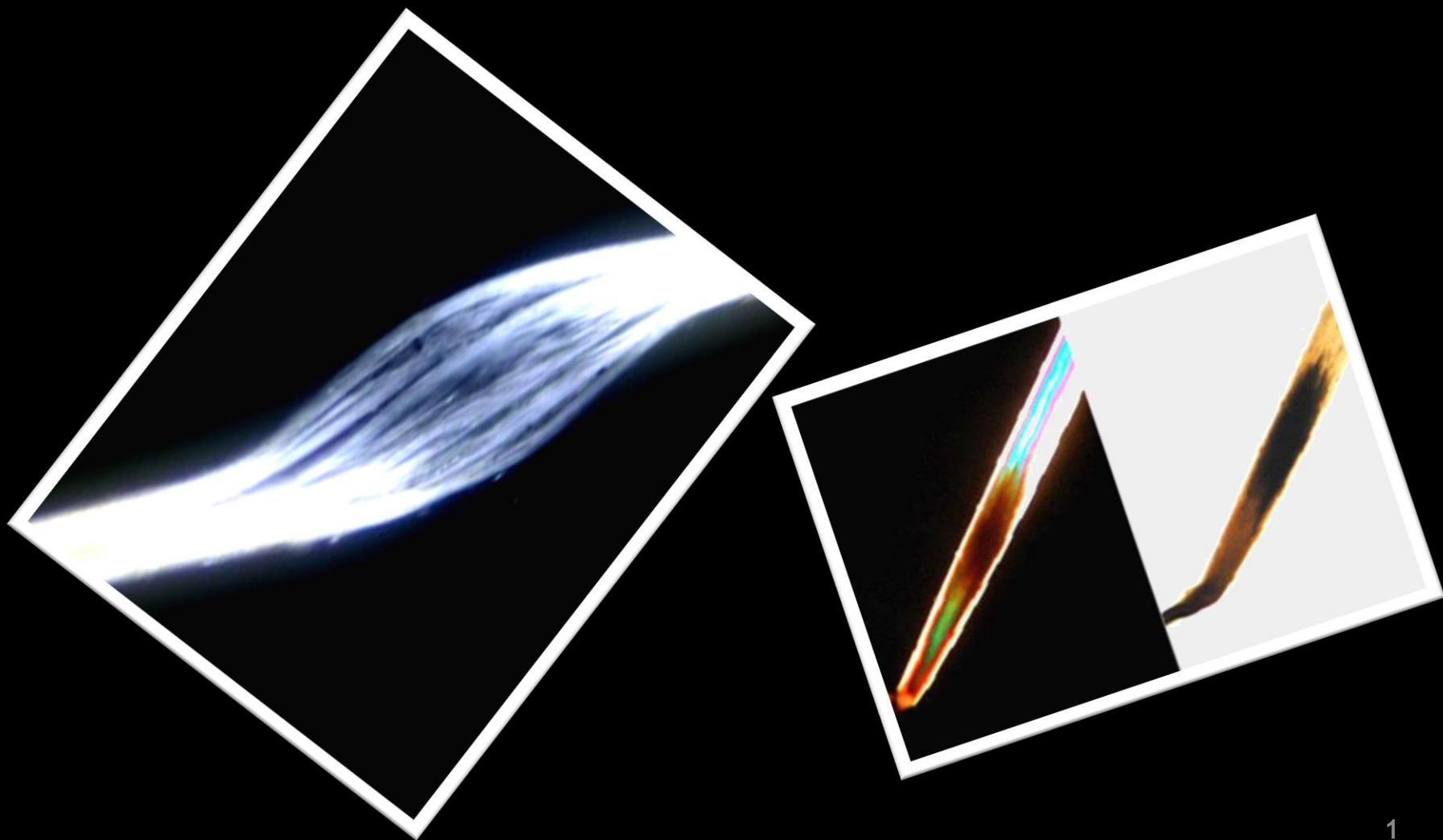


FORENZNÍ TRICHOLOGIE III



Změny struktury TM

- působení endogenních a exogenních faktorů na TM **in vivo**
poškození běžná, patologická, úrazová, související s TČ
(specifické znaky pro komparaci, důkaz násilí)
- působení exogenních faktorů na TM
 - **post separation**
 - **post mortem** (časný PMI, tafonomie)



ZMĚNY POSTIHUJÍ KOŘÍNEK I STVOL

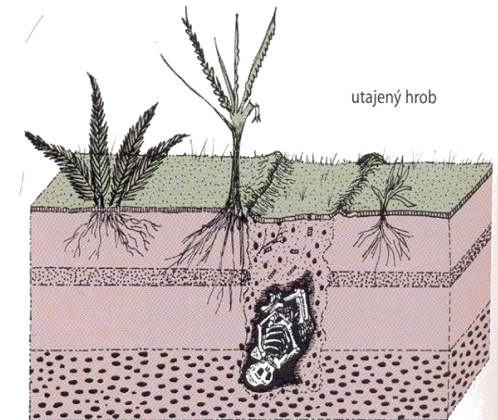


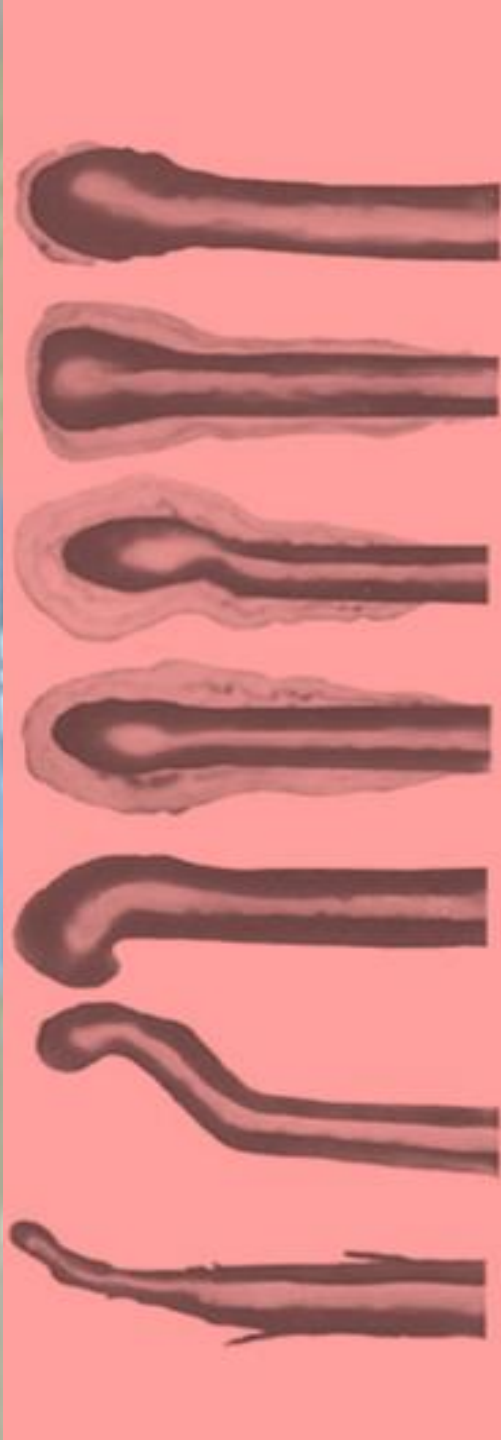
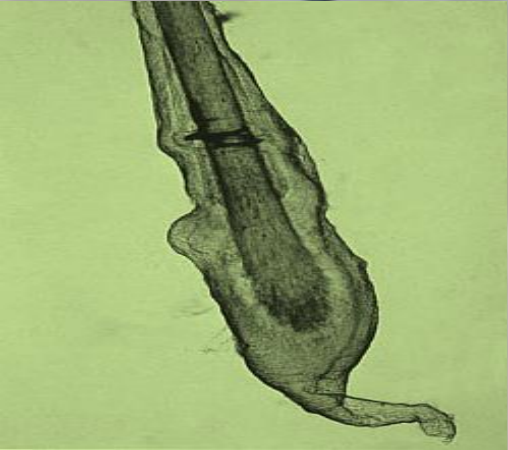


Exogenní faktory

životní styl, úrazy, TČ, degradace

- fyzikální faktory – vytržení, stříhání, řezání, střelba, tlak, teplota, hoření, elektrický proud
- chemické faktory – kyseliny, zásady, jedy; kosmetické přípravky
- biologické faktory (biodegradace) – plísně, hmyz (potrava, mechanický a keratinolytický efekt)
- kombinace faktorů např.
tafonomie TM – dekompozice,
diagenetické faktory (Fy, Ch, Bi faktory)
klimatické faktory





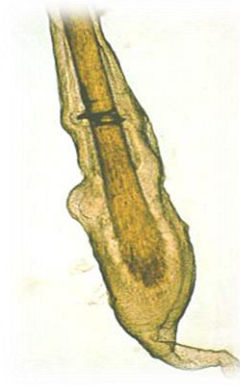
Poškození folikulu

biotické a abiotické faktory

- ***in vivo*** – např. chronická a akutní noxa, bakterie, plísně, roztoči
- **změny mechanické** – vytržení, vyčesání, vypadnutí, zlom kořínku
- **epilace** (termolýza)
- **nekrotické změny** – dekompoziční změny jsou kombinací environmentálních, mikrobiálních a autolytických procesů

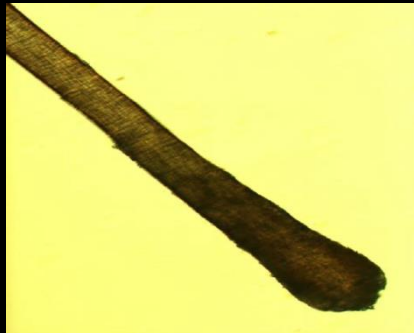
Bazální zakončení

způsob separace (vytržení, vytažení/vyčesání, vypadnutí)



Thalium

Následkem otravy thaliem se vlasy **lámou** ve folikulu, masívně vypadlé vlasy, alopecie



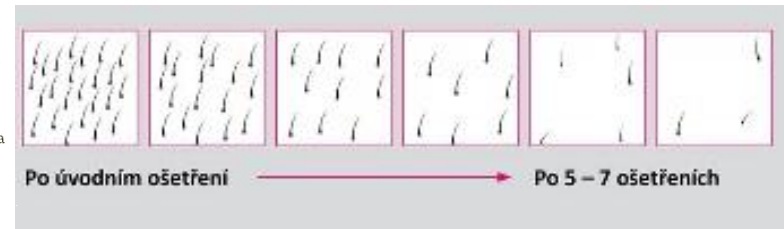
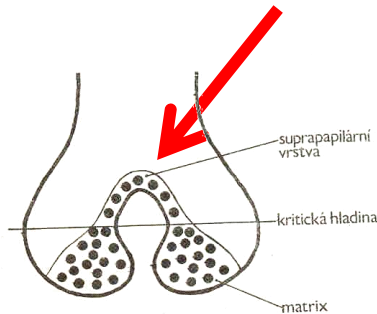
Epilace

epilace je odstranění chloupků včetně kořínků
depilace odstranění viditelné části chloupků

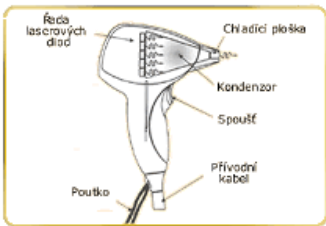
elektrolýza (elektrická sonda) – zničení zárodečné matrix vlivem **vysoké teploty** (jizvy); elektrický proud může roztrhnout kořen

fotoepilace :

IPL intenzivní pulsní světlo (*Intense Pulsed Light*) – širokospektrální světelný výboj podobný laserovému paprsku, který produkuje xenonová výbojka; *vlnová délka 490 nm-1200 nm*;
fototermolýza 70-75 °C



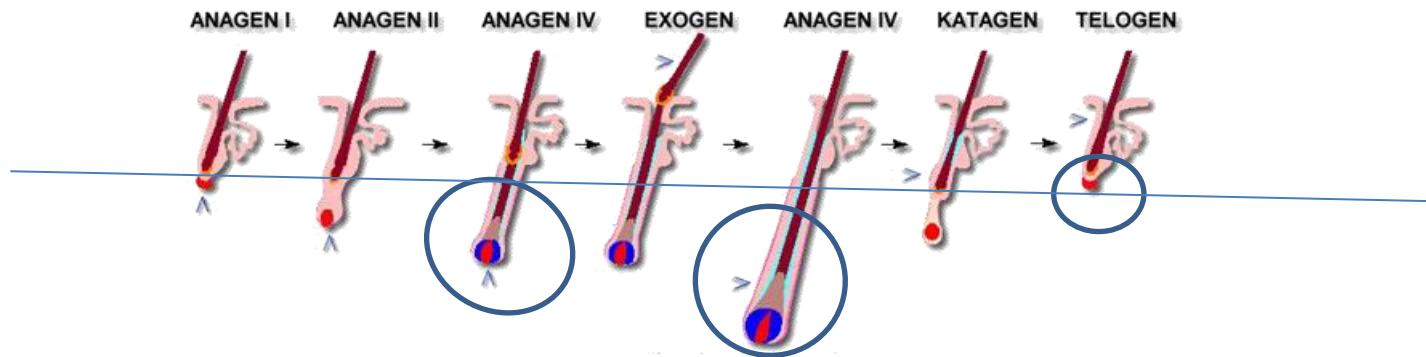
Laserová epilace



Laserová fotoepilace (**photothermolýza** vlasových folikulů) působí destrukci vlasového folikulu.

Cílovým chromoforem laserové paprsku ve folikulu je **melanin**. U světlých a šedivých vlasů musí být folikuly vystaveny exogenním chromofórům (např. roztoky obsahujícími uhlík). Paprsky vlnové délky 755 nm jsou absorbovány melaninem uvnitř vlasových folikulů, následně dojde k termálnímu poškození folikulu.

dočasná až permanentí ztráta ochlupení



Časný anagen: aktivní melanizace a v menší hloubce uložený folikul znamenají vyšší pravděpodobnost zničení distálních částí folikulu.

