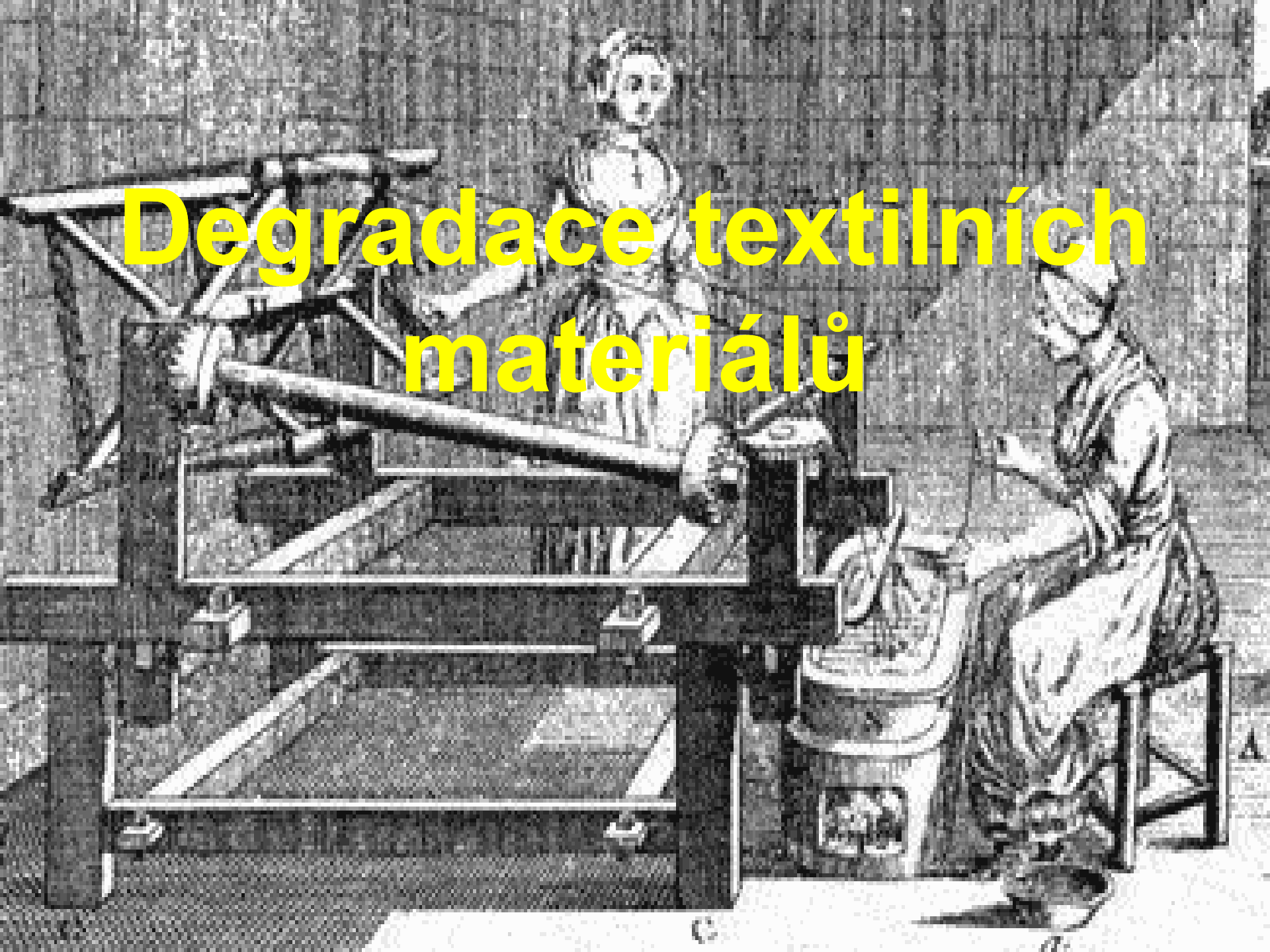


Degradace textilních materiálů



Klasifikace vláken

1. *přírodní*

celulóza

proteiny (keratin, fibroin + sericin)

2. *hutnicky vyrobená*

kovová (Au, Ag, Cu)

nekovová (sklo)

3. *vyrobená přeměnou přírodních surovin*

celulóza (umělé hedvábí, buničitá stříž)

proteiny (vlákna na bázi kaseinu)

4. *syntetická vlákna*

polyamidová (silon, dederon, nylon)

polyakrylonitrilová (orlon, drakon)

polyesterová (terylene)

PVC

Rostlinná vlákna

- ***Bavlna*** (semena bavlníku)
- ***Len*** (stonky lnu)
- ***Konopí*** (stonky konopí)
- ***Kopřiva*** (stonky kopřivy)



Ostatní rostlinné materiály

Juta (stonky jutovníku, *Corchorus capsularis*) – J a JV Asie, J Amerika

Kapok (tobolky, rod *Bombaceae*) – J Asie, V Afrika, J Amerika

Ramie (stonky čínské trávy, *Boehmeria*) – JV a V Asie

Kenaf (stonky ibišku konopného, *Hibiscus cannabinus*) – JV Asie

Sunn (stonky bengálského konopí, *Crotolaris juncea*) – J Asie

Sisal (listy, *Agave sisaliana*) – J Amerika, Afrika, Asie

Novozélandský len (listy, *Phormium tenax*)

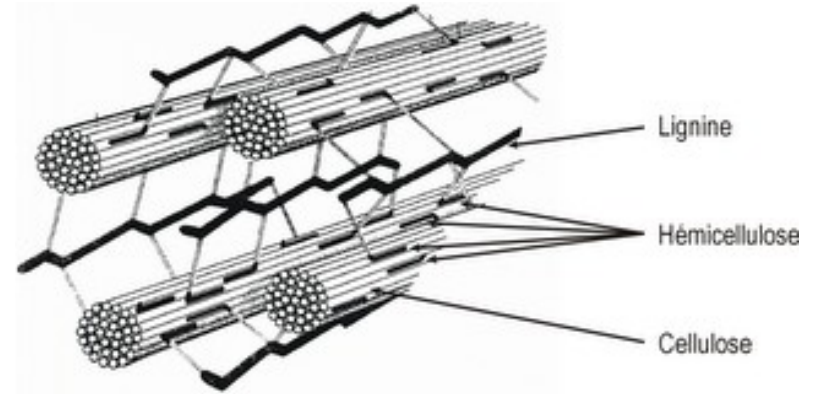
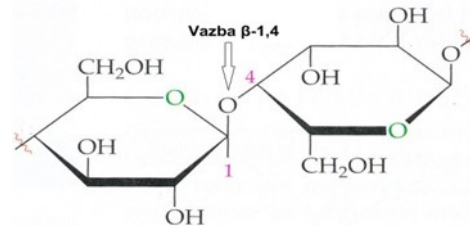
Abaka (listy *manilského konopí*, *Mussa textilis*) – Filipíny, Indonésie, Indie

