

Przydatność badań histologicznych w ocenie jakości surowca futrzarskiego

Małgorzata Piórkowska², Anna Natanek²

¹*Instytut Zootechniki Państwowy Instytut Badawczy,
Dział Ochrony Zasobów Genetycznych Zwierząt, 32-083 Balice k. Krakowa*

²*Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Katedra Rozrodu i Anatomii Zwierząt,
al. Mickiewicza 24/28, 30-059 Kraków*

Histologia jest nauką o mikroskopowej budowie ciała istot żywych, rozwoju i funkcjach ich tkanek. Nazwa wywodzi się od greckiego słowa *histos* – tkanka i *logos* – wiedza, nauka. Podstawową metodą badań w histologii jest obserwacja mikroskopowa, po uprzednim spreparowaniu i wybarwieniu tkanek.

Istoty żywe, zarówno zwierzęta jak i rośliny, zbudowane są z zespołów komórkowych, które ulegają zróżnicowaniu morfologicznemu i czynnościowemu, tworząc tkanki i narządy, a wspólnym ich celem jest normalne funkcjonowanie organizmu jako całości. W miarę rozwoju i doskonalenia metod badawczych zaczęto badać przyczyny różnorodności morfologicznej zarówno zewnętrznej, jak i wewnętrznej budowy komórek i tkanek. Histologia jako dziedzina wiedzy uległa przekształceniu z czysto opisowej w naukę badającą czynności komórek i tkanek.

Mikroskop i jego historia

Początki histologii wiążą się ściśle z wynalezieniem mikroskopu, dzięki któremu możliwe było badanie małych obiektów, zwykle niewidocznych gołym okiem. Zanim go odkryto, człowiek poznawał świat jedynie w takim stopniu, na jaki pozwalały mu jego własne oczy bądź przy wykorzystaniu prostych soczewek skupiających. Z chwilą pojawienia się mikroskopu przed naukowcami otworzyła się nowa rzeczywistość. Byli oni w stanie obserwować zachowanie bakterii, drobnoustrojów czy innych drobnych organizmów, poznać strukturę wszelkich tkanek i komórek.

Pierwszy mikroskop optyczny został wynaleziony około 1590 r. Za jego twórców uważa się Holendrów Zachariasza van Jansena i jego ojca Hansa. Skonstruowany przez nich prosty, o dwóch soczewkach, przyrząd wykorzystywał do oświetlania obserwowanych obiektów światło dzienne. Nie zdobył on wtedy uznania jako narzędzie badawcze, gdyż jego wadą było niewielkie, około dziesięciokrotne (10x) powiększenie. W marcu 1625 r. po raz pierwszy użyto słowa „mikroskop” – pojawiło się ono w liście jednego z badaczy do księcia Federico Cesiego, a jego nazwa wywodzi się ze starogreckich słów *mikros* – mały i *skopeo* – patrzeć, obserwuję (Historia mikroskopów, pl.scribd.com).

Właściwy rozwój mikroskopu nastąpił dopiero w drugiej połowie XVII w. Angielski uczonec Robert Hook skonstruował urządzenie o podobnym do dzisiejszych mikroskopów wyglądzie, dające 40-krotne powiększenie. W 1665 r. odkrył on komórkową budowę organizmów żywych i opublikował swoje odkrycie w dziele *Micrographia* (Simmons, 1997). Przełomu dokonał holenderski wynalazca i przyrodnik Antoni van Leeuwenhoek, który udoskonalił konstrukcję mikroskopu, stosując soczewki o krótkiej ogniskowej, dokładnie wyszlifowane (Hart, 1996). Dzięki temu uzyskał 270-krotne powiększenie oraz znacznie większą zdolność rozdzielczą niż w jakimkolwiek wcześniej zbudowanym mikroskopie. Swego największego odkrycia dokonał w 1674 r., kiedy po raz pierwszy zobaczył mikroby. W tym samym roku, we wrześniu Towarzystwo Królewskie w Londynie zostało poinformowane, że za pomocą zbudowanego własnoręcznie mikroskopu udało mu się dostrzec