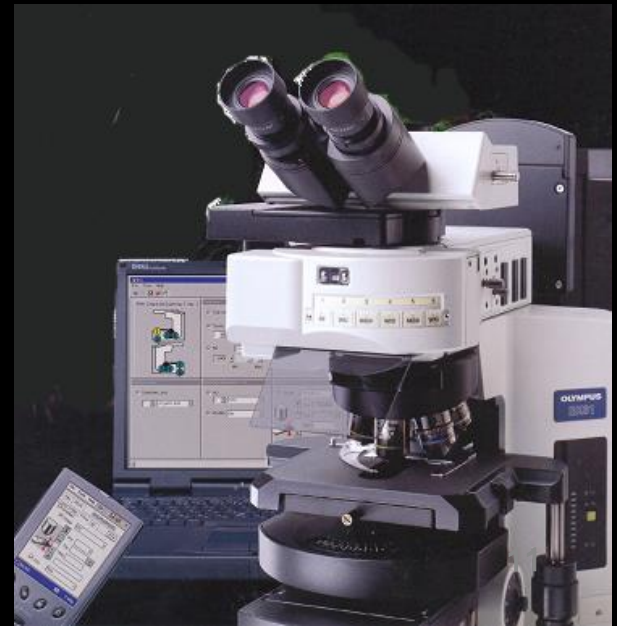
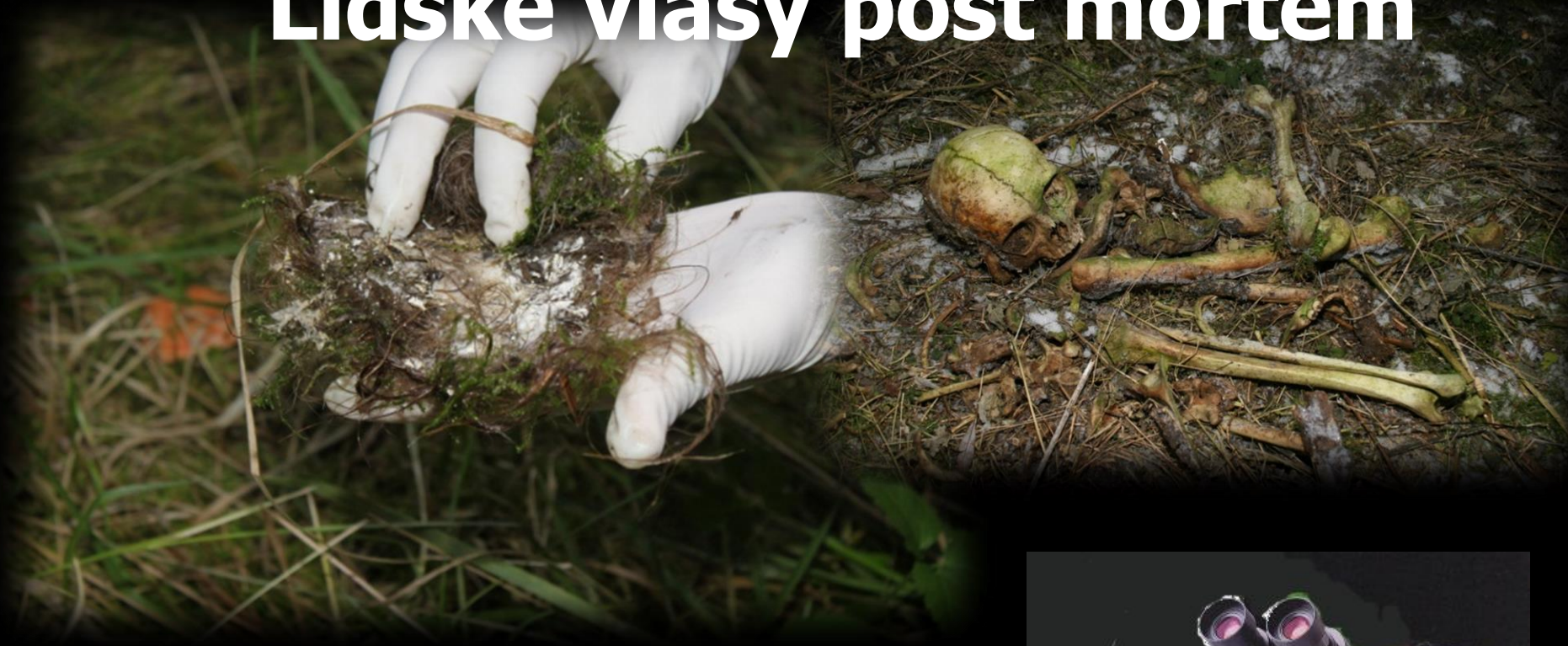
Pozdní anagen: folikul umístěn ve větší hloubce v dermis, vůči laseru je více rezistentní.

Katagen: melanizace se zastavuje v katagenu

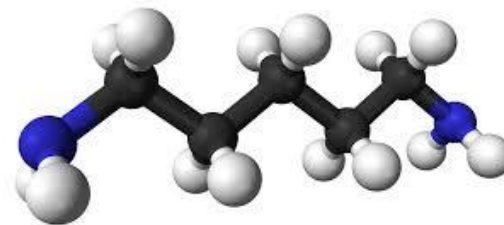
Telogen: chlupy obsahují v cibulce málo pigmentu na to, aby absorbovaly laserovou energii. Buňky v dolní části telogenního folikulu jsou v **pozdních fázích telogenu** již aktivní a velmi snadno podléhají poškození, proto mohou být zničeny, či závažně poškozeny, i v případě nízké melanogeneze.

Pokud nedojde k trvalé epilaci, folikuly chlupů jsou poškozeny jen částečně a ozářená místa po určité době zarůstají znovu. ***Chlupy, které opětovně vyrůstají po zákroku, jsou však tenčí a světlejší.*** Proces, který je nutno po určité době opakovat, vede nakonec k trvalé epilaci.

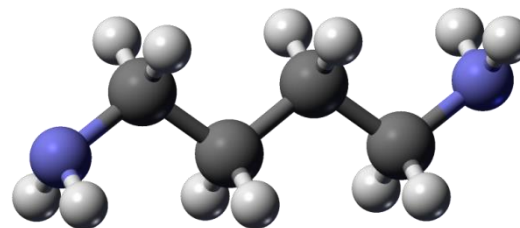
Lidské vlasy post mortem



Detekce rozkladných produktů a vlasů s nekrotickými kořínky



cadaverin=pentan-1,5,diamin



putrescin=butan-1,4-diamin

Ptomainy – tzv. mrtvolné jedy; aminy vznikající hnilobnými procesy bílkovin v tělech mrtvých živočichů.

Vznikají dekarboxylací aminokyselin **lysinu a ornithinu**.

Post separation vs. post mortem změny na kořincích vlasů, chlupů

Dekompoziční změny jsou kombinací
environmentálních, mikrobiálních a
autolytických procesů.

změny závisí na druhu prostředí, okolní
teplotě;

PMI < 2 dny – normální AM vývojové fáze
kořínků

PMI > 2 dny – více typů nekrotických
kořínků



Telogen

telogenní fáze rezistentní vůči dekompozici



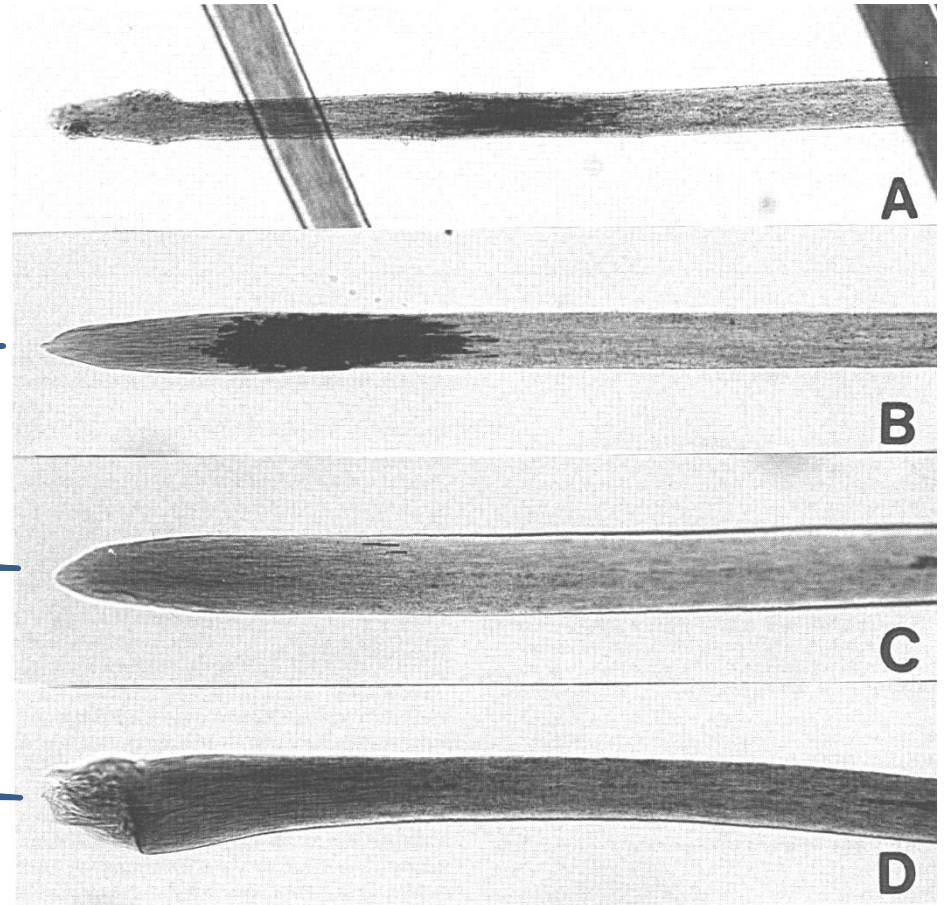
PM dekompozice kořínků

distální
proužek

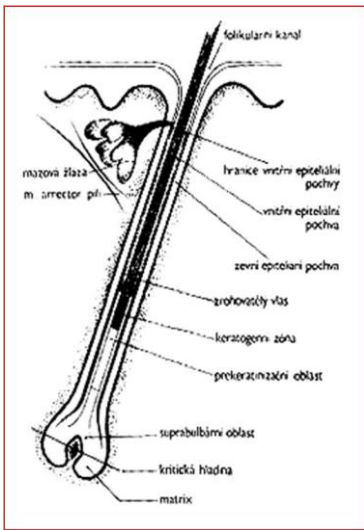
proximální
proužek

„hard keratin“

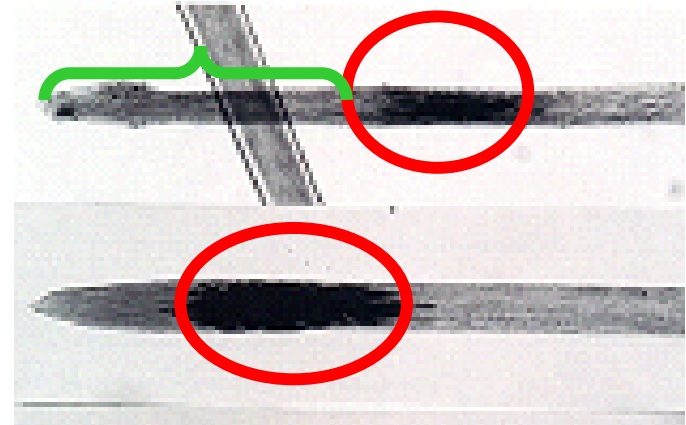
„brush“



PM změny folikulu pozdní anagen/katagen



- začíná **mezi prekeratinizační zónou a zónou s plně vytvořeným keratinem** (hard keratin)
- proužek = klasická PM změna vlasových kořínků – podélné prostory vyplněné vzduchem; nesnadné rozlišení u velmi tmavých vlasů
- **distální proužek** (*PM vytržený vlas zahrnuje bulbus, elongační a prekeratinizační zónu*)
- **proximální proužek**