Kokosová vlákna (plody, *Cocos nucifera*) – Sri Lanka

Chemie rostlinných vláken

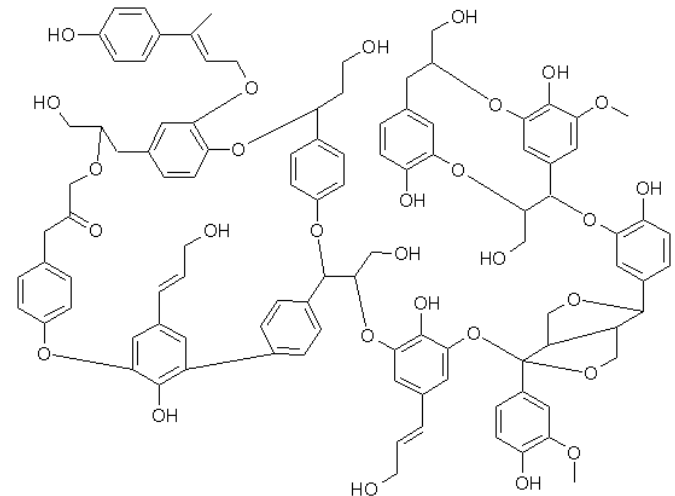
• Celulóza

- Polysacharid (β -D-glukóza)
- Spojené glykosidovou vazbou β -1,4
- Mikrofibrily – pevná vlákna spojená H-můstky
- Obsah celulózy se liší
 - Bavlna – 92 %
 - Len – 81 %
 - Konopí – 74 %
 - Juta – 72 %

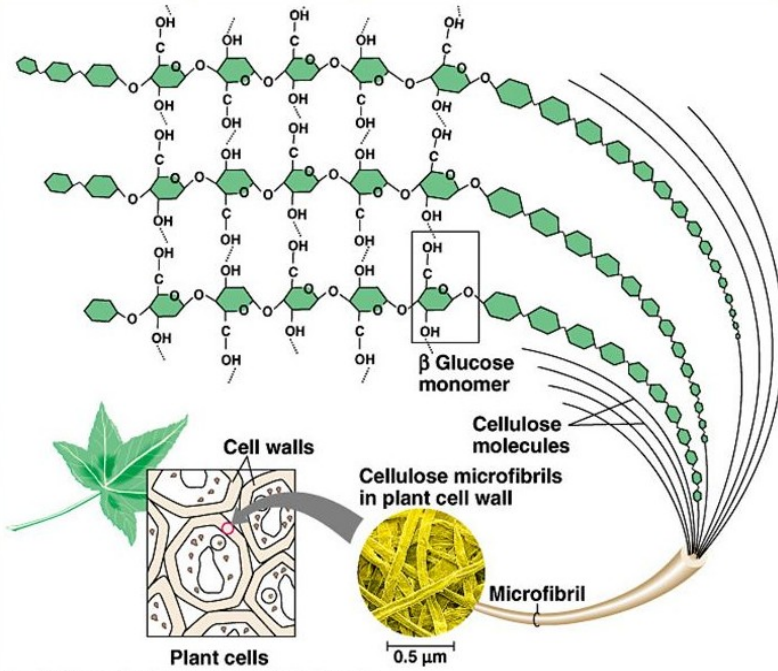


• Lignin

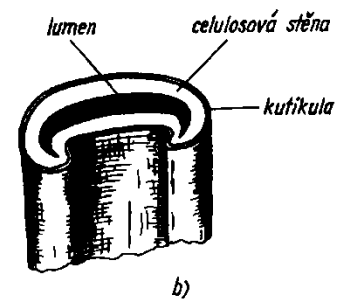
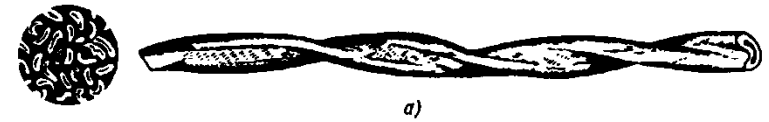
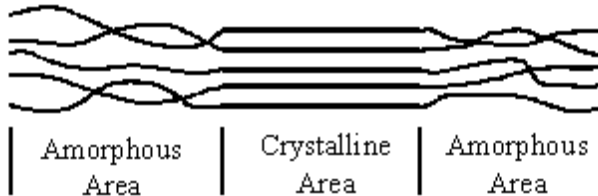
- Fenylypropanoidy vázané do 3D struktur etherovými vazbami nebo vazbou mezi 2 C
- Nemá pravidelnou strukturu
- Spojování mezibuněčných vláken a zpevnění molekul celulózy



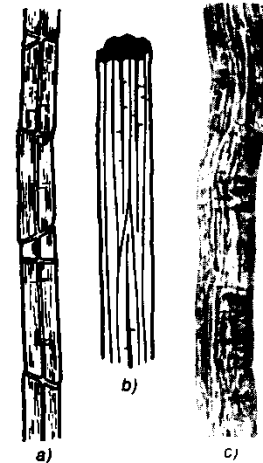
Rostlinná vlákna



Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.



Obr. 9. Bavlna
a – vlákno bavlny, b – řez vláknem, c – tvary vláken v průřezu



Obr. 16. Vlákno lnu
a – kolénka (schematicky), b – štěpitelný svazek technického vlákna (schematicky), c – snímek vlákna lnu

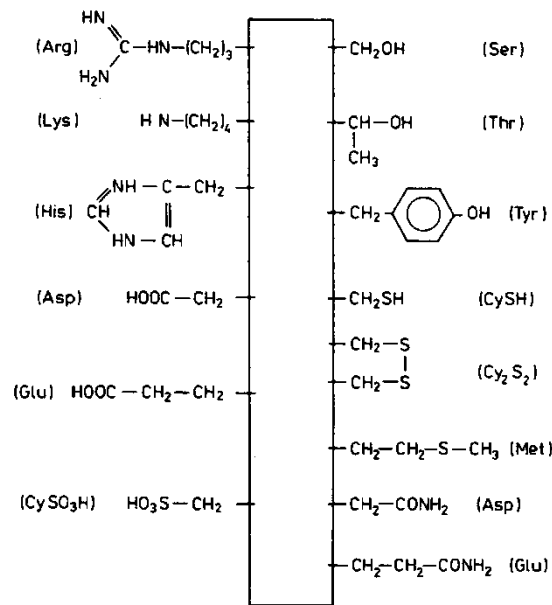
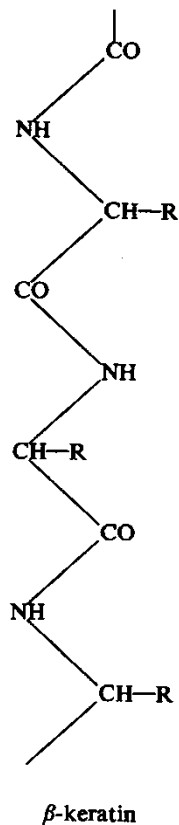
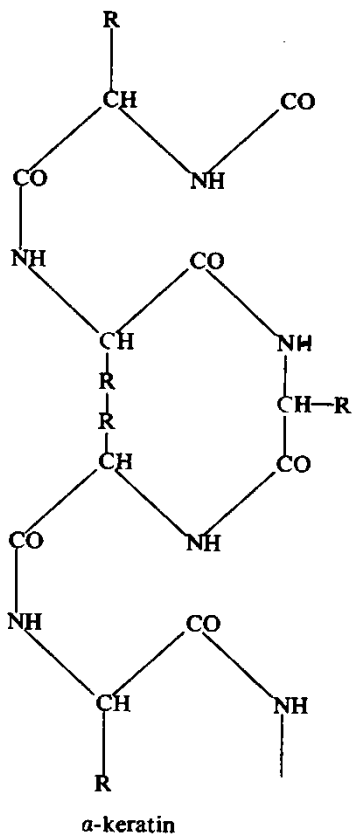
Živočišná vlákna