„bardzo małe żyjątka”. Leeuwenhoek jako pierwszy obserwował żywe komórki (plemniki, erytrocyty, pierwotniaki, bakterie) i opisał wiele mikroskopijnych organizmów, niewidzialnych gołym okiem. Badał on m.in. włos ludzki, włókna mięśni, naskórek. Wykorzystanie mikroskopu przyczyniło się do ogromnego postępu w biologii. W drugiej połowie XVIII w. mikroskop wyposażono w obiektywy achromatyczne, skonstru-

wane przez Anglika Johna Dollonda i Niemca Josepha von Fraunhofera (Historia mikroskopów, pl.sribd.com). W 1827 r. Włoch Giovanni B. Amici wynalazł obiektyw immersyjny. W 1872 r. niemiecki fizyk Ernest Abbe wyposażył mikroskop w przyrząd oświetlający i opracował podstawy teoretyczne, opisujące jego działanie. Dziesięć lat później (1882) Robert Koch odkrył z jego pomocą prątki gruźlicy (fot. 1, 2).



Fot. 1. Rozwój mikroskopów w XVIII w. (internet)
Photo 1. Development of microscopes in the 18th century (Internet)

Na początku XX w. mikroskop optyczny pozwalał już uzyskiwać około 2000-krotne powiększenia (Encyklopedia Techniki, 1998). Wykorzystano go do obserwacji podziału chromosomów w jądrze komórkowym. W 1910 r. amerykański biolog i genetyk Thomas Hunt Morgan udowodnił, że chromosomy są nośnikami genów. Mikroskop okazał się przełomowym wy-

nalazkiem, który pozwolił na rozwój medycyny, biologii oraz chemii. Jego konstrukcja, ciągle usprawniana i modyfikowana o dodatkowe urządzenia, umożliwia obecnie obserwowanie przedmiotów za pomocą światła przechodzącego przez nie, jak i od nich odbitego. W 1931 r. Ernst Ruska z zespołem fizyków niemieckich skonstruował mikroskop elektronowy, o powięk-

szeniu rzędu 250 000x, przy użyciu którego stało się możliwe obserwowanie obiektów o wielkości zaledwie jednej milionowej milimetra (Encyklopedia Techniki, 1998). Wersję użyteczną zbudowała w 1938 r. firma Siemens. Za swoje osiągnięcie Ruska został uhonorowany w 1986 r. Nagrodą Nobla.



Fot. 2. Mikroskop z 1879 r. firmy Carl Zeiss (internet)

Photo 2. A Carl Zeiss microscope from 1879 (Internet)

Współczesne mikroskopy są jednak o wiele bardziej zaawansowane niż te sprzed dekady, umożliwiając prowadzenie obserwacji

cząsteczek, których rozmiary są mniejsze od zdolności rozdzielczej mikroskopu (tzw. ultramikroskop). Dzięki laserom zbudowano mikroskopy skanujące, odbiciowe i fluorescencyjne czy dopplerowskie. W 1956 r. Amerykanin Ervin W. Mueller skonstruował mikroskop jonowy, pozwalający uzyskiwać powiększenia rzędu kilku milionów razy. W 1982 r. mikroskopia uczyniła pierwszy krok w kierunku świata atomów poprzez zastosowanie elektroniki. Pracujący w Zurychu naukowcy Gerd Binnig oraz Heinrich Rohrer skonstruowali mikroskop STM (*Scanning Tunneling Microscope*), pozwalający na badanie różnych właściwości materii oraz struktur złożonych z pojedynczych atomów (nanometry; Encyklopedia Techniki, 1998). W 1986 r. powstał pierwszy mikroskop sił atomowych (AFM – *Atomic Force Microscope*). Możliwości mikroskopów STM i AFM oraz różnych ich odmian w zakresie obrazowania zapoczątkowały burzliwy rozwój nowej dziedziny zwanej mikroskopią sond skanujących lub skaningową mikroskopią bliskich oddziaływań. Obecnie badacze przewidują, że postęp w mikroskopii pozwoli na zapoczątkowanie rozwoju nanotechnologii, która może znaleźć zastosowanie w prawie każdej dziedzinie życia.