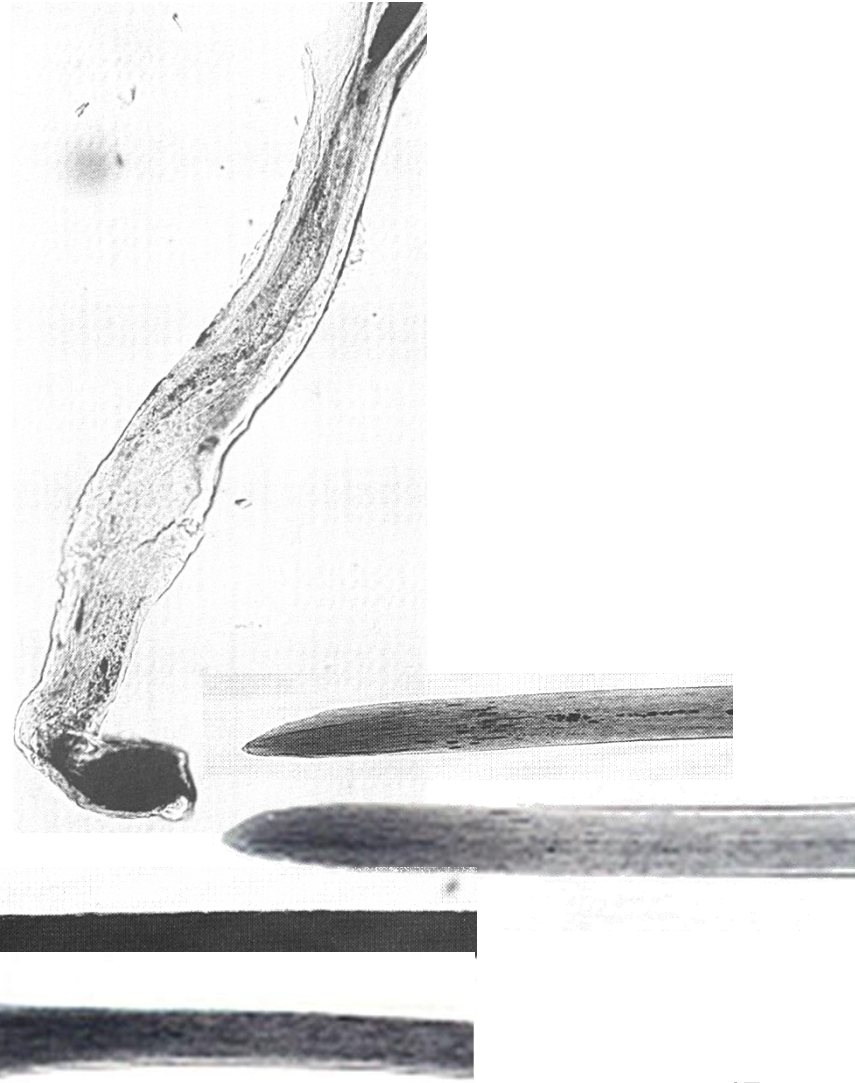
PM změny anagenního folikulu

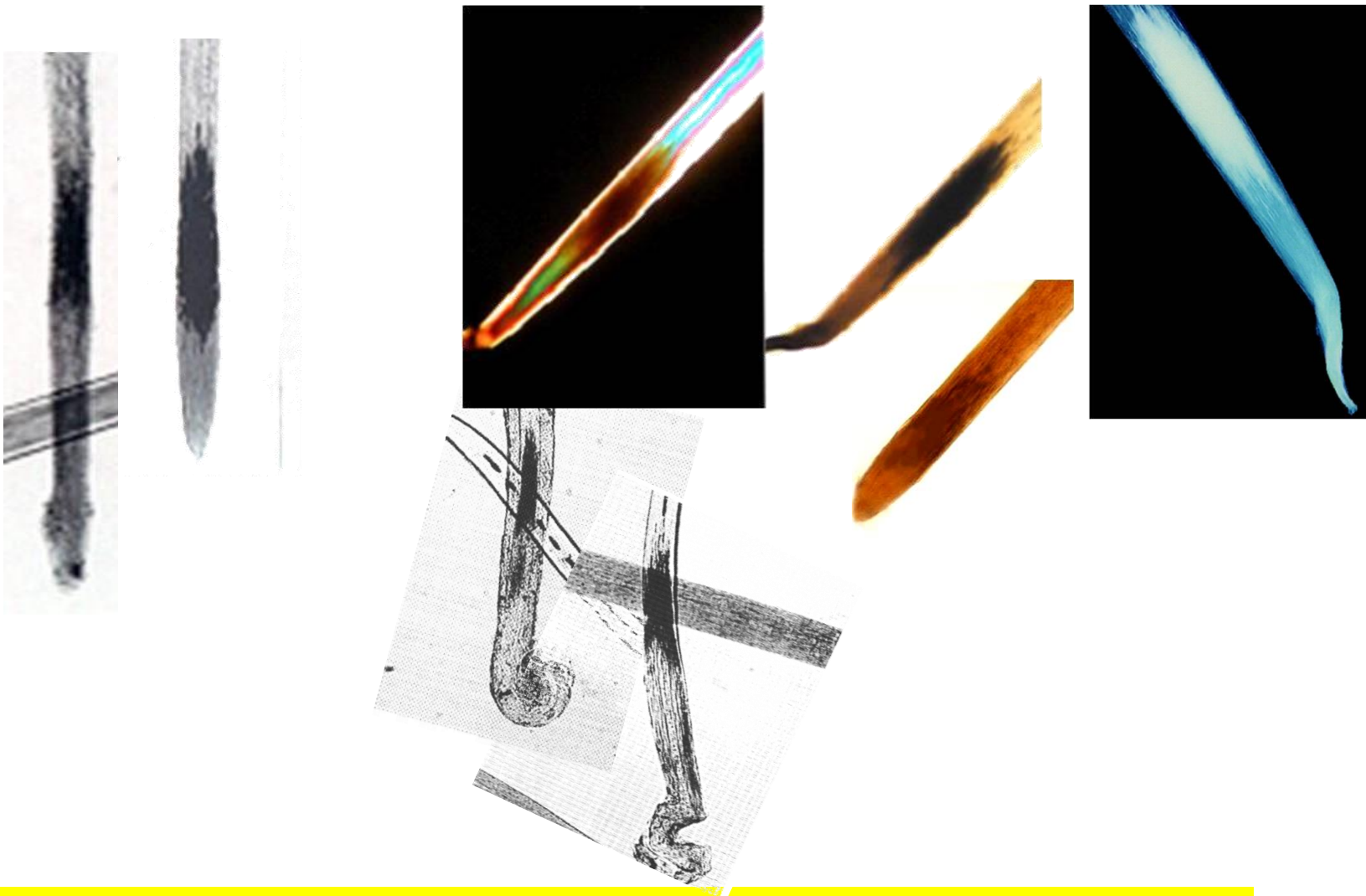
AM

- vytržené anagenní vlasy AM nevykazují PM dekompoziční změny

PM kompletní dekompozice

- **Hard keratin** souvisí s „**mokrou**“ dekompozicí ; **pokročilá hniloba** (bulbus, elongační a prekeratinizační zóna zůstávají v kapiliciu, pouze stvol s hard keratinem se uvolňuje)
- **Kartáčovitý konec** spojený se „**suchou**“ dekompozicí; dehydratace kůže + kořene vlasu – dojde k přetržení, vznikají tenká vlákna připomínající kartáč; nezaměnit s trháním, tupým násilím, TN





Tmavá část vlasu, defektní formace keratinových fibril, vzduchem vyplněné prostory.

Změny vlasového stvolu

- změna barvy
- fyzikální faktory – stříhání, řezání, střelba, tlak, teplota
- chemické faktory – kyseliny, zásady, kosmetické přípravky
- biofaktory – plísně, hmyz, roztoči (potrava, mechanický a keratinolytický efekt)
- taphonomické faktory

Změny pigmentace vlasového stvolu

1. in vivo

- patologické faktory
- exogenní faktory: odbarvení vlivem UV záření + voda + O₂; kosmetické barvení, odbarvování chemickými činidly

2. post separation, post mortem

- některé plísně způsobí změnu barvy
- taphonomický efekt v hlíně – rozklad keratinu, změny melaninu
- odbarvení na povrchu vlivem UV záření + voda + O₂

Kosmetické barvení a odbarvování vlasů

- rostlinná barviva
- metalická barviva
- syntetická organická barviva
 - trvalé barvení
 - polotrvalé barvení
 - tónování
- odbarvování



Rostlinná barviva

Matricaria chamomilla

bukové listí

cibulové slupky

citrónová šťáva

ořechové skořápky

divizna

černý čaj

indigo



Indigo



Indigo, synonymicky též indych je přírodní bylinné tmavě modré barvivo vyráběné z listů indigovníku pravého (*Indigofera tinctoria*, česky modřil barvířský), rostoucího v Indii, Číně apod.

Lawsonia alba

Tab. XXXVII.



Lawsonia inermis L.

Henna:
Lawsonia Inermis

Henna je derivát z
práškových listů *Lawsonia
alba*. Aktivní součástí je 2-
hydroxy-1,4-naftochinon,
který v kyselém roztoku
penetruje do keratinu (trvalé
barvení).



The Henna Page
© 2004

Kovová barviva

- v minulosti zajišťovala větší **škálu barevných odstínů** než rostlinná barviva
- **dnes už se nepoužívají**
- jedná se o **rozpustné soli kovů** (olova, mědi, stříbra, niklu, vizmutu, kobaltu, manganu apod.) na čerstvě umyté vlasy
- vlivem světla, vzduchu nebo pomocí speciálních roztoků – **vyvíječů**
– se vlasy vybarví na požadovaný odstín
- vyvíječ je roztok, který se skládal z destilované vody a účinné látky – pyrogalol

Barvení vlasů

syntetická organická barviva

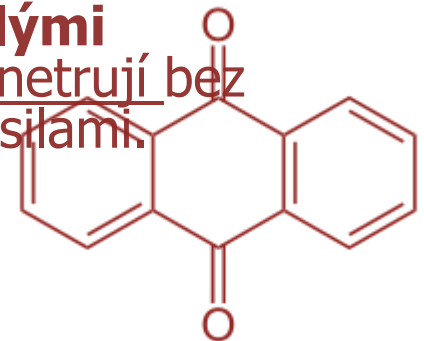
Krátkodobé barvení vlasů

Krátkodobá barviva se aplikují většinou jako jednoduché **přelivy**.

Obalují vlasový stvol jemnou vrstvou barviva a barva se odstraňuje z vlasů umytím šampónem. Aby mohla být použita ve formě sprejů, jsou inkorporována do plastických hmot (např. 3% polyvinylpyrrolidin). Tónování vlasů se provádí pomocí barviv v šampónech. Tyto prostředky neimpregnují vlasy, ale zůstávají pouze na jejich povrchu a lze je snadno smýt.

Polotrvalé barvení vlasů

Barviva (**nitrobarviva, antrachinony**) jsou tvořena **malými molekulami** s 1 až 3 aromatickými jádry. Do keratinu penetrují bez předchozí oxidace a zde jsou drženy Van der Waalsovými silami. Přetrvávají až 10 umytí šampónem.



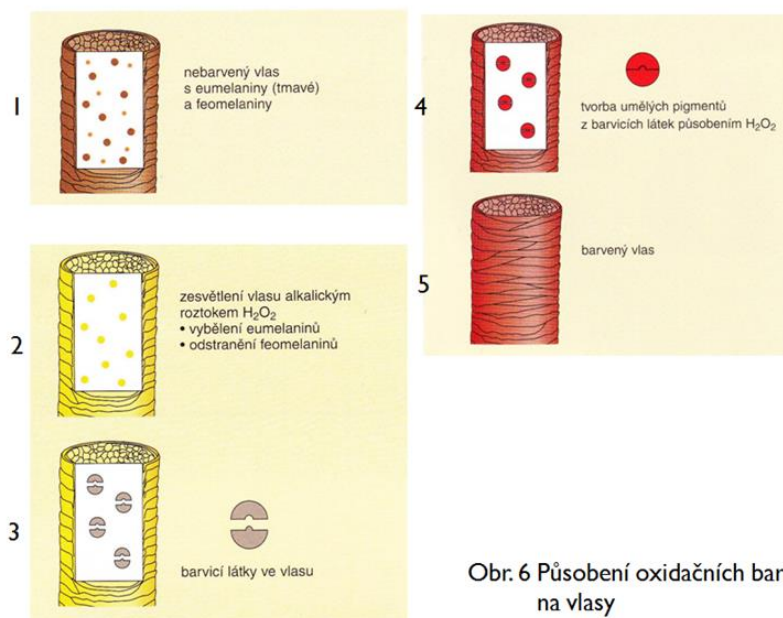
Trvalé barvení vlasů

Oxidační barviva.

Oxidační barviva

dnes největší uplatnění

- čerstvé roztoky jsou **bezbarvé nebo slabě zbarvené**
- barevná látka **vzniká až působením kyslíku** – proto název **oxidační barviva**; **peroxid vodíku** je vhodný pro vyvolání barevné reakce
- peroxid vodíku zesvětlí pigmenty ve vlasech a vytvoří pigmenty umělé
- barviva mají schopnost pronikat do hlubších struktur vlasu
- barva přilne k vlasovému keratinu – fixuje se na něj, proto je vybarvení trvalé
- vznikají velmi přirozené barevné odstíny



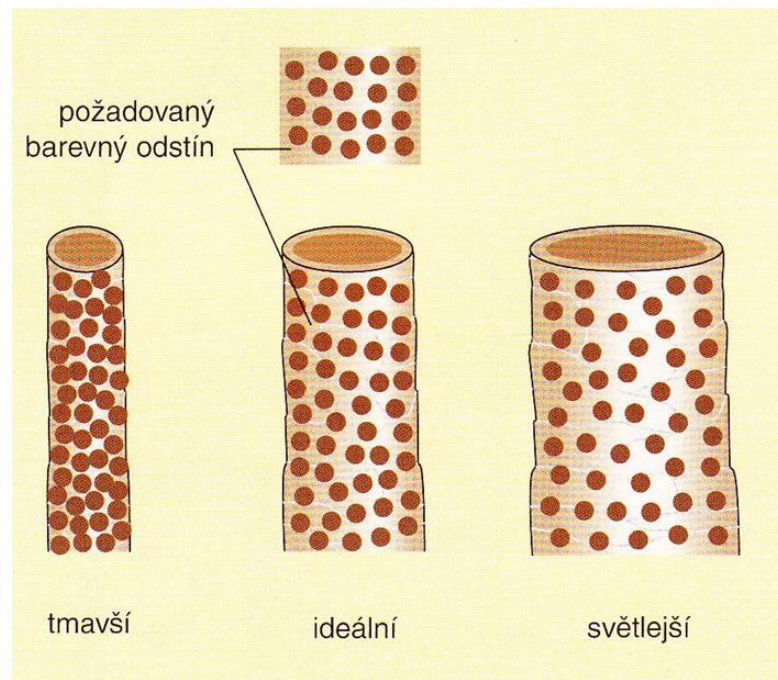
Obr. 6 Působení oxidačních barev na vlasy

Vlastnosti vlasů

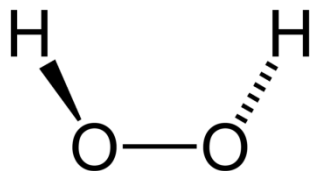
mají význam při oxidačním barvení

Nasákavost a bobtnavost – umožňuje proniknutí přípravku do vlasu

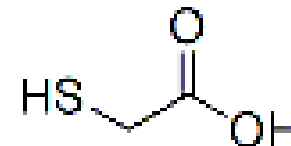
Struktura a tloušťka vlasů – ovlivňuje výsledek změny barvy
(správně zvolit barevný odstín a dobu působení)



Obr. 5 Výsledná barva při rozdílné tloušťce vlasů



Odbarvování – chemická oxidace



peroxid vodíku, thioglykolová kyselina (k. merkaptooctová), persulfát, permanganát a perchlorát

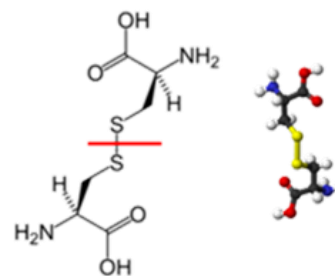
ireverzibilní změny melaninu

rozpuštění melanosomů, degradace melaninu (melaninová granula)

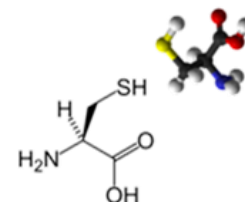
degradace proteinů

štěpeny jsou vazby S-S

z cystinu vznikají zbytky kyseliny cysteinové, které způsobí poruchy v rozložení elektrostatických příčných vazeb



cystin



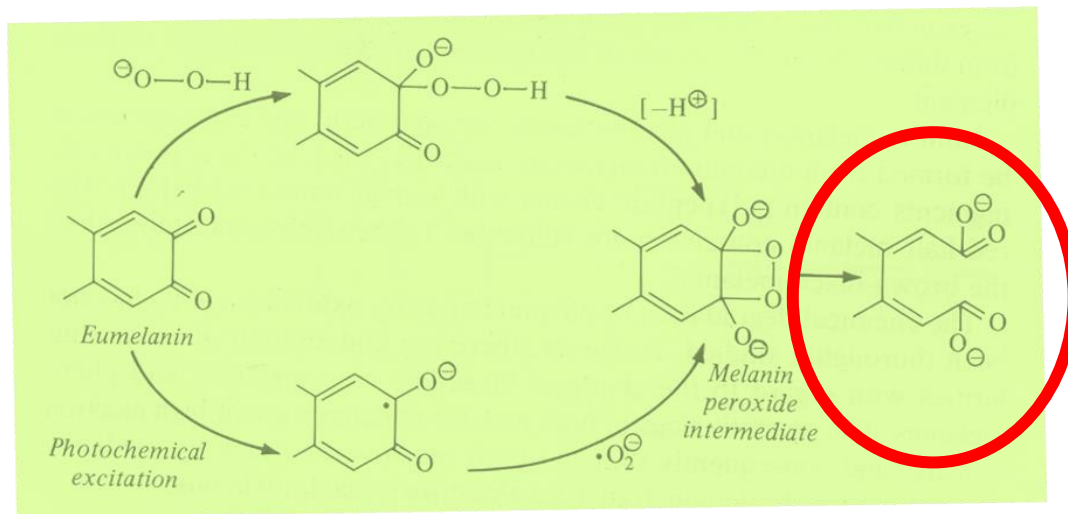
cystein
cystein = kyselina 2-amino-3-merkaptopropanová

Fotochemická degradace melaninu

Při fotochemické degradaci dochází k rozkladu vlasových pigmentů a proteinů.

