ościstych kotów rudych również był regularny. Odległości pomiędzy łuskami były zdecydowanie mniejsze niż u pozostałych kotów, a ich brzegi mocno postrzępione. Podobnie jak w pozostałych włosach, wewnątrz prawie w całości wypełniał rdzeń.

We włosach kierunkowych wszystkich badanych łuski układały się w formie regularnej fali. Podobnie jak we włosach ościstych, poza kremowymi oraz rudymi, posiadały gładkie brzegi. Łuski ułożone były poprzecznie w stosunku do długości włosa. Odległości pomiędzy pojedynczymi łuskami można określić jako średnie. U kotów o umaszczeniu kremowym łuski były lekko postrzępione, natomiast u kotów rudych miały wyraźnie postrzępione brzegi i w porównaniu do pozostałych znajdowały się w bliskiej odległości. Wszystkie włosy w przekroju poprzecznym były owalne i w większości wypełnione rdzeniem.

Ze względu na ubogą literaturę dotyczącą okrywy włosowej kotów dyskusja uzyskanych wyników jest utrudniona. We wszystkich badanych próbach okrywy włosowej wykazano obecność trzech rodzajów włosów: puchowe, ościste oraz kierunkowe, z których najliczniejsze były włosy puchowe, natomiast najmniej liczne włosy kierunkowe. W badaniach wykazano, że włosy różnych barw charakteryzowały się różną grubością. Różne długości włosów puchowych, ościstych oraz pokrywowych potwierdziły występowanie piętrowości okrywy włosowej. Dolną, najkrótszą warstwę stanowiły włosy puchowe, pośrednią włosy ościste, natomiast najdłuższe, a zarazem najmniej liczne były włosy kierunkowe.

W badaniach własnych zaobserwowano, że wytrzymałość włosów kierunkowych kotów była podobna do wytrzymałości włosów zwierząt futerkowych [6, 9], natomiast wytrzymałość włosów ościstych była większa. Dla porównania, włosy niektórych ras psów charakteryzują się wytrzymałością na poziomie ok. 15 kg/mm² [4], podobną do wełny owczej. Wydłużenie włosów kierunkowych i ościstych we włosach kotów wszystkich barw było zbliżone.

Analiza procentowa zawartości różnych pierwiastków wykazała, że w badanych włosach najwięcej było węgla, tlenu oraz siarki, czyli pierwiastków budujących keratynę – główne białko włosa [2, 11].

Budowa histologiczna, obok grubości i długości, jest bardzo istotną cechą w charakterystyce włosów należących do różnych gatunków [3, 8, 12]. W analizowanych włosach najbardziej zewnętrzna warstwa – kutikula, charakteryzowała się dużym zróżnicowaniem kształtu łusek, ich wymiarami oraz liczbą na 1 mm długości. Obserwowano łuski regularnie zachodzące na siebie, o wyraźnych konturach i gładkich krawędziach oraz wydłużonym kształcie, szczególnie w przypadku włosów puchowych. Łuski zaobserwowane we włosach ościstych i kierunkowych odznaczały się nieregularną budową i gładkimi falistymi krawędziami. Jedynie warstwa kutikuli włosów barwy rudej odbiegała wyglądem od pozostałych, łuski włosów puchowych były wydłużone, natomiast włosów kierunkowych i ościstych postrzępione. Wnętrze wszystkich włosów charakteryzowało się zbliżoną budową. Włosy puchowe kotów barwy białej oraz rudej posiadały warstwę rdzeniową, natomiast u pozostałych umaszczeń wypełnione były zbitą warstwą korową. Wszystkie badane włosy kierunkowe oraz ościste miały mocno rozbudowaną warstwę rdzeniową. Różnice pomiędzy wyglądem kutikuli oraz liczbą łusek we włosach kotów o umaszczeniu rudym, w stosunku do pozostałych, mogą wynikać z różnych miejsc wykonania zdjęć histologicznych. W kluczu do oznaczania włosów ssaków Teerinka [12] wykazano, że na całej długości włosa mogą występować różnice w układzie łusek. U kota domowego bliżej wierzchołka włosa można zaobserwować większe postrzępienie oraz mniejsze łuski, a zarazem bardziej liczne niż na części włosa bliżej skóry.

Podsumowując należy podkreślić, że badania obejmowały ocenę okrywy kotów nierasowych, w przypadku których nie jest prowadzona praca hodowlana, tak więc uzyskane wyniki powinny być cennym uzupełnieniem wiedzy w zakresie biologii okrywy włosowej ssaków.