- Vlna ovčí
- Mohér (srst kozy angorské)
- Kašmír (srst kozy kašmírské)
- Velbloudí srst
- Srst lamy a alpaky
- Srst jaka

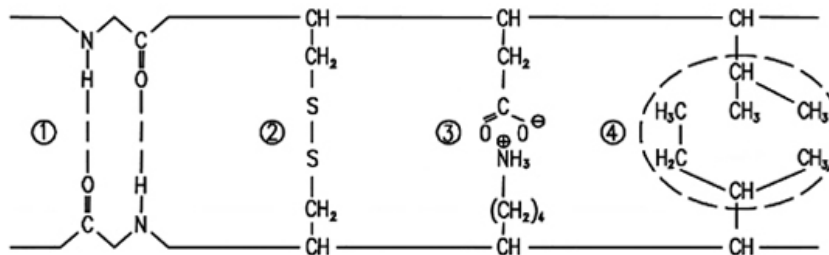
- Hedvábí



Chemické složení vlny



Obr. 2-28. Reaktivní místa bočních řetězců aminokyselin v keratině vlny

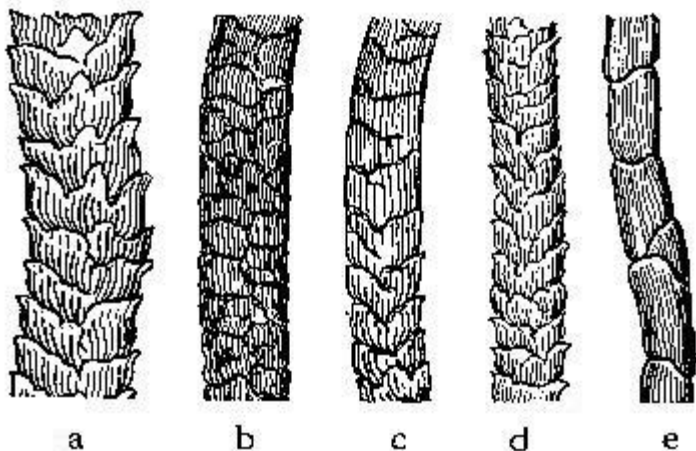
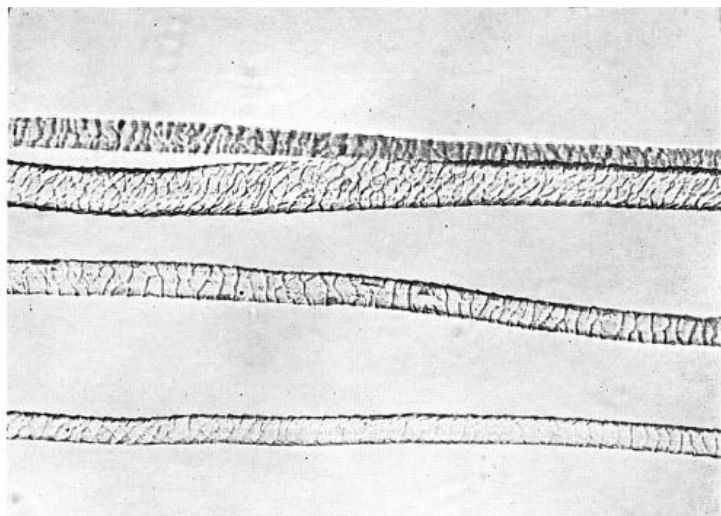


1. Hydrogen bridges between peptide groups (polar bond)
2. Cystine bridge (covalent bond)
3. Salt bridge between an asparagine and lysine side chain (ionic bond)
4. Hydrophobic bond between a rest of valine and isoleucine (non-polar bond) The broken ellipse shows the part where the water is displaced.

Primární struktura: -CO-NH-

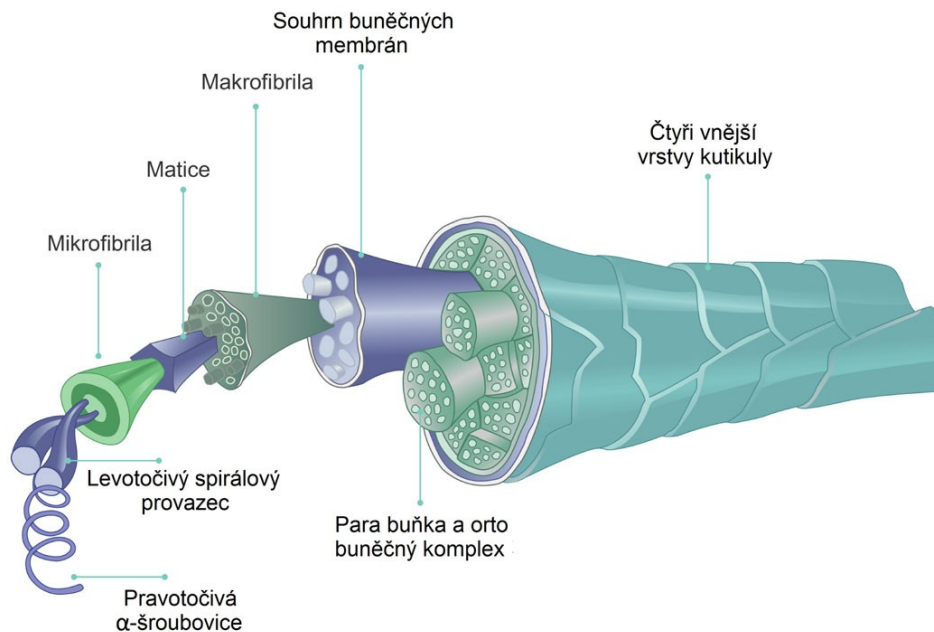
Sekundární struktura

Vlněná vlákna



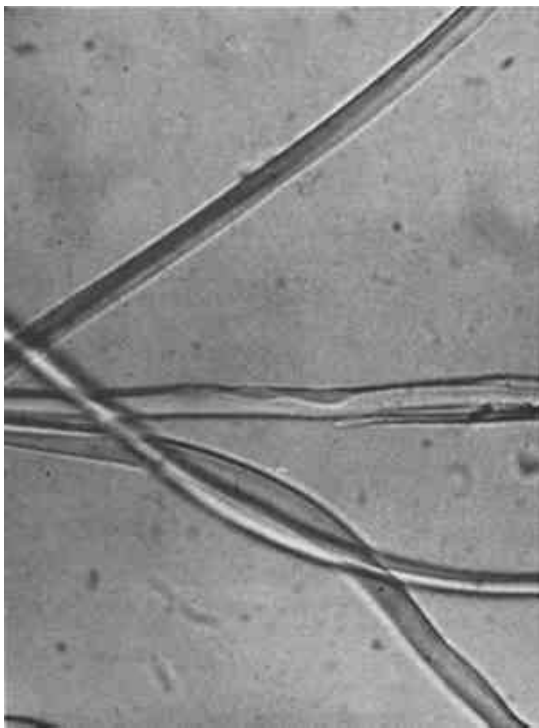
a) ovce; b) velbloud; c) popraskané vlákno; d) merino; e) mohér