Eumelanin a feomelanin jsou fotochemicky excitovány, dochází k připojení volného radikálu kyslíku a k otevření eumelaninového, resp. feomelaninového kruhu.

Degradaci vlasových proteinů způsobuje elektromagnetické záření o vlnové délce 254-400 nm, které vyvolává štěpení vazeb -C-S-



Poškození vlasů vlivem chemické či fotochemické degradace vlasových barviv a proteinů (vzhledem ke zdravému stejně zbarvenému vlasu) má za následek:

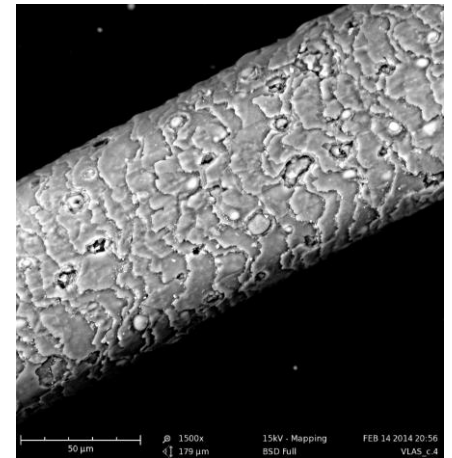
vyšší bobtnavost vlasů

ztrátu pružnosti

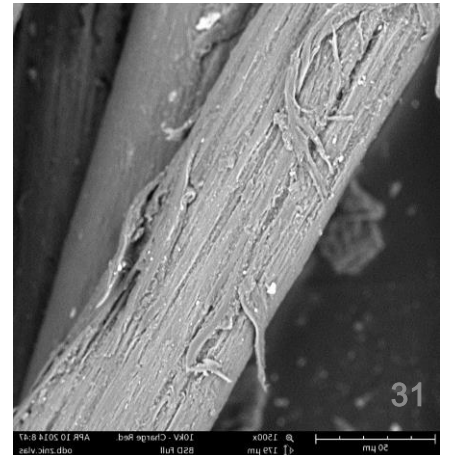
snížení prodloužení vlivem vlhkosti

ztrátu lesku

zvýšenou fragilitu



© Šárníková



Posmrtné dyskolorace

RUTILNÍ zbarvení vlasů lze vysvětlit

- oxidací melaninu
- červenými oxidačními produkty melaninu
- produkty přeměny keratinu

působení H_2O_2 na exhumované
vlasy – rozpad vlasů
(čerstvé vlas se působením
 H_2O_2 odbarví)



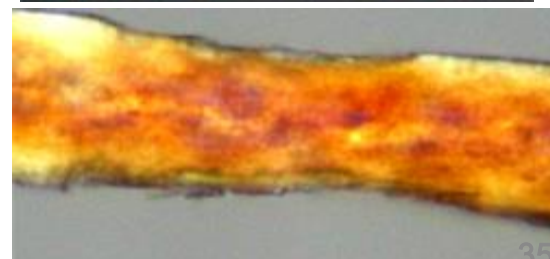
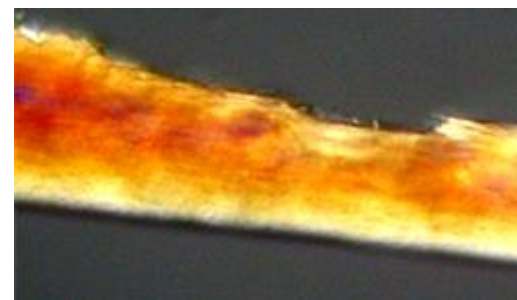
Poškození struktury vlasového stvolu

Poškození řezná

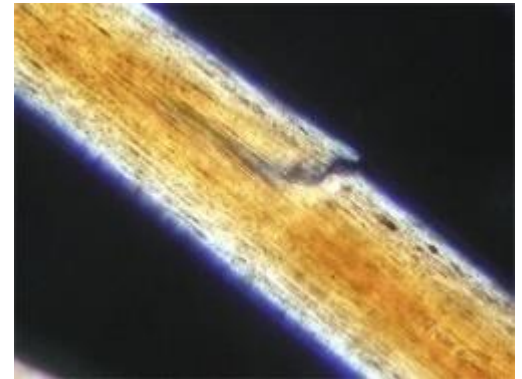
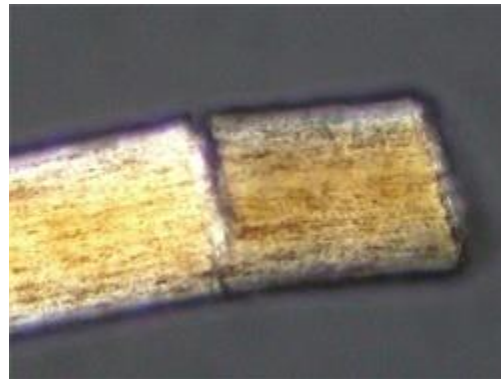
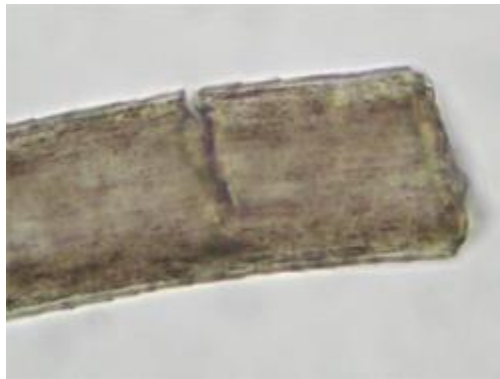
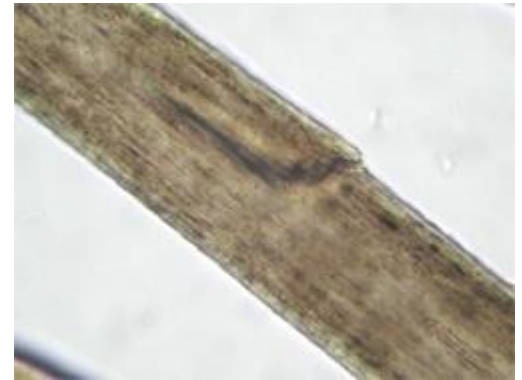
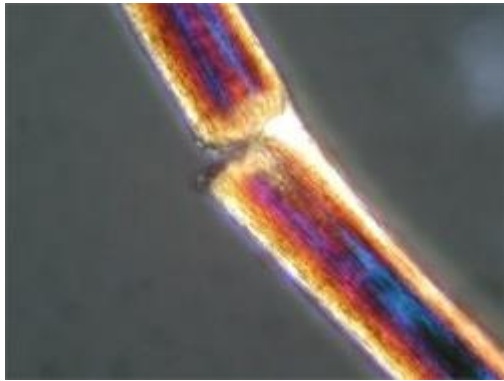
(nůžky, žiletka, břitva, holicí strojek jednobřitý, dvojbřitý, efilační ořezávač/nůžky)



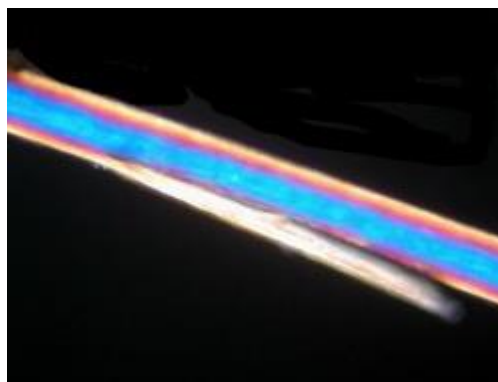
Vlasy poškozené (následky kadeřnické úpravy)



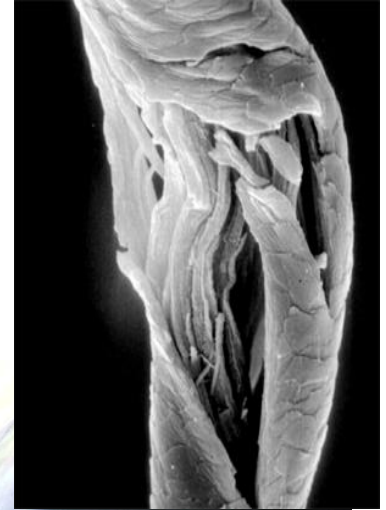
Poškození ostrým předmětem



Poškození střepey



Trichorrhexis nodosa



Odpořád vlasového stvolu na fyzikální nebo chemické trauma (horko, odbarvování, tupírování), které se projevuje uzlovitými zduřeninami, v nichž se stvol láme.

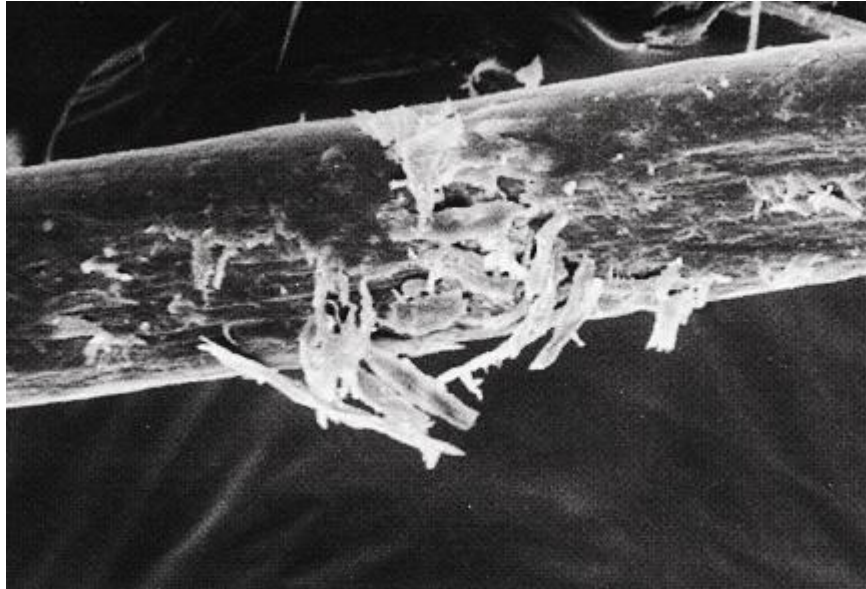


Trichonodosis



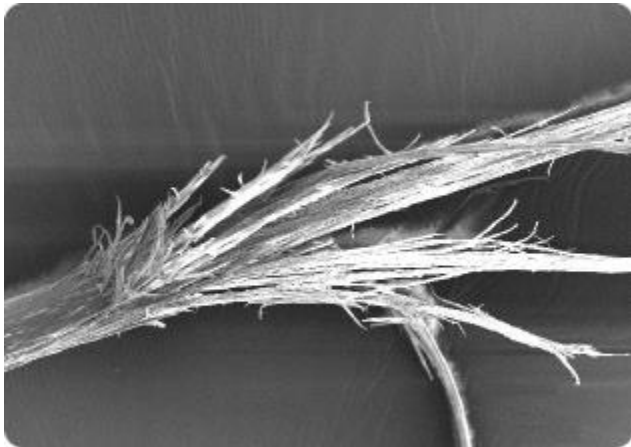
**longitudinální štěpení stvolu,
ztráta kutikulárních šupin
kadeřnické procedury mají za
následek zlomy
v místech uzlíků**

Plstnaté vlasy



Ireverzibilní splet' vlasů nejisté etiopatogeneze. Proces plstnatění je důsledek poškození kutikuly, případně i kůry vlasů.

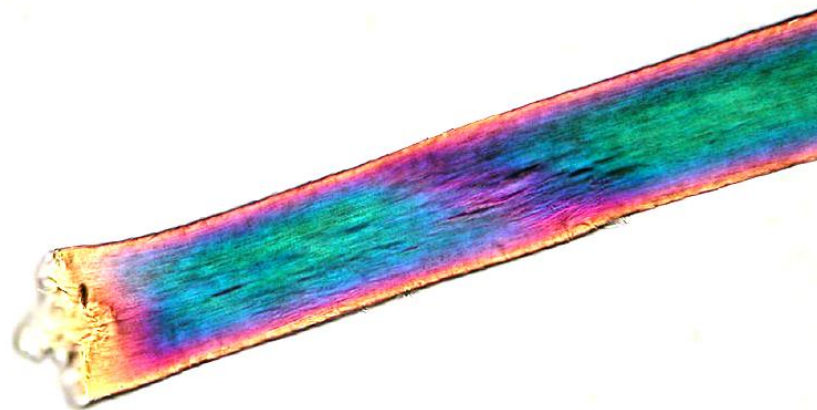
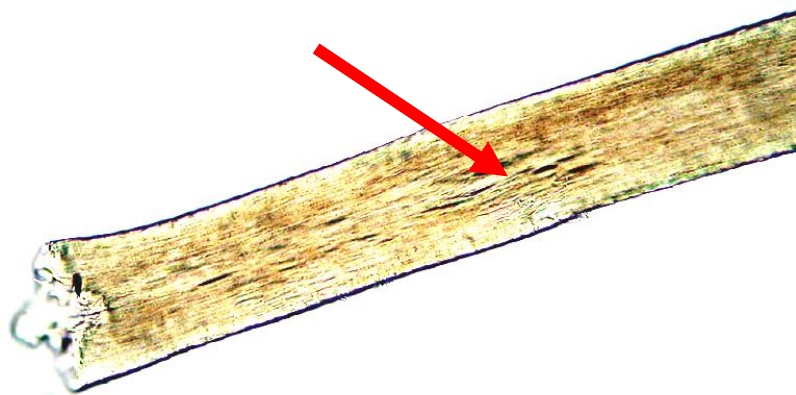
Trichoptilosis



podélné štěpení nebo třepení distálního konce vlasového stvolu; výskyt a intenzita poškození je přímo úměrná kumulaci fyzikální a chemické traumatizace