Budowa i funkcje skóry

Skóra stanowi zewnętrzną powłokę ciała zwierząt, oddzielając organizm od otoczenia. Pełni ona przede wszystkim rolę narządu ochronnego, zabezpieczającego przed szkodliwymi wpływami środowiska zewnętrznego, tj. urazami mechanicznymi, zmianami temperatury, zakażeniami. Oprócz tego, skóra bierze udział w regulacji gospodarki wodnej i cieplnej, wydalając wraz z potem substancje szkodliwe dla organizmu oraz jest narządem odbierającym bodźce ze środowiska zewnętrznego za pomocą receptorów. W skórze zachodzą także przemiany barwnikowe i powstają witaminy.

Aby poznać i ocenić dany produkt futrzarski, należy najpierw poznać jego budowę, wzajemne zależności i powiązania, występujące wady i zalety oraz różnice. Anatomicznie skóra składa się z trzech odrębnych warstw: naskórka, skóry właściwej i warstwy podskórnej, zróżnicowanych budową, składem chemicznym i peł-

nionymi funkcjami, a także okrywy włosowej, będącej wytworem naskórka. Poszczególne włosy okrywy wnikają swymi korzeniami głęboko w skórę właściwą, z którą wiążą się silnie poprzez cebulki włosowe. Głębsze warstwy naskórka, za wyjątkiem skór osobników albinotycznych, zawierają pigment. Wydzielina gruczołów łojowych, składająca się z kwasów tłuszczowych i cholesterolu, chroni naskórek przed wysychaniem, a włosy przed przenikaniem do nich wody. Włosy natłuszczone nabierają połysku, stają się bardziej sprężyste i nie łamią się (fot. 7).

Skóra właściwa składa się z warstwy brodawkowej, zwanej licem i z warstwy siateczkowej, w której włókna kolagenowe gęsto przeplatają się ze sobą, tworząc sieć włókien klejodajnych (99% wszystkich włókien skóry), sprężystych i siateczkowych. Taka budowa sprawia, że warstwa ta jest ponad dwukrotnie bardziej wytrzymała na rozerwanie niż warstwa brodawkowa. Gęstość, grubość i wzajemny stosunek oraz układ włókien (oprócz techniki wyprawy) decydują o właściwościach technologicznych skóry. Włókna klejodajne, które mają układ podłużny w stosunku do osi ciała, wpływają na wytrzymałość i siłę skóry. Są jednak wrażliwe na podwyższoną temperaturę i podgrzewanie. Stąd, skóry suszone w zbyt wysokiej temperaturze (25–30°C) stają się sztywne i łamliwe. Włókna sprężyste mają układ nieregularny, przebiegają we wszystkich kierunkach. Pozwala to na rozciąganie i formowanie mokrej skóry w pożądanym kierunku. Z drugiej strony, w czasie wysychania skóra kurczy się. Z tego powodu skóry futerkowe należy suszyć naciągnięte na prawidłowo.

Tkanka podskórna, leżąca pod skórą właściwą, jest luźno utkana i w sprzyjających warunkach bytowych osadza się w niej znaczna ilość tłuszczu, tworząc tzw. podściółkę tłuszczową. Chroni ona organizm przed nadmierną utratą ciepła i stanowi zapas pokarmowy. Pod wpływem promieni nadfioletowych powstaje tam prowitamina witaminy D.

Ocena skór futrzarskich

Skóry futrzarskie od wieków są przedmiotem zainteresowania człowieka ze względu na właściwości użytkowe i wartość handlową.

Już w epoce kamiennej były jedynym odzieniem wykorzystywanym przez człowieka do ochrony przed zimmem. Pierwotnie, pozyskane skóry po zdjęciu ich ze zwierzęcia użytkowano bezpośrednio w stanie surowym, wysuszonym i niewyprawionym. Z czasem człowiek nauczył się wyprawiać skóry różnymi metodami, coraz bardziej doskonałymi. Obecnie używa się je głównie w stanie wyprawionym oraz barwionym i przycinanym (strzyżonym) stosownie do potrzeb mody.