Struktura vlákna vlny

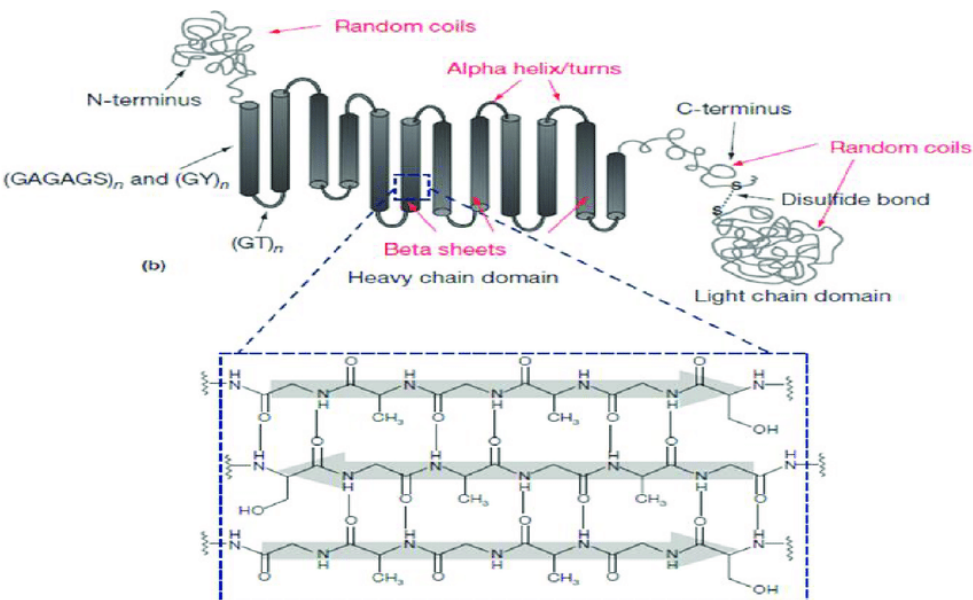


Hedvábí

- Bourec morušový (*Bombyx mori*)
- kokony (zámotky) – ztuhlá vlákna slinných žláz
- **odklížená** vlákna



Chemické složení hedvábí



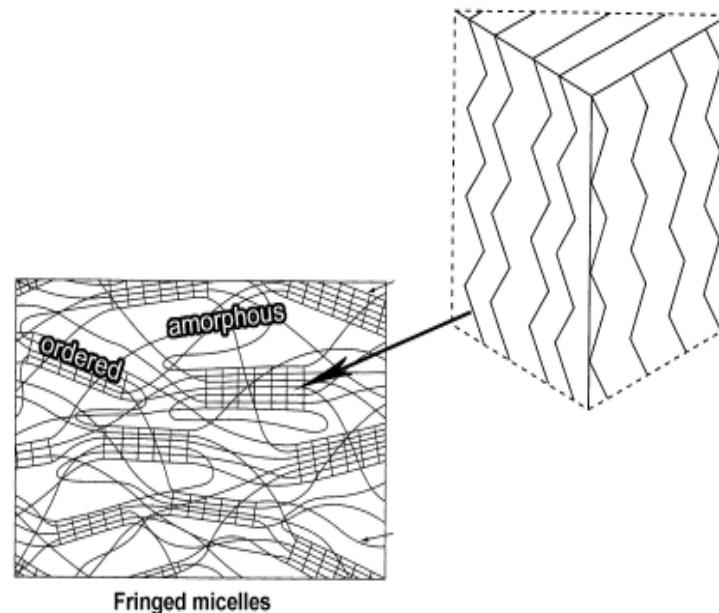
Tabuľka 11.1. Aminokyselinové zloženie (%) fibroínu niektorých druhov prírodného hodvábu (Hearle 1966, Keil a Šormová 1959)

Aminokyselina	<i>Bombyx mori</i>	Tussah <i>Caligula</i>	Tussah II	<i>Anaphe</i>	<i>Chrysopa flava</i>
Glycín	43,58	23,6	23,9	41,7	23,5
Alanín	29,6	39,4	47,2	52,1	50,2
Serín	11,67	10,47	14,80		40,7
Kyselina asparágová	1,35	4,2	7,5		3,0
Kyselina glutámová			1,46		
Tyrozín	4,79	4,35	10,6		
Histidín	0,44	2,23	1,55		
Arginín	1,73	9,23	5,41	2,1	1,8
Prolín	0,39	0,28	0,43		
Tryptofán	0,38	1,99	2,74		
Lyzín			0,17		
Leucín a izoleucín			1,27		
Fenylalanín			1,06		
Treonín			0,2		

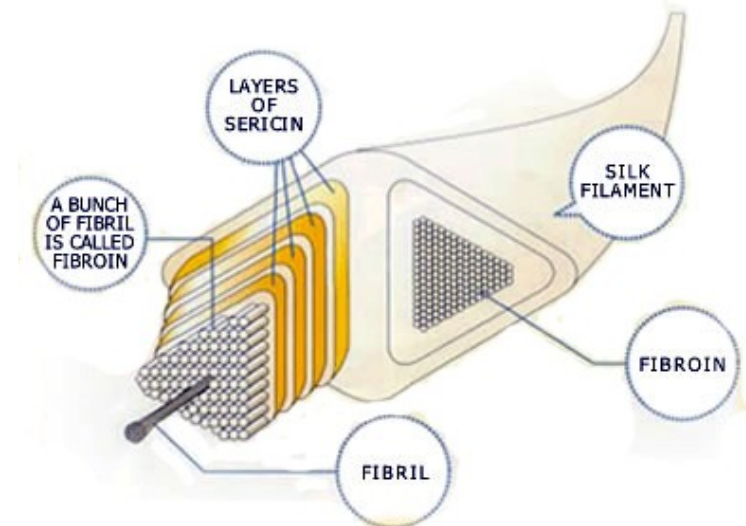
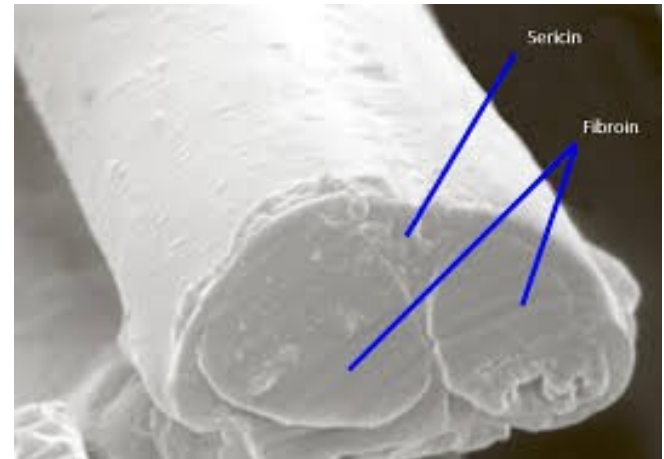
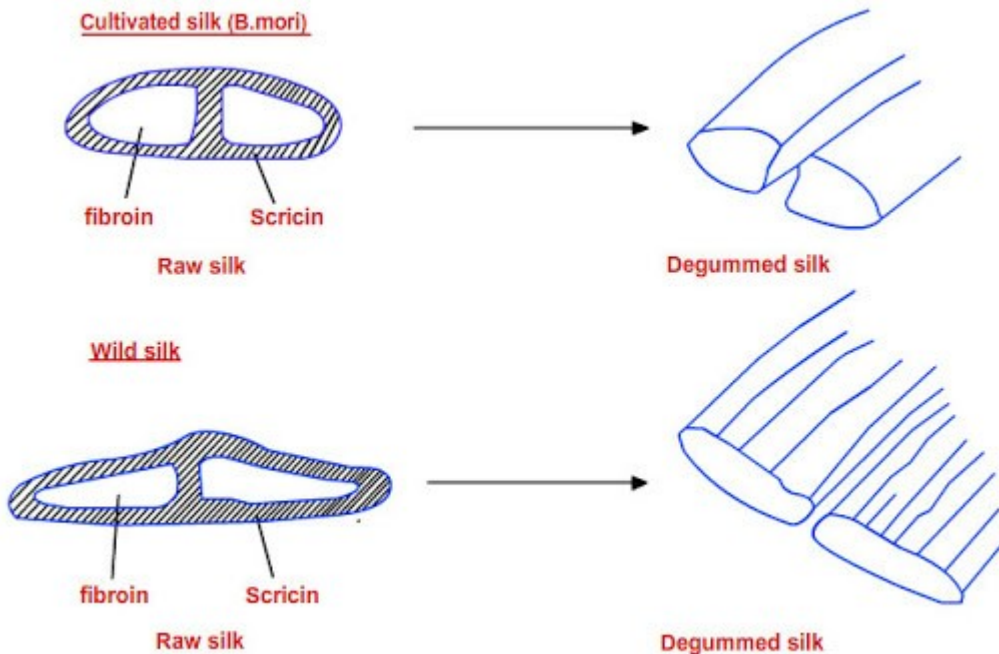
Proteiny hedvábí