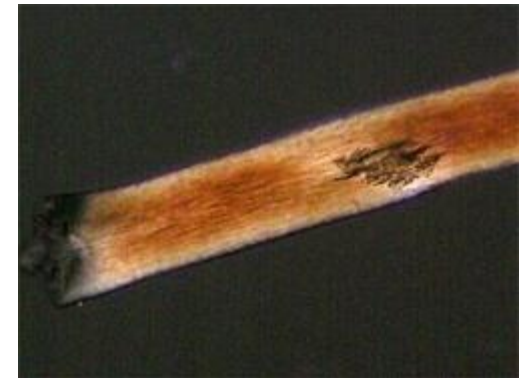
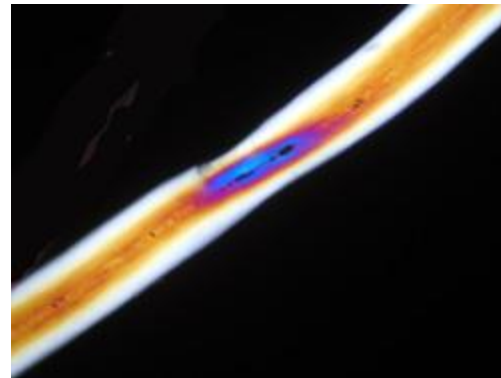
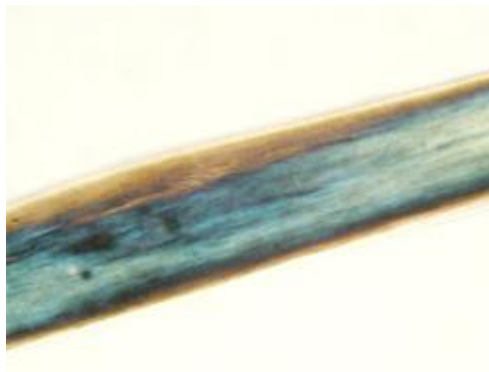
Poškození tupým předmětem

lokalizovaná destrukce struktury vlasu



**polarizované
světlo**

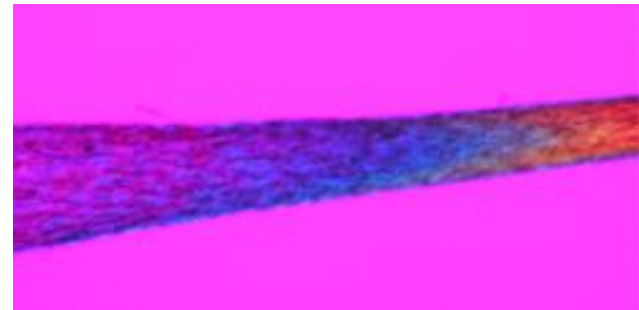
Poškození způsobená tlakem, úderem



malé stlačení (spona do vlasů) stlačení pinzetou úder tupou stranou sekery

Tlakové působení

rozsáhlá destrukce struktury jednotlivých vrstev vlasu/chlupu; trhliny (fisury), vtlačený prach...





Střelné poškození

**povýstřelové
zplodiny**



**roztřepení,
paličkovité rozšíření,
vakuoly**





Tepelné změny

- -270 °C – účinek tekutého dusíku – vlasy jsou křehké, snadnou se lámou, **tvar lomné plochý je téměř rovný**; žádné patrné mikroskopické změny
- do 60 °C – nedochází k žádným markantním viditelným změnám, vlasy zachovávají konstantní délku
- 60-100 °C – délka vlasů se zmenšuje, klesá lom světla
- nad 100 °C – snižuje se váha vlivem ztráty vody; morfologická struktura se výrazně nemění
- 120-150 °C – žádné výrazné morfologické změny v optickém mikroskopu ; depigmentované vlasy mírně zežloutnou



Při rovnání vlasů teplem se přirozená struktura ztrácí a ničí se disulfidické můstky. Nejvyšší teplota, jaké mohou žehličky dosáhnout, je až 230 stupňů. Optimální je ale teplota asi 170 až 190 stupňů, která u většiny vlasů zajistí vyžehlení jedním tahem. Ochranné produkty.

Tepelné změny



**180 stupňů – vlasy nabývají
rutilní odstín**



**200 stupňů – červenání; struktura
se jeví homogenní**



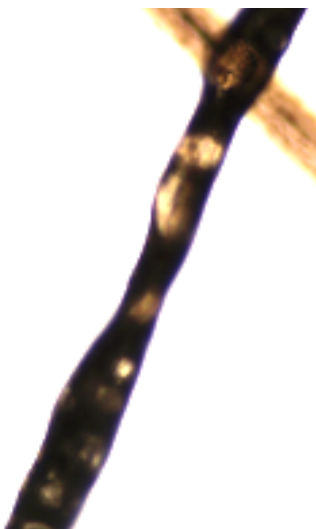
215 stupňů – ve dřeni a kůře se objevují vzduchové vakuoly

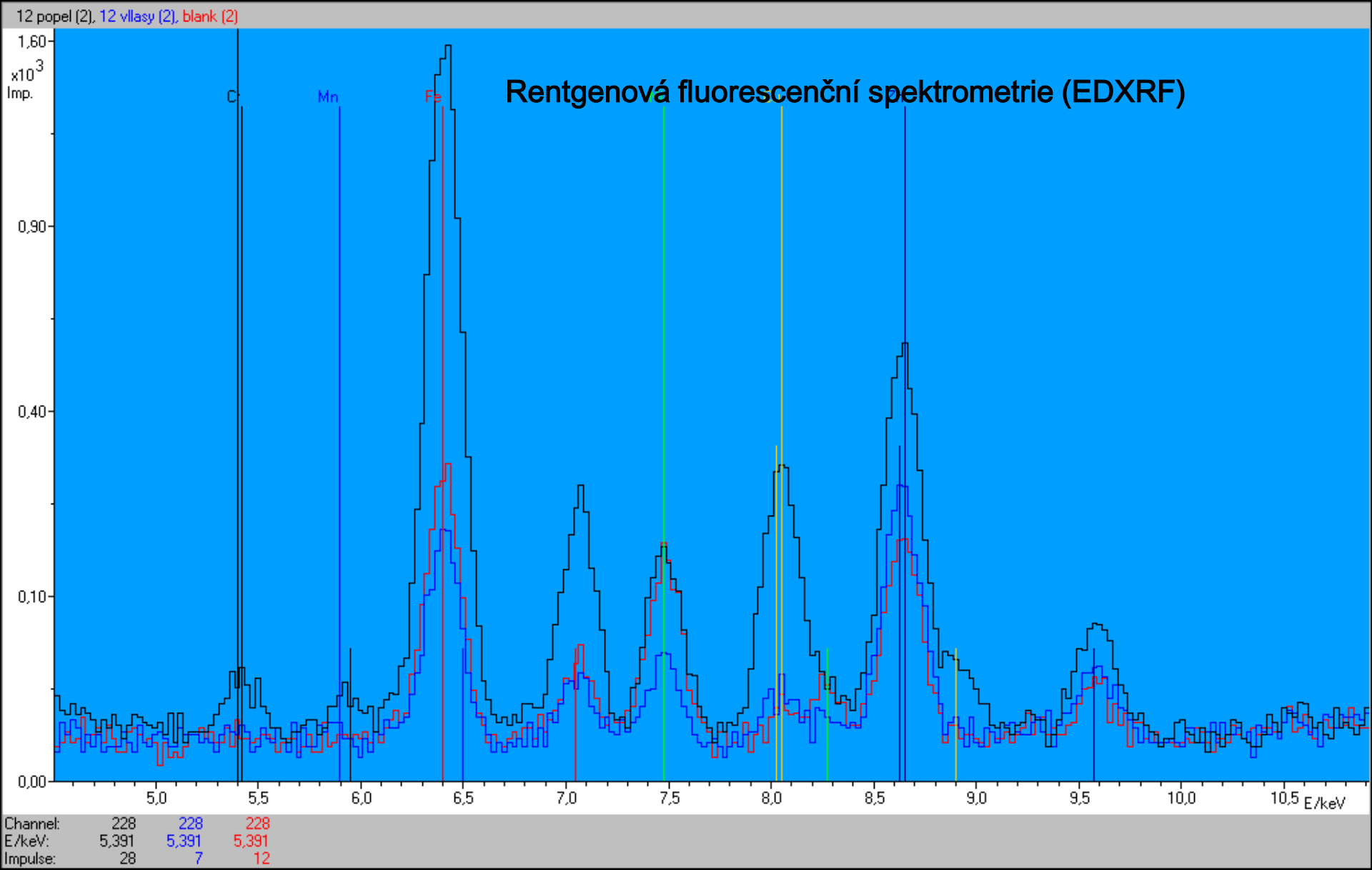


240 - 250 stupňů – dochází ke zvlnění vlasů, zůstávají červené a červenohnědé/černé, dotykem se lámou, obsahují velké množství vzduchových vakuol



- 300 - 400 stupňů – nastává zuhelnatění vlasů, 650 stupňů – úplná degradace vlasů (popel pro analýzu prvků)





Chemické faktory

- voda
- kyseliny, soli kyselin
- hydroxidy, vápno



Voda

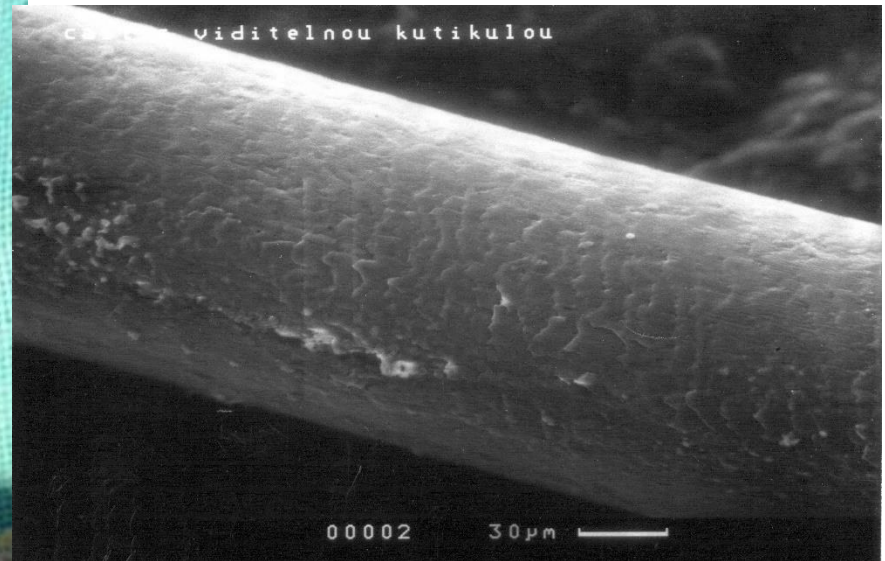
Vlasový vlhkoměr

Klasická konstrukce vlhkoměru je založena na hygroskopických (schopnost pohlcovat a udržovat vlhkost) vlastnostech lidských vlasů.

Vlasy mění svou délku v závislosti na vlhkosti. Základem přístroje je několik odmaštěných vlasů, které jsou v přístroji napnuty tak, aby k nim měl přístup vzduch, jehož vlhkost měříme.

Změna délky vlasů, která činí pro rozsah vlhkosti 0-100 % asi 2,5 %, je přes pákový převod zobrazována ručičkou přístroje.

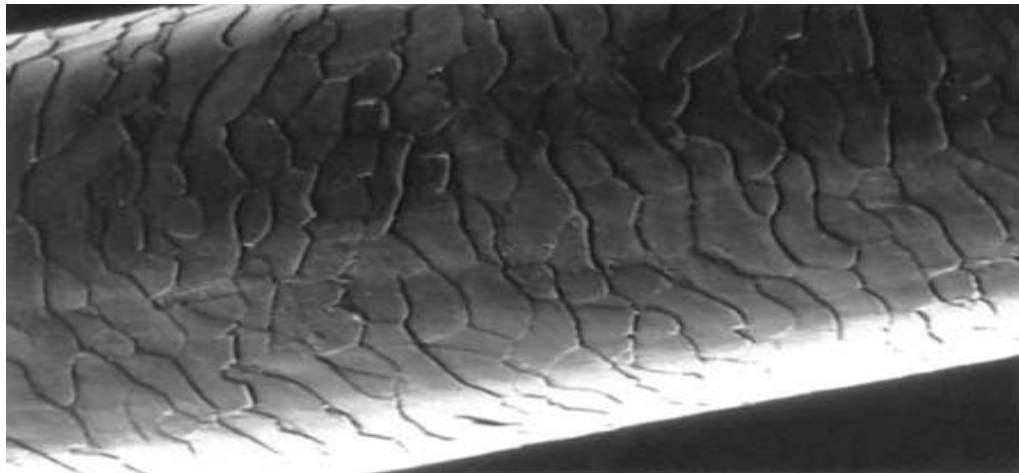
Voda



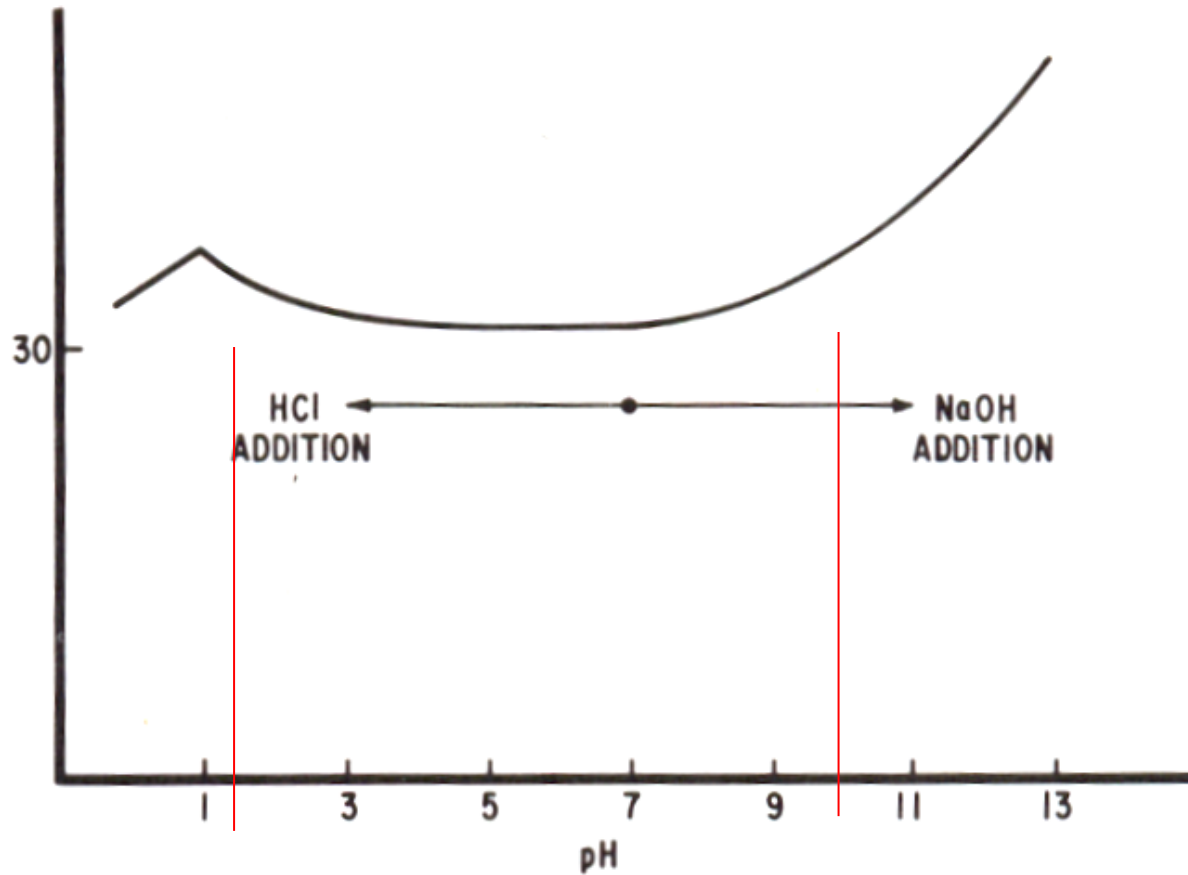
**vlasý ve vodě postupně ztrácejí kutikulární buňky
zvyšuje se humidita vlasů**