Pierwszoplanowym celem hodowli zwierząt futerkowych jest pozyskanie skór wysokiej jakości, których wartość ocenia się na podstawie poszczególnych parametrów, charakteryzujących okrywę włosową. Dlatego, ważne jest ustalenie czynników, które mają wpływ na jakość okrywy. Większość cech zwierząt futerkowych to zarazem cechy użytkowe. Zalicza się do nich wielkość ciała, barwę oraz strukturę okrywy włosowej. Dodatkowo, o jakości futra decyduje grubość i sprężystość włosów, ich jedwabistość i połysk oraz wyrównanie w poszczególnych partiach ciała. Coraz częściej przy ocenie wartości skór bierze się także pod uwagę jakość tkanki skórnej, z którą okrywa jest rozwojowo i biologicznie ściśle związana. Budowa mikroskopowa skóry decyduje bowiem o jej trwałości, zaś głębokość osadzenia cebulek włosowych ma znaczenie w procesie mizdrowania i garbowania, co w efekcie końcowym decyduje o wartości użytkowej futra. Obecna moda na dwustronne futerka oraz techniki stosowane w przemyśle wymagają od skór dobrej jakości okrywy włosowej, a zwłaszcza odpowiedniej gęstości, jedwabistości włosa i lekkości. Gęstość puchu wyliczona na podstawie badań histologicznych jest wyższa niż w rzeczywistości. Świadczy to o niecałkowicie wykorzystanych możliwościach tkanki skórnej oraz niepełnym pobudzeniu cebulek włosowych, których zbyt duża ilość pozostaje w stanie uśpienia (Vanek i Hanzlova, 1992). Coraz ważniejsza staje się zatem jakość powłoki skórnej (fot. 3, 4, 5, 6).

Badania histologiczno-morfometryczne wykonuje się w oparciu o preparaty tkanki skórnej utrwalone w 6% zbuforowanej formalinie. Próbkę tę poddaje się następnie odwodnieniu w alkoholach o wzrastającym stężeniu (od 50 do 100%) i prześwietla w ksylenie. Sporządzone metodą parafinową skrawki histologiczne kroi się przy użyciu mikrotomu na preparaty o grubo-

ści 6–8 μm i wybarwia metodą różnicową – hematoksyliną Delafielda i eozyną. Analizę uzyskanych preparatów i ich mikrofotografie wykonuje się przy użyciu mikroskopu, za pomocą programu komputerowej analizy obrazu.

Wyniki badań histologicznych

Budowa histologiczna różnych rodzajów futerek wykazuje zróżnicowanie, a grubość poszczególnych warstw skóry zależy od gatunku zwierzęcia, z którego pochodzi, jego wieku, płci i partii topograficznej. Okrywa włosowa każdego zwierzęcia futerkowego jest inna i ma swoje charakterystyczne właściwości, związane

z przystosowaniem się zwierzęcia do określonego środowiska, wykazując różnice w długości, grubości i budowie mikroskopowej poszczególnych rodzajów włosów.

Gęstość okrywy włosowej związana jest z grubością warstwy naskórka. Z jednego mieszka włosowego może wyrastać kilka włosów różnego rodzaju, co jest charakterystyczne dla danego gatunku zwierząt. Kształt łusek pokrywających włos nie jest jednakowy i zmienia się w zależności tak od gatunku zwierzęcia, jak i rodzaju włosa. Cechy te oraz stosunek długości do szerokości łusek i głębokości ich zachodzenia charakteryzują owłosienie poszczególnych gatunków zwierząt i pozwalają na makroskopową identyfikację pochodzenia włosa.