- fibroin (76 %) - z 15 rôznych aminokyselinových reťazcú spojených do formy skládaných listů (β -sheet). V krystalinných segmentech hedvábí se tyto listy objevujú v pravidelném trojrozmerném usporádaní.

- sericin (22 %) – glycin, alanin, tyrosin, leucin



Vlákno (filament) hedvábí



Kovová vlákna a kryté nitě

Zlatá

Stříbrná

Měděná a mosazná

Hliníková

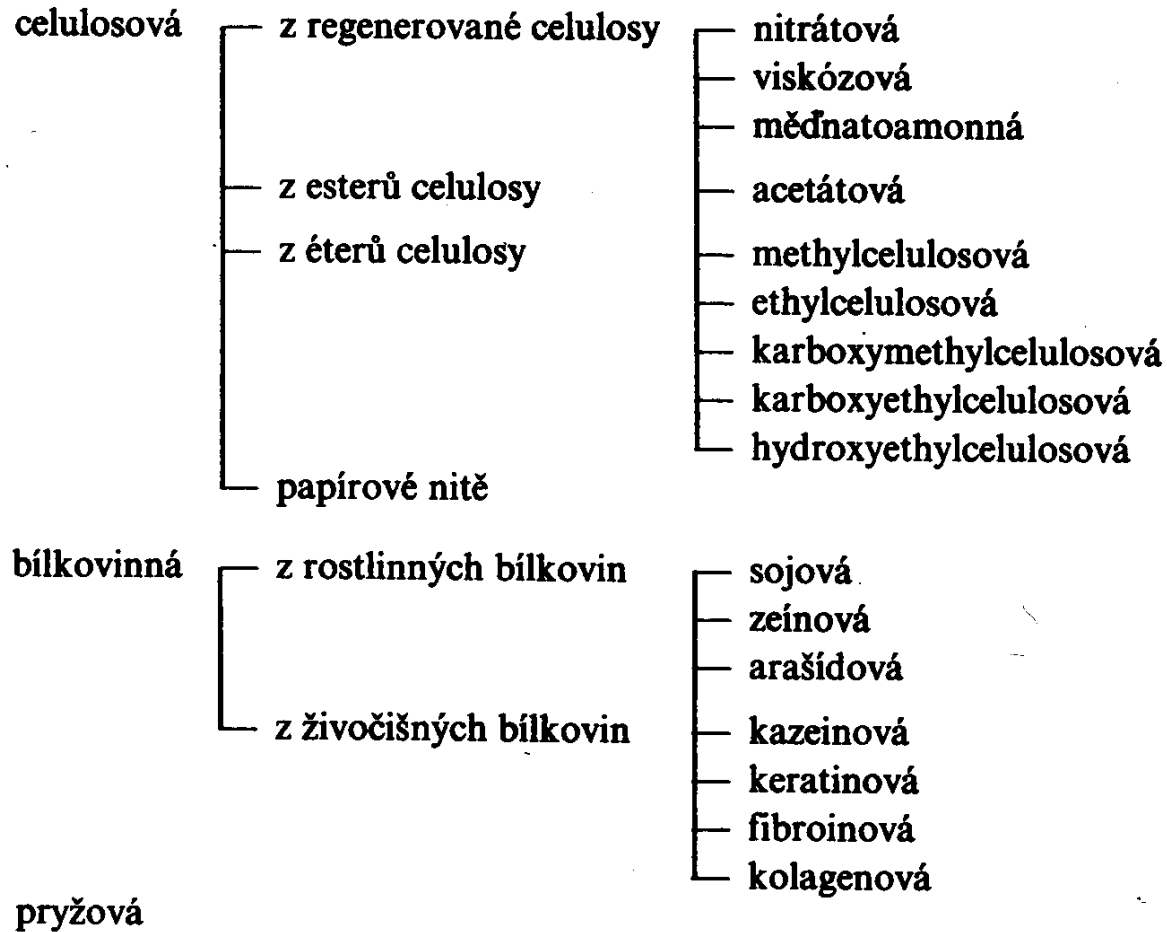


Fig. 5 Gew 370:
Silver coated mem-
brane strip wound
around a linen core



Fig. 6 Gew 582: Copper strip wound around a linen core

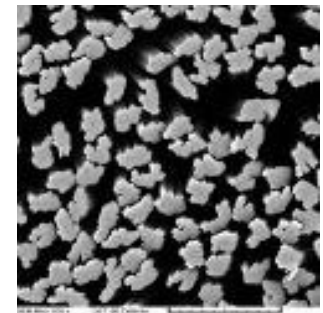
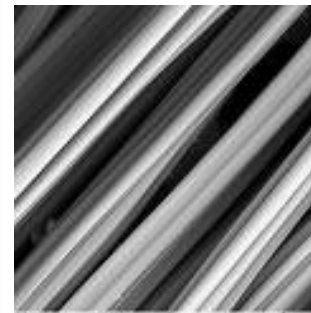