Odstranění kutikuly

- shaking ve vodě
- mechanické ztenčení na pravidelný kruhový průměr, odstranění kutikuly, lesk dodává silikonový povlak; neorientované vlasys



Bobtnání vlasů v závislosti na pH



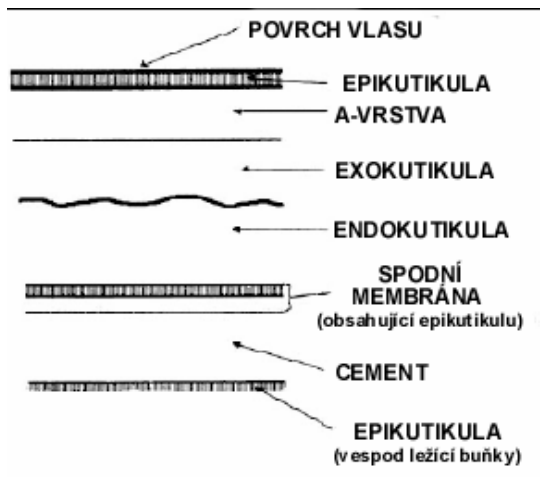
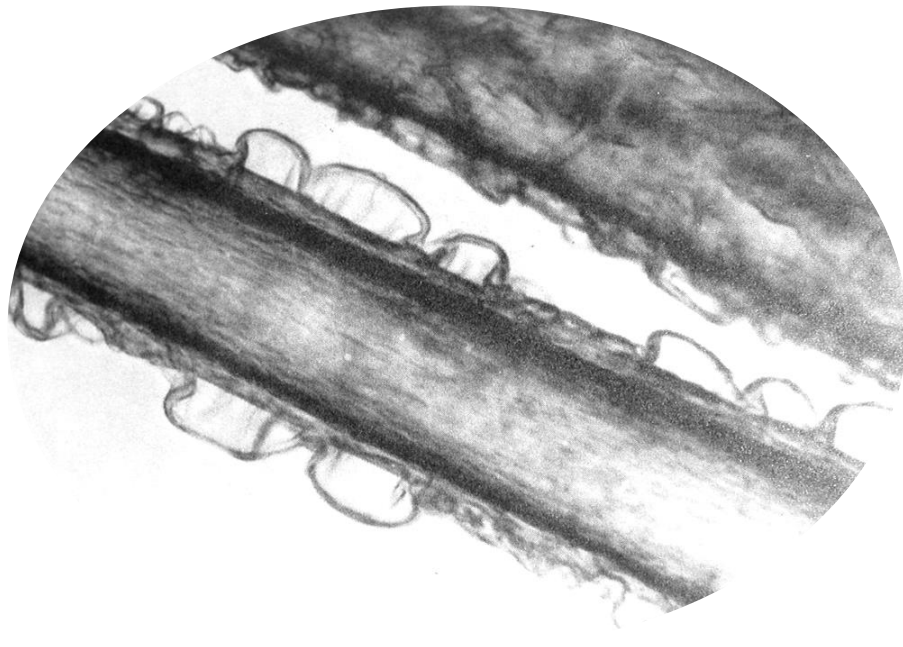
Degradace vlasů H_2SO_4



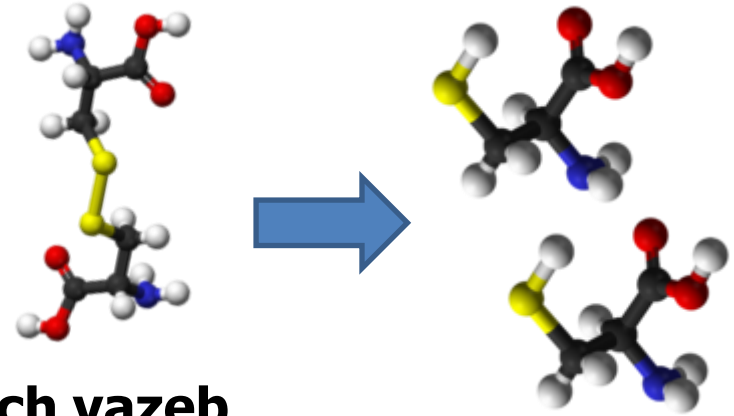
Allwordenovy váčky

vliv chlornanů

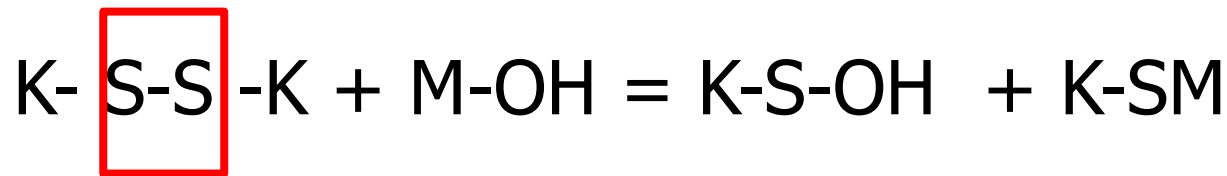
bobtnání, degradace proteinů pod epikutikulou



Vliv alkálií



alkálie – rozštěpení disulfidických vazeb



„Markscheibe“

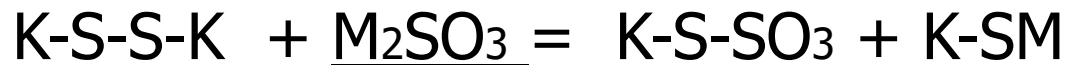
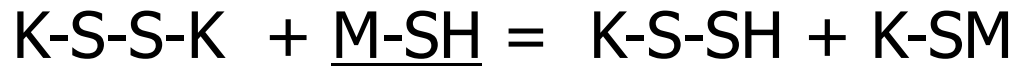
Proteiny dřeně se liší od korových Proteinů obsahem cystinu. Působením 20% NaOH na zvířecí chlupy zůstanou medulární disky.



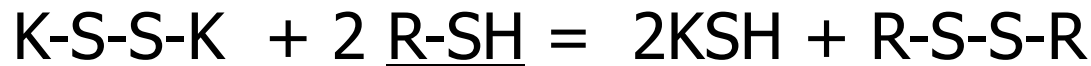


Redukční činidla štěpící S-S vazby

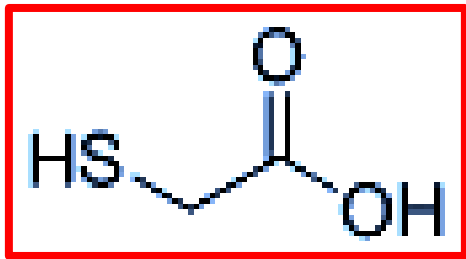
- sulfidy $M-SH$, sulfity M_2SO_3 ,



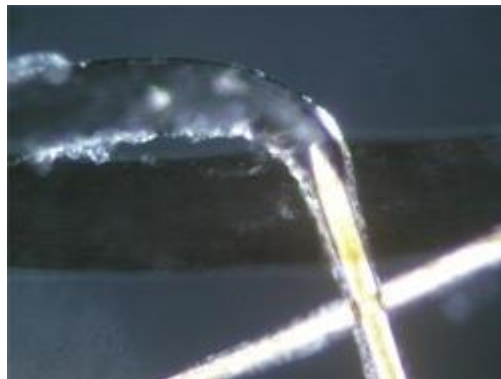
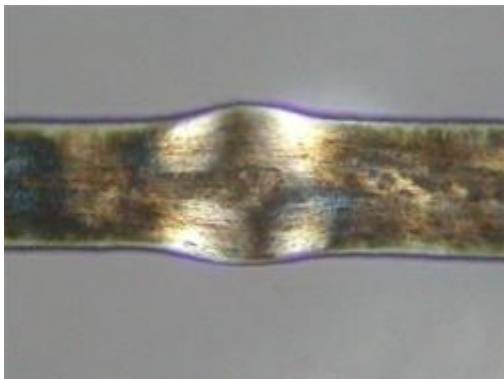
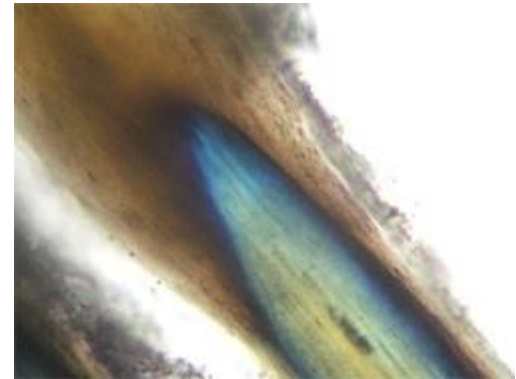
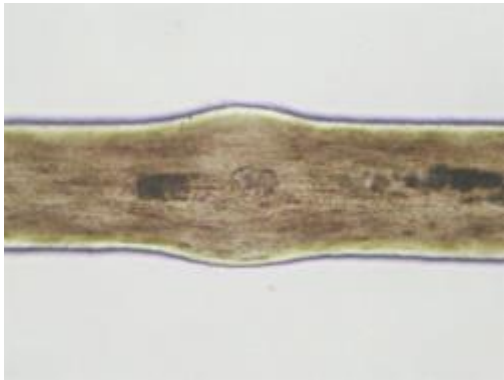
- merkaptany $R-SH$



Depilační prostředky (např. Veet)



obsahují merkaptany



- počáteční fáze
- rozhraní mezi nedegradovanou a degradovanou částí vlasu
- detail rozhraní

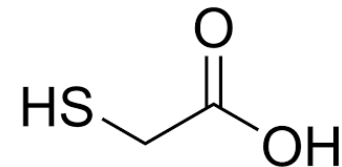
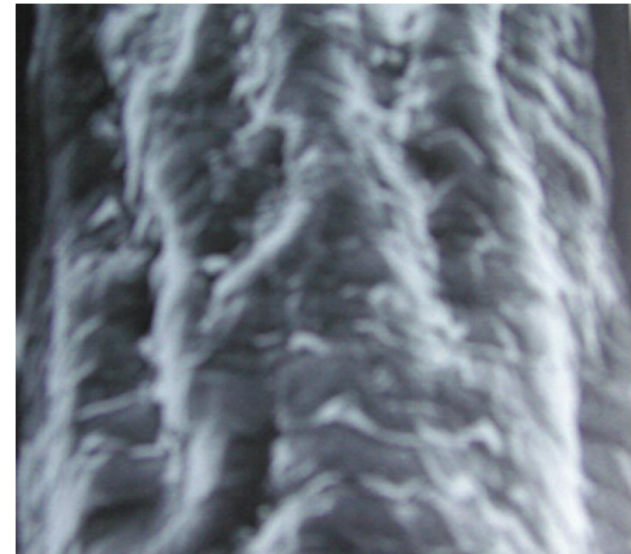
Permanentní vlny

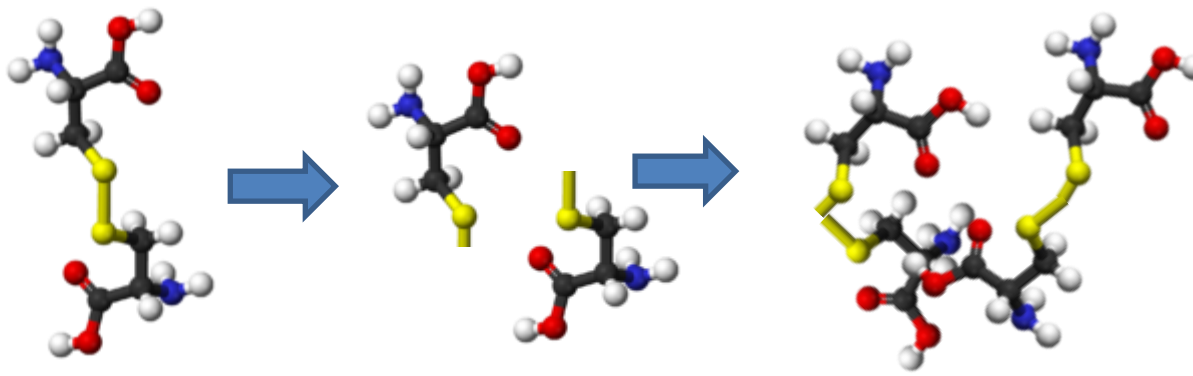
Formu vlasů lze pozměnit chemickou cestou.

Trvalá ondulace

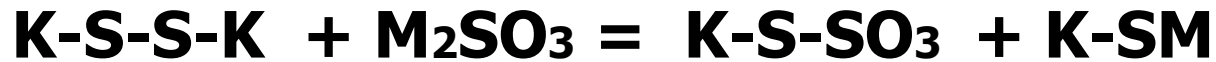
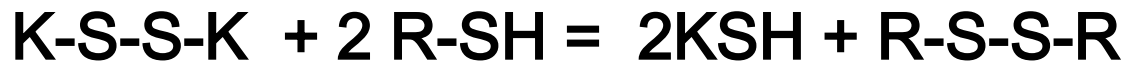
Poprvé byla použita kolem roku **1900**, kdy byly na vlasy aplikovány 5-15% roztoky alkalických sulfitů. Tento proces vyžadoval účinek vyšší teploty po určitou dobu.