Tabela 1. Wyniki badań histologicznych skór zwierząt futerkowych i ich gęstości
Table 1. Results of histological examination of fur animal skins and their density

<i>Badany parametr</i> <i>Analysed parameter</i>	<i>Lis polarny</i> <i>Arctic fox</i>	<i>Lis pospolity</i> <i>Common fox</i>	<i>Jenot</i> <i>Raccoon dog</i>	<i>Norka</i> <i>Mink</i>
Grubość poszczególnych warstw skóry: <i>Thickness of individual skin layers:</i>				
– naskórka – <i>epidermis</i> (μm)	14,5	8,8	70,0	6,4
– skóry właściwej – <i>dermis</i> (μm)	496,0	456,2	630,0	634,7
Wyliczona laboratoryjnie gęstość okrywy włosowej na 1 cm^2 skóry (szt./ cm^2)*: <i>Laboratory calculated hair coat density per cm^2 skin (hair/cm^2)*:</i>	19 268			
– włosów puchowych – <i>down hair</i>	153	12 850	9 058	20 782
– włosów pokrywowych – <i>guard hair</i>		162	139	218
Liczba pęczków w kępce (szt.) <i>No. of bundles per tuft</i>	2,7	4,5	2,2	1,5
Liczba włosów puchowych w kępce (szt.) <i>No. of down hairs per tuft</i>	96,0	69,0	46,1	30,0
Liczba włosów puchowych w pęczku (szt.) <i>No. of down hairs per bundle</i>	35,2	15,0	20,5	20,6

*Pomiar gęstości okrywy włosowej podano jako średnią dla skóry wyliczoną z 6 prób.

**Hair coat density measurement given as a mean for skin calculated from 6 samples.*

Prowadzone w Instytucie Zootechniki PIB we współpracy z Uniwersytetem Rolniczym w Krakowie badania histologiczne skór mięsożernych zwierząt futerkowych wykazały znaczne różnice w grubości jej poszczególnych warstw (Piórkowska M., Natanek, 2007, 2012 a,b). Grubość tkanki skórnej była najcieńsza w skórkach lisów pospolitych – 465 μm , najgrubsza w przypadku skór jenocich – 700 μm (tab. 1).

Warstwa naskórka była najcieńsza w skórkach norki i lisa pospolitego – poniżej 9 μm , u lisa polarnego na poziomie 14 μm , a najgrubsza u jenotów – 70 μm .

Skóry norki i jenocie charakteryzowały się podobną grubością skóry właściwej, na poziomie 630–635 μm . W stosunku do nich skóry lisa polarnego i pospolitego były cieńsze, odpowiednio o około 22 i 28%.



Fot. 3. Okrywa włosowa lisa pospolitego
Photo 3. Common fox hair coat



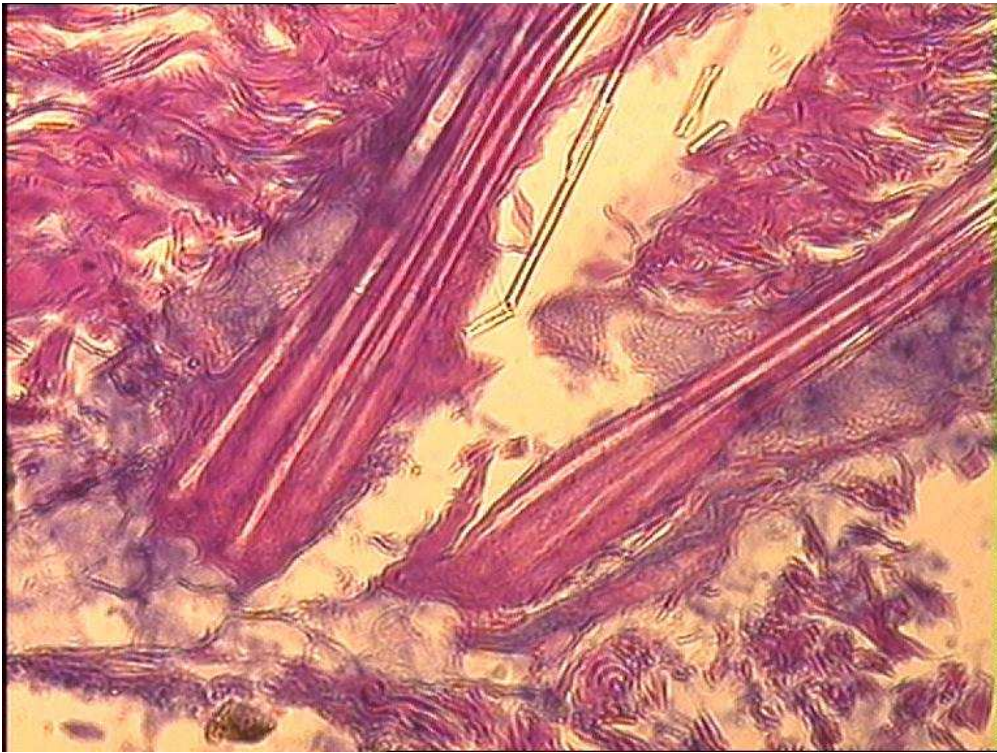
Fot. 4. Okrywa włosowa lisa polarnego
Photo 4. Arctic fox hair coat