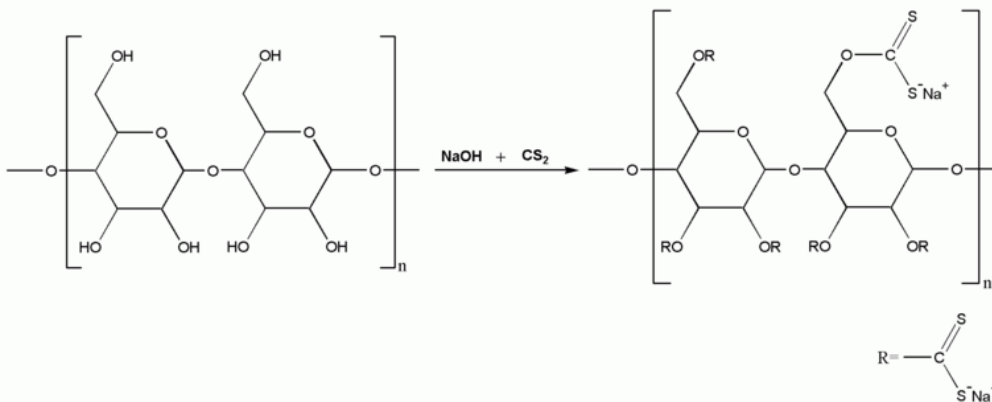
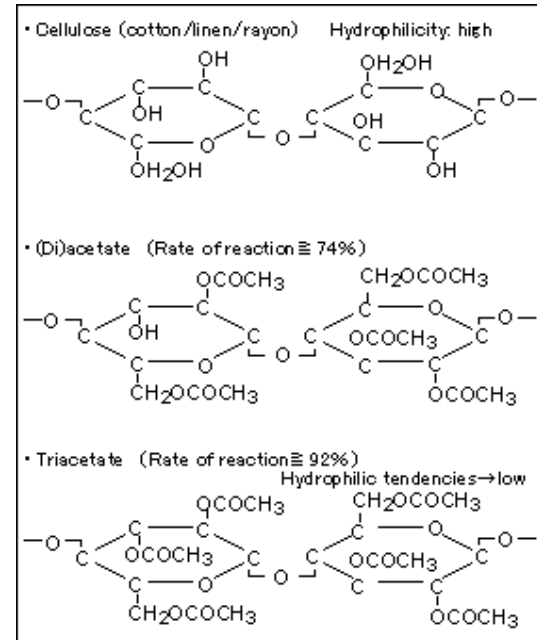
Upravená vlákna



Upravená vlákna na bázi celulózy

(rayon)

- *Chardonetovo hedvábí (nitrocelulóza)*
- *Měďnaté (bemberské) hedvábí*
- *Acetátové hedvábí (acetát celulózy)*
- *Viskózové hedvábí (xanthát celulózy)*

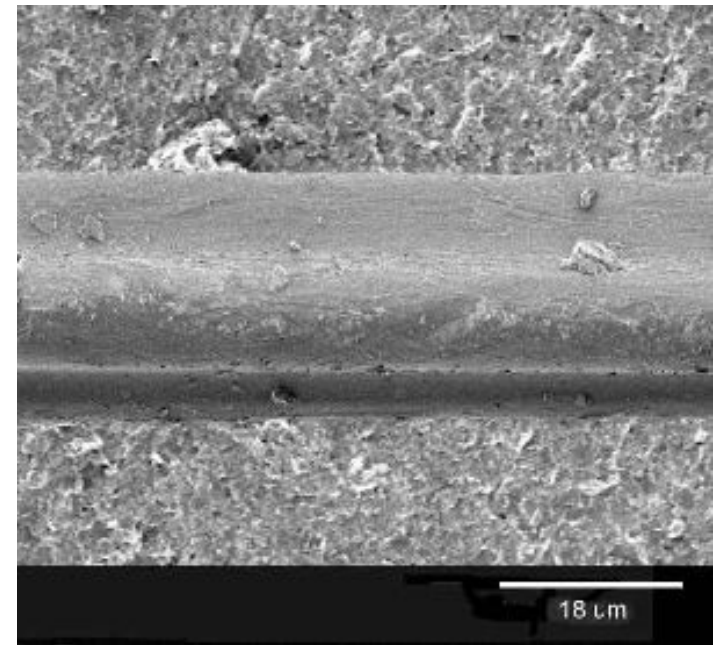


Syntetická vlákna

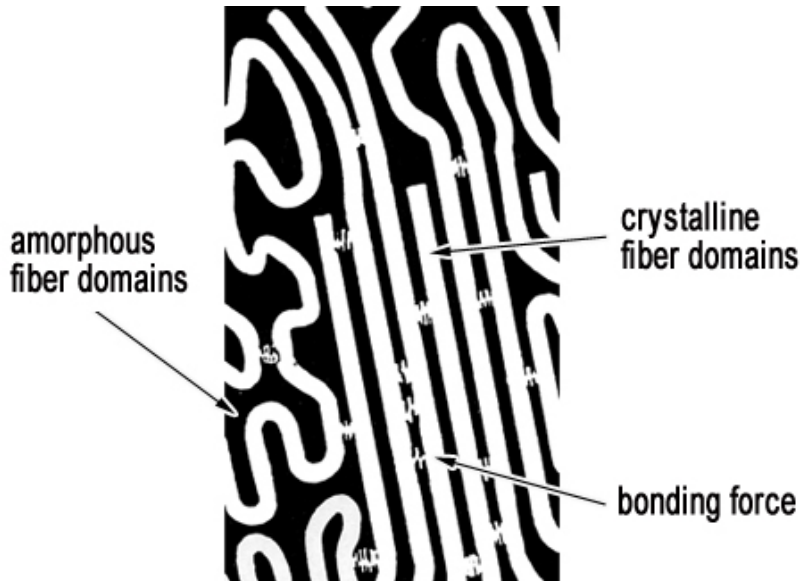
crystalline fiber domains → tensile strength
elasticity

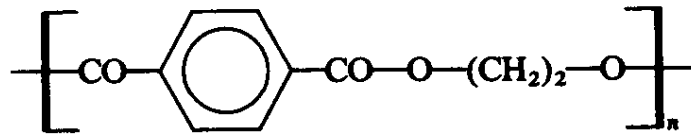
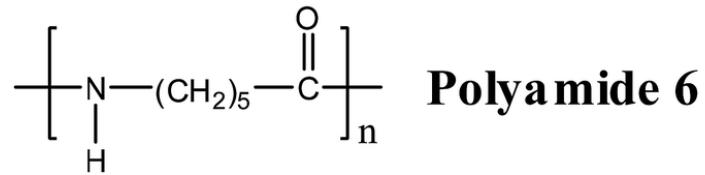
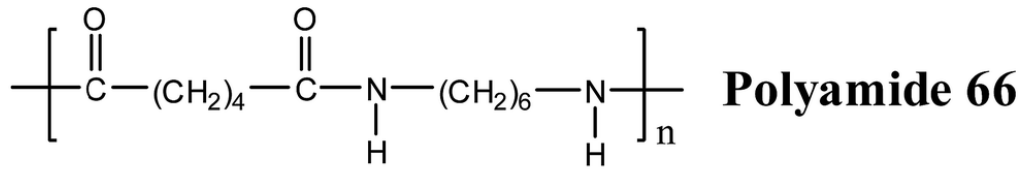
cause