PIŚMIENNICTWO

1. CAFARCHIA C., ROMITO D., CAPELLI G., GUILLOT J., OTRANTO D., 2006 – Isolation of *Microsporum canis* from the hair coat of pet dogs and cats belonging to owners diagnosed with *M. canis tinea corporis*. *Veterinary Dermatology* 17 (5), 327-331.
2. CZYŻ K., PATKOWSKA-SOKOŁA B., FILISTOWICZ A., JANCZAK M., BODKOWSKI R., 2012 – The analysis of hair coat of dachshund of longhaired, shorthaired and wirehaired variety. *Bulletin of Veterinary Institute in Pulawy* 56, 643-647.
3. DZIURDZIK B., 1973 – Key to the identification of hairs of mammals from Poland. *Acta Zoologica Cracoviensia* 18, 73-91.
4. JANKOWSKA D., JANCZAK H., BODKOWSKI R., SADKOWSKA E., 2008 – Analiza okrywy włosowej psów rasy collie rough z uwzględnieniem jej właściwości przędnych. *Zeszyty Naukowe UP Wrocław, Biologia i Hodowla Zwierząt* LVII, 567, 101-108.
5. KOBRYŃ H., KOBRYŃCZUK F., 2008 – Anatomia zwierząt (t. 3). PWN, Warszawa, s. 253-258.
6. NOWICKI S., PRZYSIECKI P., FILISTOWICZ A., NAWROCKI Z., FILISTOWICZ A., 2012 – Wpływ wieku lisów pospolitych (*Vulpes vulpes*) na cechy fizyczne włosów pokrywowych oraz gęstość okrywy włosowej. *Roczniki Naukowe Polskiego Towarzystwa Zootechnicznego* 8 (1), 63-69.

7. PATKOWSKA-SOKOŁA B., DOBRZAŃSKI Z., OSMAN K., BODKOWSKI R., ZYGADLIK K., 2009 – The content of chosen chemical elements in wool of sheep of different origins and breeds. *Archiv Tierzucht* 52, 410-418.
8. PIÓRKOWSKA M., NATANEK A., 2007 – Ocena jakości okrywy włosowej populacji lisa polarnego z uwzględnieniem obrazu histologicznego skóry. *Roczniki Naukowe Polskiego Towarzystwa Zootechnicznego* 3 (4), 331-337.
9. PRZYSIECKI P., FILISTOWICZ A., GORAJEWSKA E., FILISTOWICZ A., NAWROCKI Z., NOWICKI S., 2009 – The effect of genotype on coat traits in Arctic foxes during summer and winter season. *Journal of Agrobiology* 26, 45-49.
10. SATO H., MATSUDA H., KUBOTA S., KAWANO K., 2006 – Statistical comparison of dog and cat guard hairs using numerical morphology. *Forensic Science International* 158, 94-103.
11. SATO I., NAKAKI S., MURATA K., TAKESHITA H., MUKAI T., 2010 – Forensic hair analysis to identify animal species on a case of pet animal abuse. *International Journal of Legal Medicine* 124, 249-256.
12. TEERINK B.J., 1991 – Hair of West-European Mammals. Cambridge University Press, New York.
13. WALKOWICZ E., CZYŻ K., PATKOWSKA-SOKOŁA B., 2013 – Zastosowanie analizy rentgenowskiej materiału biologicznego do oceny stanu środowiska naturalnego. *Przemysł Chemiczny* 92 (9), 1765-1767.

Anna Wyrostek, Katarzyna Roman, Katarzyna Czyż,
Marzena Janczak, Bożena Patkowska-Sokoła

Analysis of the hair coat of domestic cats with special focus on histological structure

Summary

The aim of the study was to characterize the hair coat of domestic cats. The research material consisted of hairs of different fractions collected in winter from female cats with a uniform hair coat colour: white, cream, red, brown and black. The hairs were divided into individual fractions, i.e. underhair, bristle hair and guard hair, and the following characteristics were evaluated: thickness, length, long and short axis length, stress at break and elongation. SEM (scanning electron microscope) images of all types of hair were taken and used to characterize each hair type and to calculate the number of scales per mm of hair length. The content of ions of various chemical elements was determined as well. Underhairs, which accounted for the largest percentage in the coat, were the thinnest and shortest, and had the most regular and distinct scale pattern. Guard hairs were the least numerous, but were the longest and thickest of all hairs examined. Both guard and bristle hairs had irregular scales with jagged edges. The cross-sections of these hairs revealed the presence of all the layers, i.e. the cuticle, cortex and medulla. In the underhair fraction the medulla was observed only in red cats. In all hairs the share of carbon, oxygen and sulphur ions was largest; these are the main components of hair protein, i.e. keratin.

KEY WORDS: domestic cat / hair coat / histological structure