Fot. 5. Okrywa włosowa norki
Photo 5. Mink hair coat



Fot. 6. Okrywa włosowa jenota
Photo 6. Raccoon dog hair coat



Fot. 7. Mikrofotografia przekroju podłużnego włosa
Photo 7. Microphotograph of hair longitudinal section



Fot. 8. Mikrofotografia okrywy włosowej lisa
Photo 8. Microphotograph of fox hair coat

Zwierzęta futerkowe charakteryzują się złożonym, grupowym rozmieszczeniem włosów w skórze – jest to tzw. układ kępkowy. Każda kępka składa się z kilku pęczków rozmieszczonych wokół włosa przewodniego (u mięsożernych najczęściej z trzech). W każdym z pęczków ze wspólnego mieszka włosowego wyrasta jeden włos ościsty i kilkanaście włosów puchowych. Liczba rozwiniętych aktywnych cebulek włosowych decyduje o gęstości okrywy włosowej i jej właściwościach ciepłochronnych (fot. 8).

Wyliczona laboratoryjnie gęstość puchu na 1 cm² skóry wynosiła średnio u lisów polarnych – 19,3 tys. włosów, u lisów pospolitych – 12,9 tys., jenotów – 8,5 tys., a u nerek 20,8 tys. (Kondo i Nishiumi, 1988; Natanek i in. 2001; Piórkowska i Natanek, 2007).

Badania histologiczne wykazały u lisów polarnych średnią liczbę pęczków w kępcie na poziomie 2,7 szt., o średniej zawartości 96 włosów puchowych w kępcie i 35 włosów puchowych w pojedynczym pęczku (Piórkowska i Natanek, 2007). U lisów pospolitych wartości te wynosiły odpowiednio: 4,5 szt., 69 i 15 włosów puchowych. U jenotów i nerek stwierdzono średnią liczbę włosów puchowych w pojedynczym pęczku na podobnym poziomie – 20,5 szt. (Blomstedt, 1998; Piórkowska i Natanek, 2012 a).

Odpowiednia liczba włosów okrywy zewnętrznej, będąc rusztowaniem dla całej

okrywy włosowej, stanowi ochronę przeciwko wszelkim czynnikom mechanicznym oraz zabezpiecza okrywę przed zbijaniem i spłśnieniem się. W cytowanej pracy na jeden włos okrywy zewnętrznej przypadało około 125 włosów puchowych w przypadku skór lisa polarnego, 80 szt. u lisa pospolitego, a 65 u jenota.

Badana populacja długowłosych zwierząt futerkowych charakteryzowała się średnio gęstą okrywą włosową oraz zbyt miękkim, wiotkim włosem pokrywowym u lisów pospolitych i jenotów. Taka delikatność okrywy włosowej staje się wadą, gdyż sprzyja filcowaniu i zbijaniu się włosów. Znacznym walorem skór lisów pospolitych była ich cienkość i lekkość.