amorphous fiber domains → flexibility
water absorption
colorability

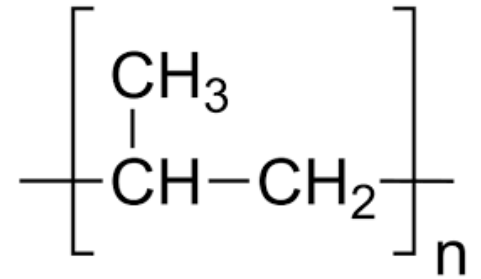
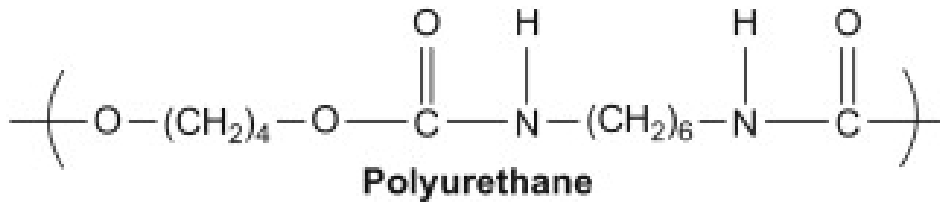


polyamid

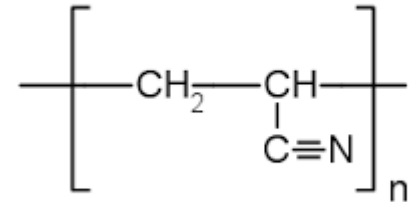




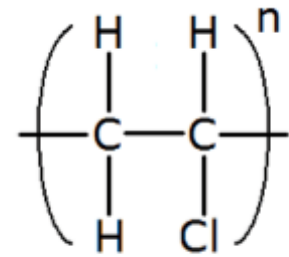
Polyester



Polypropylen



Polyacrylonitril



Polyvinylchloride

Směsný a kombinovaný textil

Předivo:

vlákna, stříž, hedvábí
ve směsích o stejných délkách

- Konopí + len (motouzy - knihy)
- Len + bavlna (dlouhé + krátké)
- Bavlna + viskóza **s**
- Juta + viskóza **s**
- Vlna + polyamid **s**
- Len + polyester **s**
- Viskóza **h** + polyester **h**
- Polyakrylonitril **s** + PVC **s**
- Vlna + viskóza **s** + polyester **s**

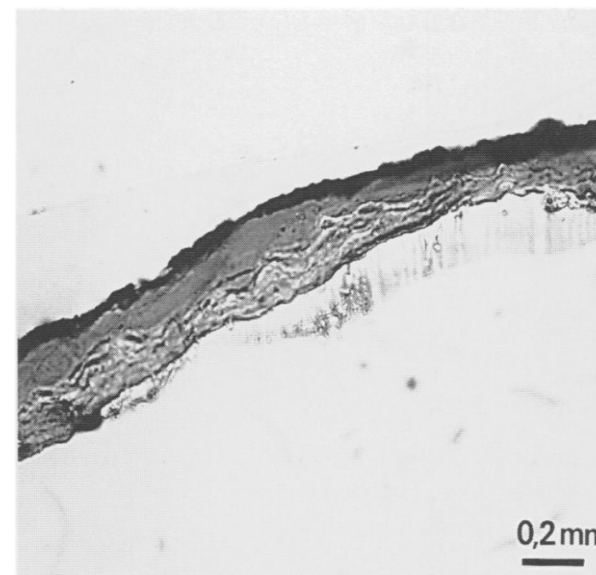
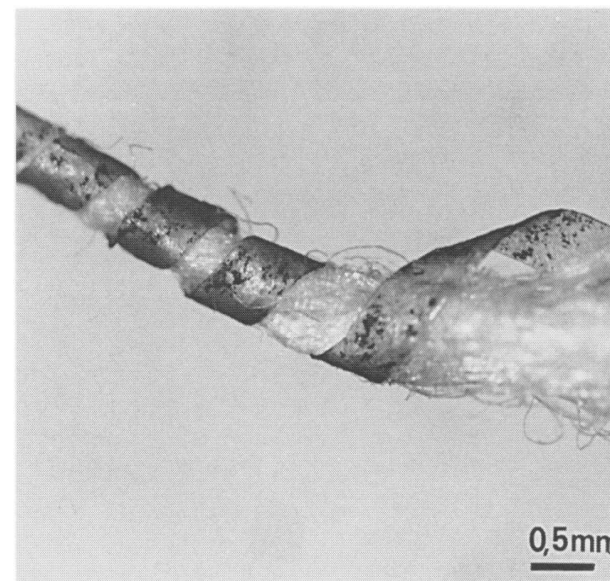


Světský a liturgický **oděv**

- **Dracoun** = krytá nit, která vzniká obtáčením velmi tenkého kovového drátku nebo plátku kolem hedvábného, lněného nebo bavlněného jádra (středové nitě – duše). Útvar také nazývaný jako leonské předivo (nitě).
- **Brokát** = hedvábná tkanina, se vzory protkávanými kovovými drátky, lamelami nebo krytými nitěmi (nitěmi skanými z přírodních středových nití obtočených zpravidla drahými kovovými vlákny – stříbrnými, zlatými, postříbřenými nebo pozlacenými); nejprve se dovážela z Orientu, později se vyráběla i v Evropě (Francie, Itálie).



Ornát, Louannec 11.-12. stol.



Praporec (Šoproň, 1912)