Po **druhé světové** válce byla objevena tzv. „studená vlna“. Používané roztoky obsahují soli thioglykolové kyseliny (K, Li), sulfity nebo bisulfity. Optimálně probíhá reakce při pH 9 - 9,5.





princip



V současné době produkty pro trvalou ondulaci obsahují **sulfity**.
 Reakce s vlasy probíhá při **pH kolem 6**.

Aplikace roztoku – difúze roztoků do vlasů, redukce disulfidických vazeb keratinu, klesá obsah cystinu a zvyšuje se obsah cysteinu; změny ve fyzikálních vlastnostech vlasů – vlasy bobtnají, tzn. zvětšuje se jejich šířka, dochází ke změnám tažných a torzních vlastností

- opláchnutí vlasů – odstranění redukčního agens, pozastavení štěpení vazeb a bobtnání vlasů
- natáčky + zabalení do ručníku – uvnitř vlasů dochází k reorientaci disulfidických vazeb
- neutralizace (resp. reoxidace) – celková stabilizace

Biodegradace in vitro

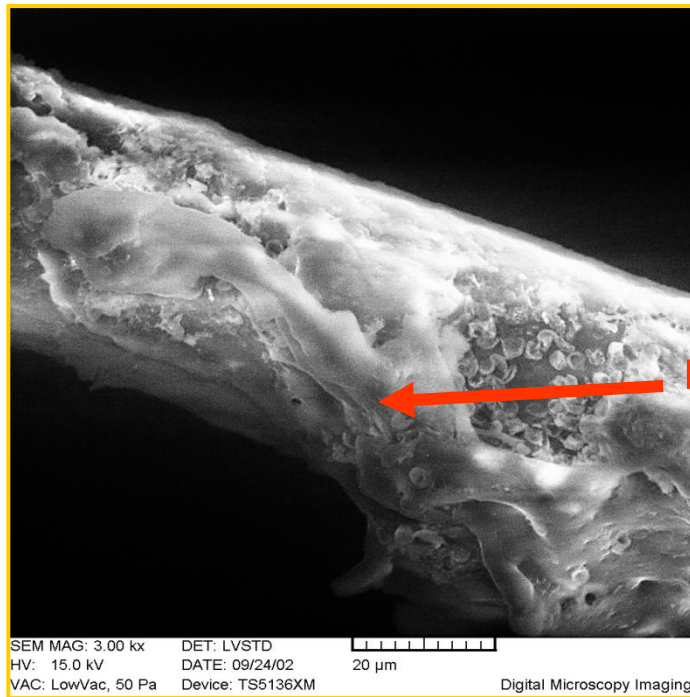
Houby

Poškození vlasů je patrné buď optickým mikroskopem nebo elektronovým mikroskopem.

3 fáze ataku:

- **1. stadium:** mycelium se rozrůstá po povrchu vlasového stvolu
- **2. stadium:** penetrace do kutikuly a rozrušování kortexu
- **3. stadium:** „tunelování“ specializovanými hyfami (tvorba chodbiček a kavít); tvorba tunelů je výsledkem sekrece enzymu **keratinázy** penetrujícími hyfami; organismy, které mají nedostatek keratinázy, rozkládají **nekeratinové proteiny** spojující keratinizované buňky a hyfy pak mechanicky pronikají do vzniklých mezibuněčných prostor

**hyfy pronikají do vlasového stvolu
bud' pod volnými okraji
kutikulárních šupin nebo
penetrují povrchem kutikulárních
šupin**

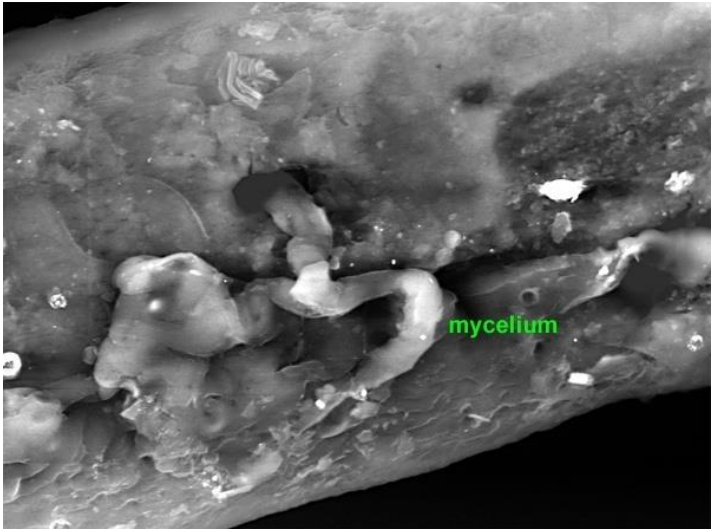
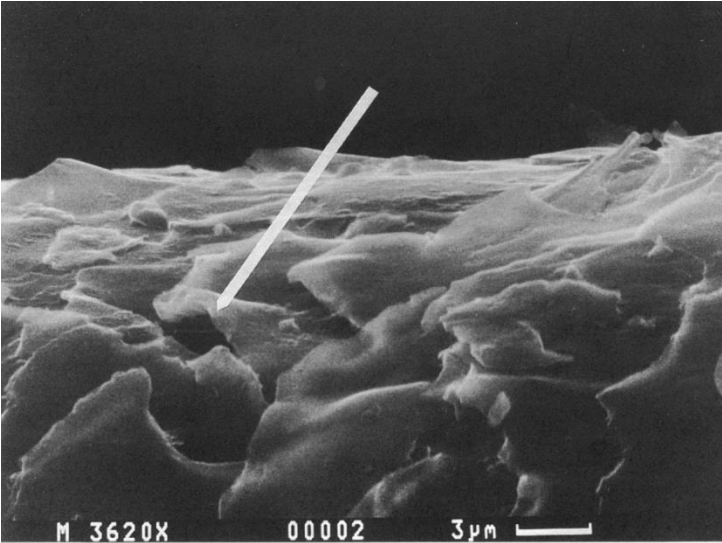
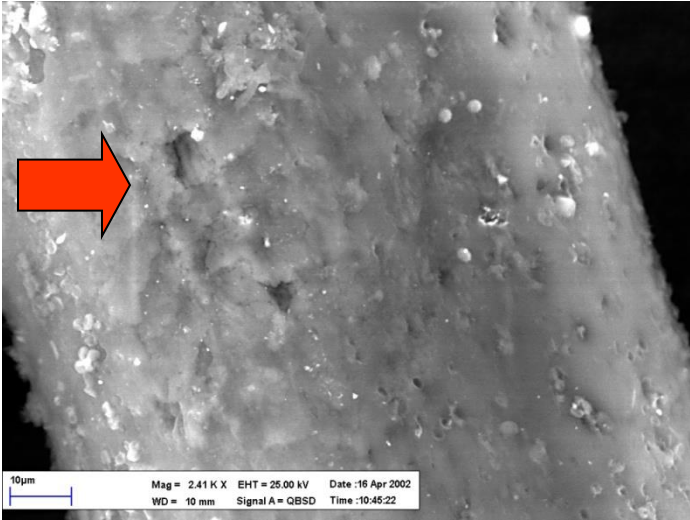
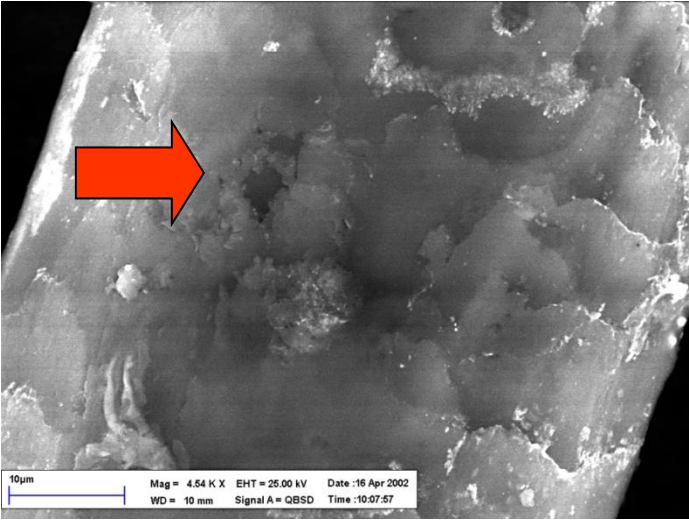


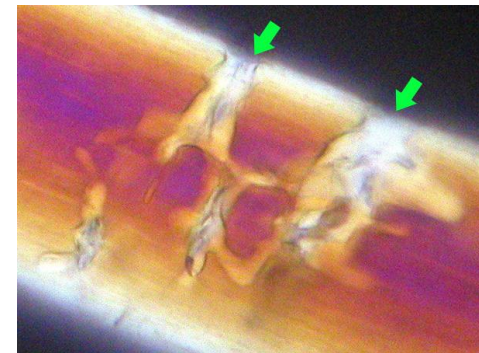
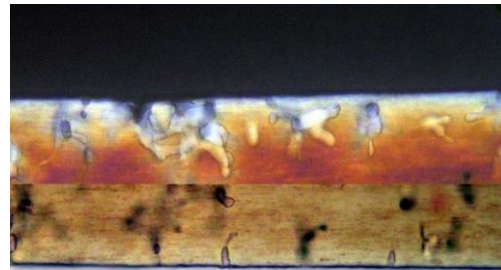
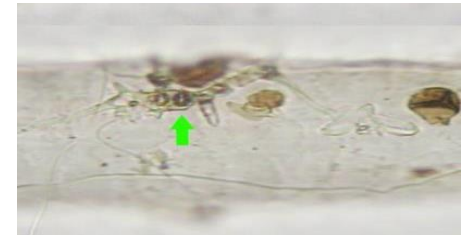
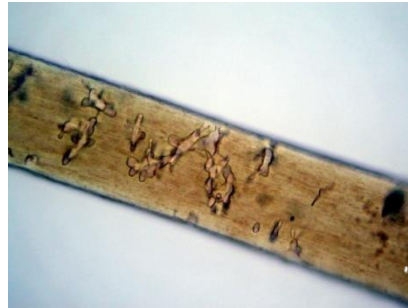
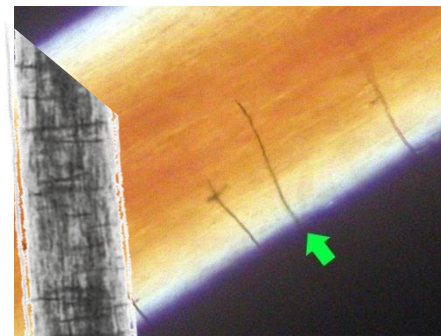
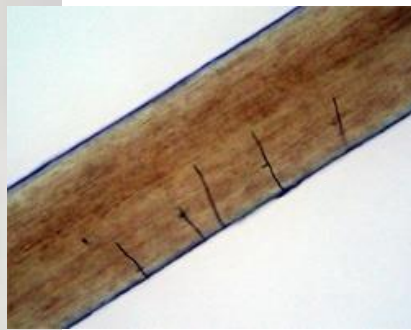
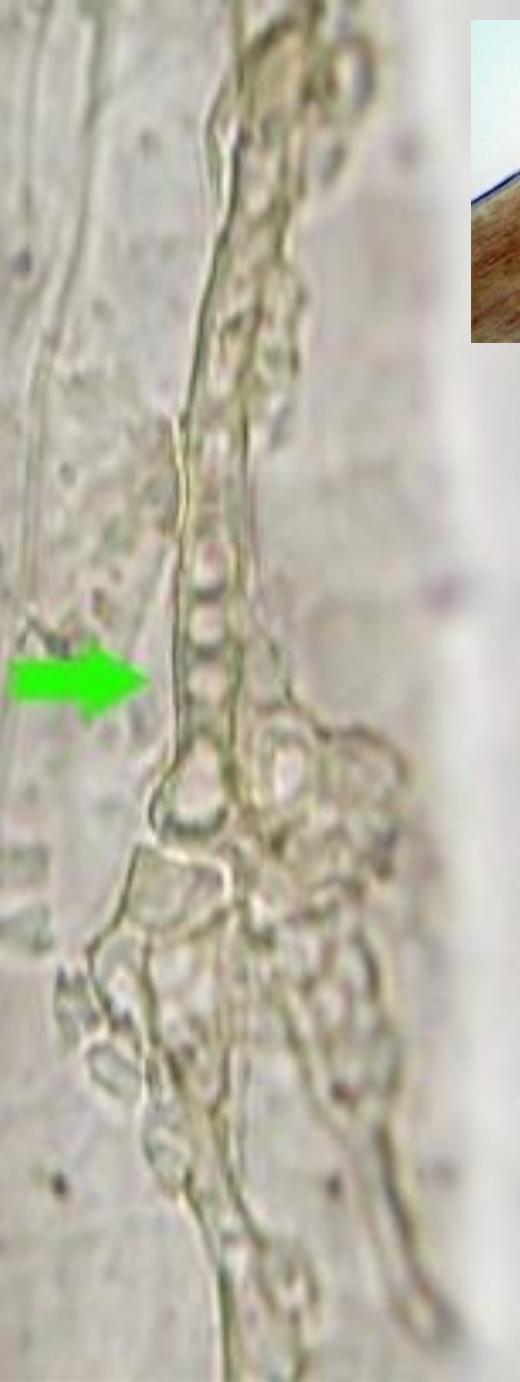
mycelium

**mycelium se rozrůstá po povrchu
vlasového stvolu**



perforance

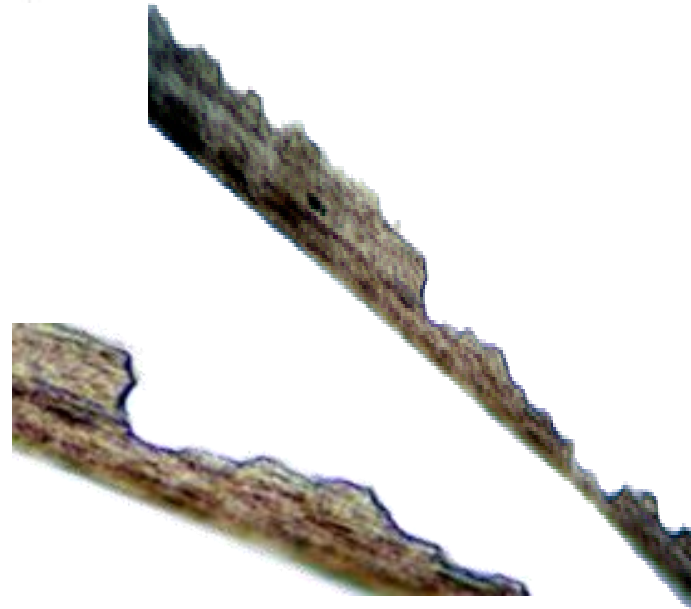
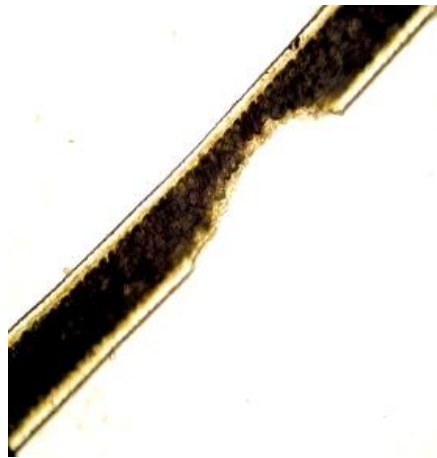




Např.