Wygląd futerka jest odzwierciedleniem stanu zdrowotnego organizmu zwierzęcia, a każda zaobserwowana zmiana sygnalizuje nieprawidłowości w organizmie. Przydatność badań histologicznych polega na możliwości poznania prawidłowej budowy komórek, tkanek i narządów w rozmaitych stanach fizjologicznych czy etapach rozwoju. Bez tego nie można zrozumieć zmian powstających w różnych stanach chorobowych czy wykryć nieprawidłowości w strukturze tkanki skórnej i budowie włosów. Ponadto, badania pozwalają na dokładne określenie gęstości okrywy włosowej, dzięki czemu są pomocne i użyteczne przy określaniu potencjalnych możliwości włosotwórczych skóry.

Literatura

Blomstedt L. (1998). Pelage development in mink, ferret and blue fox, and some influencing factors. Academic Disseration, University of Helsinki, Finland.

Encyklopedia Techniki. Nauka i medycyna. Obiektywy i mikroskopy (1998). Wydanie polskie, Świat Książki, Warszawa, ss. 133–137.

Hart M.H. (1996). 100 postaci, które miały największy wpływ na dzieje ludzkości. Świat Książki, Warszawa, ss. 220–223.

Historia mikroskopów, pl.scribd.com

Kondo K., Nishiumi T. (1988). The pelage development in young mink (*Mustela vison*). Proc. IV Int. Congress in Fur Animal Production, Ontario (Canada), pp. 397–407.

Natanek A., Wojtysiak D., Barabasz B., Langenfeld M. (2001). Badania nad gęstością okrywy włosowej u nerek z uwzględnieniem obrazu histologicznego skóry. Rocz. Nauk. Zoot., Supl., 12: 209–214.

Piórkowska M., Natanek A. (2007). Ocena jakości okrywy włosowej populacji lisa polarnego z uwzględnieniem obrazu histologicznego skóry. Rocz. Nauk. PTZ, 3, 4: 331–337.

Piórkowska M., Natanek A. (2012 a). Diversity of selected features of integumentary system in mink. Proc. Xth Int. Sci. Congress in fur animal production. Scientifur, 36 (3/4): 404–408.

Piórkowska M., Natanek A. (2012 b). Use of histological analysis for evaluation of fur raw material. Proc. Int. Sci. Conf.: Presence and future of animal science, Kraków, p. 145.

Simmons J. (1997). 100 najwybitniejszych uczonych wszech czasów. Świat Książki, Warszawa, ss. 161–162.
Vaneek M., Hanzlova J. (1992). Surface morphology

and innervation of defective guard hairs of American mink (*Lutreola vison*, Schreb. 1974). Norw. J. Agric. Sci., Suppl., 9: 629–636.

USEFULNESS OF HISTOLOGICAL EXAMINATION IN THE EVALUATION OF FUR RAW MATERIAL QUALITY

Summary

Histology is the science of microscopic structure of living bodies, the development and function of their tissues. As a field of knowledge, histology changed from a purely descriptive science into a science that examines not only cell and tissue forms and structures, but also their function. Its development is strictly related to the invention of microscope, which made it possible to study small objects invisible to the naked eye. The basic method of histological analysis is microscopic observation of prepared and stained tissues.

Appearance of the fur reflects the animal body's health, and every observed change signals some abnormalities in the organism. Histological examination is useful in that it allows identifying the normal structure of cells, tissues and organs in different physiological states or developmental stages, and is essential for understanding changes that occur in different disease conditions and for detecting structural abnormalities of dermal tissue and hair structure. In addition, histological analysis enables accurately determining hair coat density, which makes it useful for determining the hair-forming potential of skin.

The histological study of skins from fur-bearing carnivores, conducted at the National Research Institute of Animal Production in collaboration with the University of Agriculture in Kraków revealed considerable differences in the thickness of different skin layers. The analysed population of long-haired fur animals was characterized by medium thick hair coat and overly soft and fragile guard hair in common foxes and raccoon dogs. Such delicacy of hair coat becomes a defect because it is conducive to hair becoming felted and matted. Fox skins had the advantage of being thin and light.



Norki białe Hedlunda – *Hedlund white mink*

Fot. w pracy: M. Piórkowska