- *Curvularia ramosa*
- *Alternaria* species
- *Chrysosporium keratinophilum*

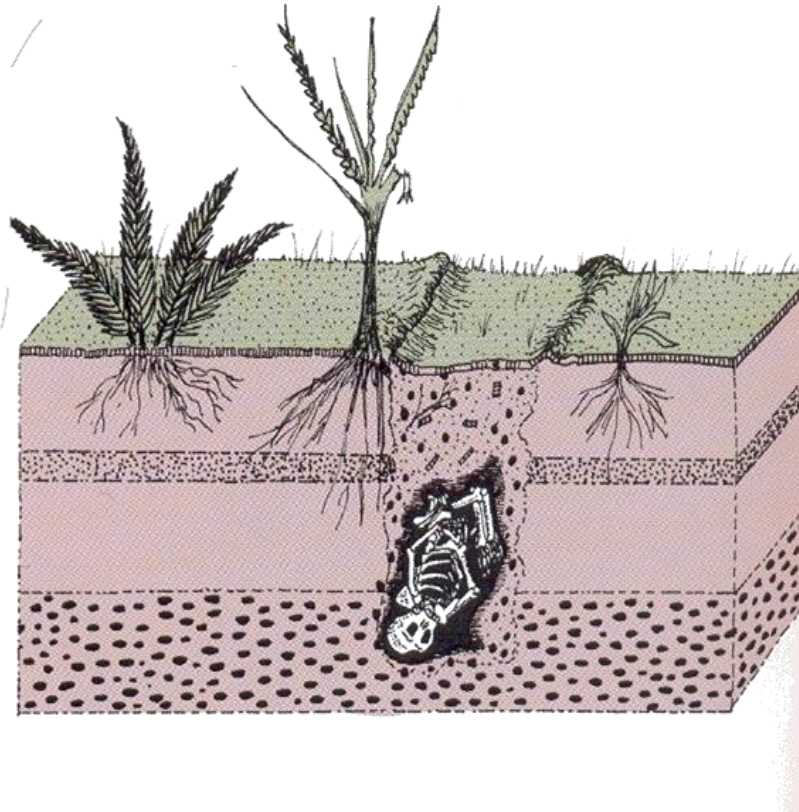
Poškození vlasů okusem keratofilními organismy





„Frass“

Taphonomie

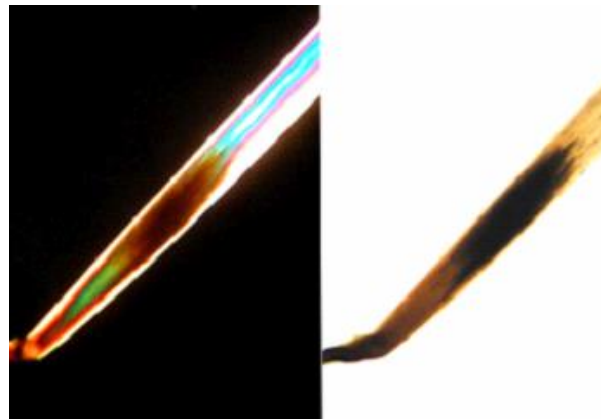


Taphonomie

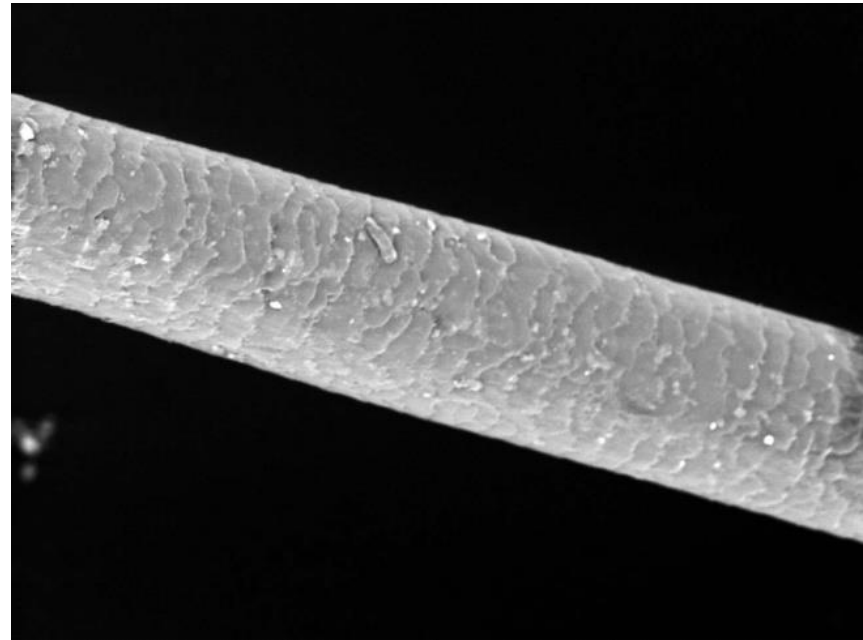
Taphonomický efekt souvisí s místem uložení mrtvoly.

Dekompozice měkkých tkání a environmetální faktory (kombinace fyzikálního, chemického a biologického účinku v různém stupni zastoupení) způsobují degradaci trichologického materiálu.

období časného post mortem intervalu – **změny v oblasti vlasového folikulu** (anagenní a katagenní kořínková forma se mění v nekroticky typ koříнку, telogenní vývojová forma koříнку zůstává nezměněna)



Tsantsa



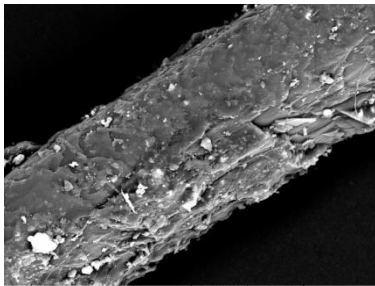
SEM MAG: 1.39 kx
HV: 20.0 kV
VAC: HiVac

DET: BSED
DATE: 05/06/08
Name: tsan-tsa+3

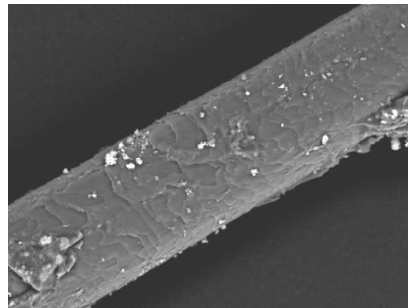
100 um

Vega ©Tescan
Digital Microscopy Imaging

Mumie



SEM MAG: 2.43 kx
HV: 20.0 kV
VAC: HVVac
DET: BSED
DATE: 01/18/10
Name: vlas04-besd
50 um
Vega ©Tescan
Digital Microscopy imaging



SEM MAG: 2.29 kx
HV: 20.0 kV
VAC: HVVac
DET: BSED
DATE: 01/18/10
Name: vlas01
100 um
Vega ©Tescan
Digital Microscopy imaging

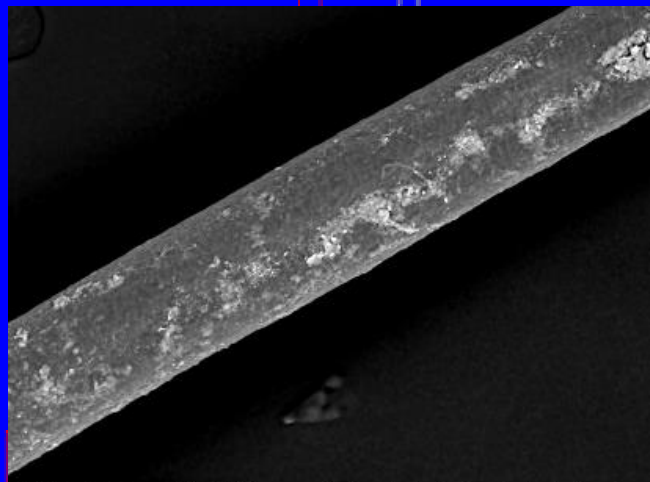
Degradační změny stvolu

V půdě dochází ke **změně zbarvení vlasů** – rutilní odstín (vliv huminových kyselin, rozklad melaninu, oxidace melaninu).

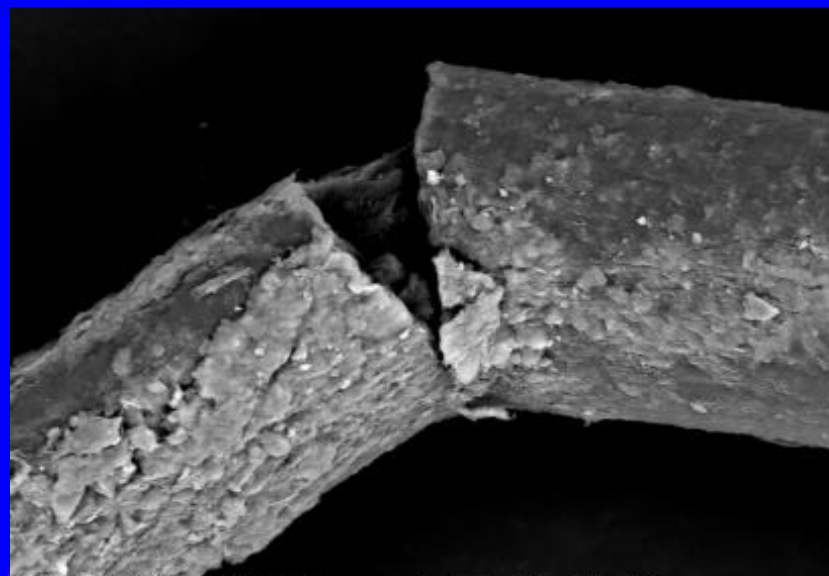
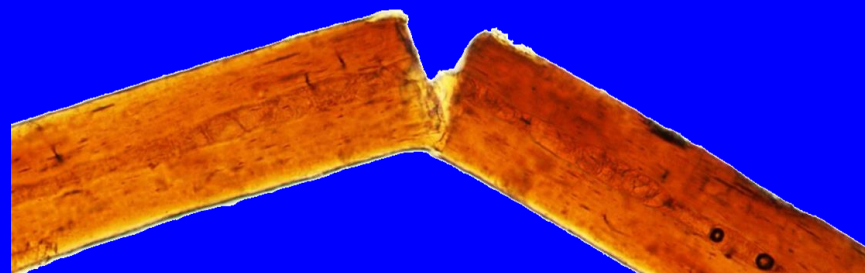


Inkrustovaný vlas

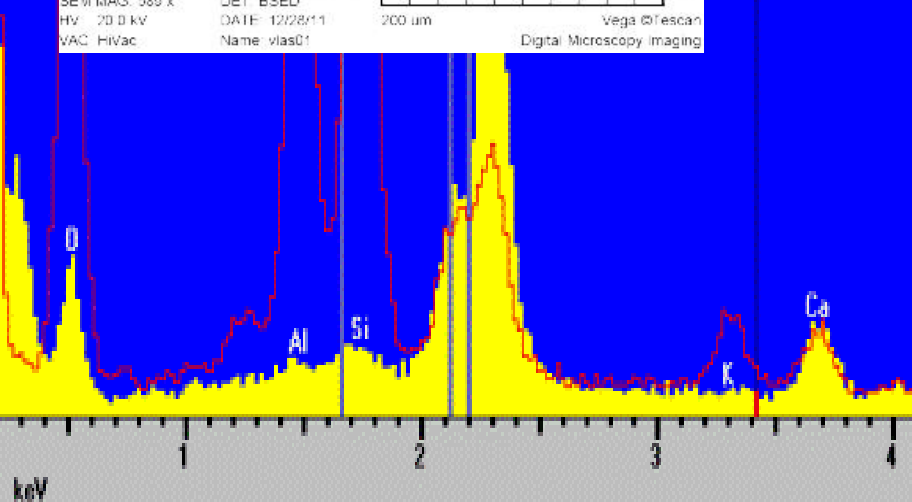
5. století n. l.




SEM MAG: 500 x DET: BSED
HV: 20.0 kV DATE: 12/28/11 200 um Vega ©Tescan
VAC: HiVac Name: vlas01 Digital Microscopy Imaging



SEM MAG: 1.47 kx DET: BSED
HV: 20.0 kV DATE: 12/28/11 50 um Vega ©Tescan
VAC: HiVac Name: vlas02-lom01 Digital Microscopy Imaging



Hroby

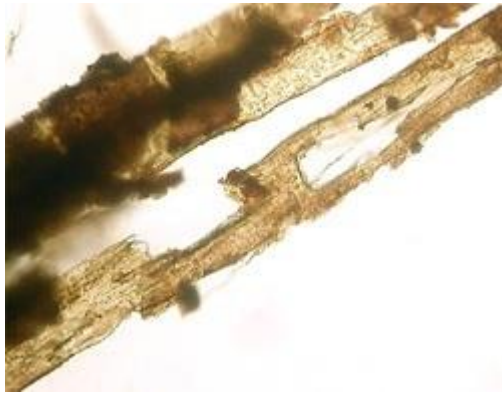


Vlasy se spojují ve snopečky (někdy slepené hlínou). Slepené vlasy postrádají lesk, jsou velmi fragilní, zachovány jsou proto jen fragmenty.

Vlivem agresivního půdního prostředí dochází k poškození a separaci kutikulárních šupin, posléze k celkové degradaci vlasového stvolu rozvolněním buněk, roztřepením až postupným totálním rozpadem.

Destrukce vlasů post mortem

hrobka 17. st.



Pseudomorfy