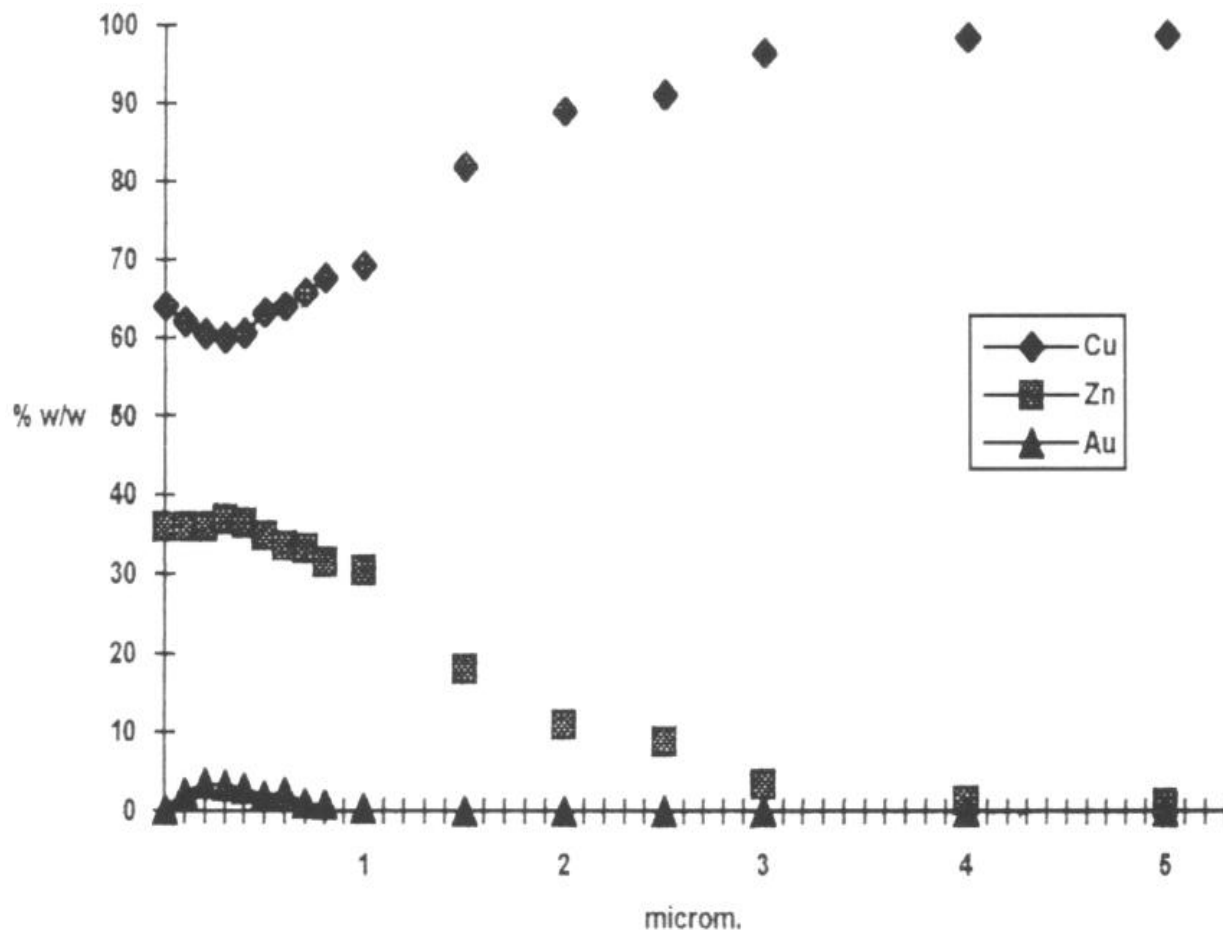
Au

Cu + Zn

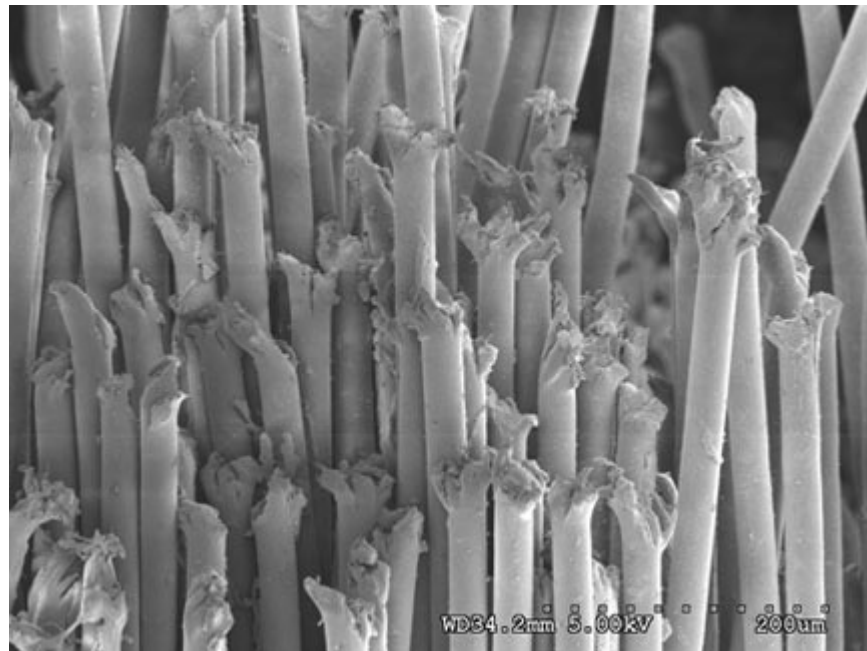
Cu

Cu + Zn

Au



Degradace textilních vláken



SEM porušených polyesterových vláken

Příčiny degradace

fyzikální (záření, mechanické vlivy, plasma)

chemické (kyslík, vlhkost, chemikálie)

biogenní (mikroorganismy, hmyz, člověk)



Mol šatní (*Tineola bisselliella*)



Mechanismy „stárnutí“ vláken

Krystalizace

Fotochemické stárnutí

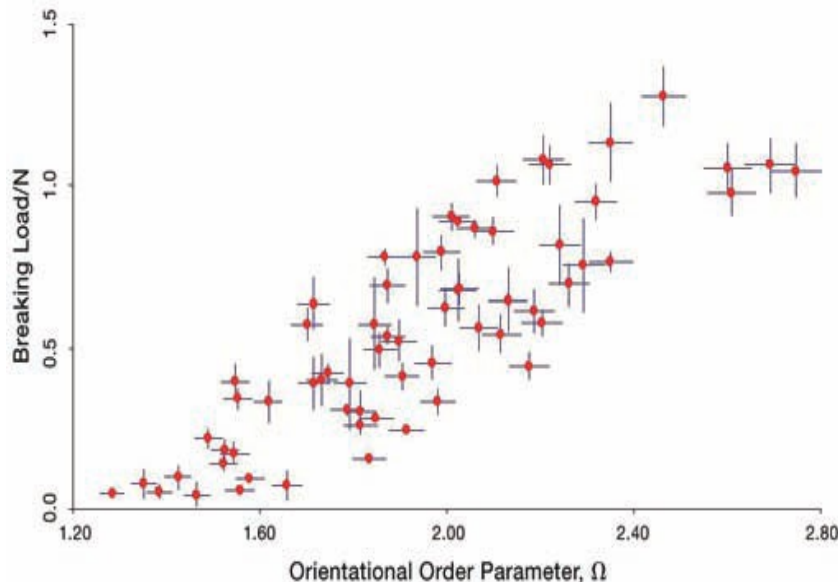
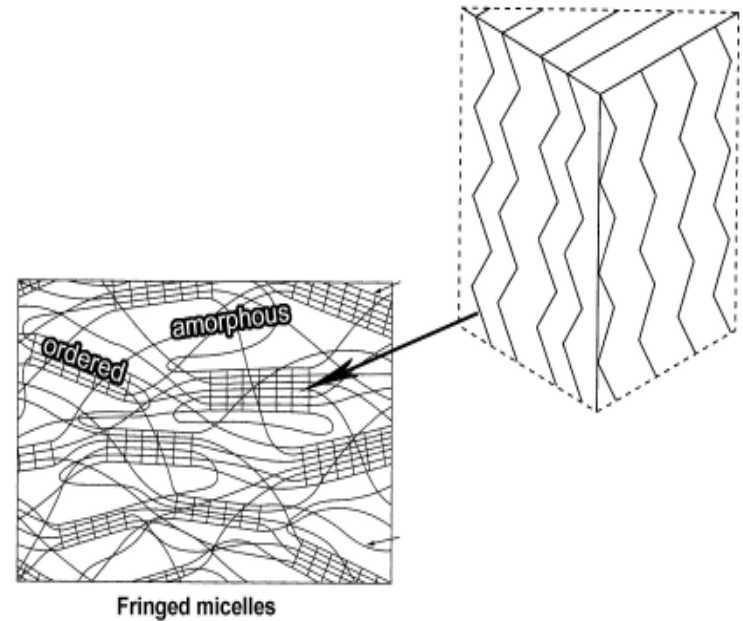
Tepelná degradace

Chemický atak

Mechanické vlivy

Krystalinita

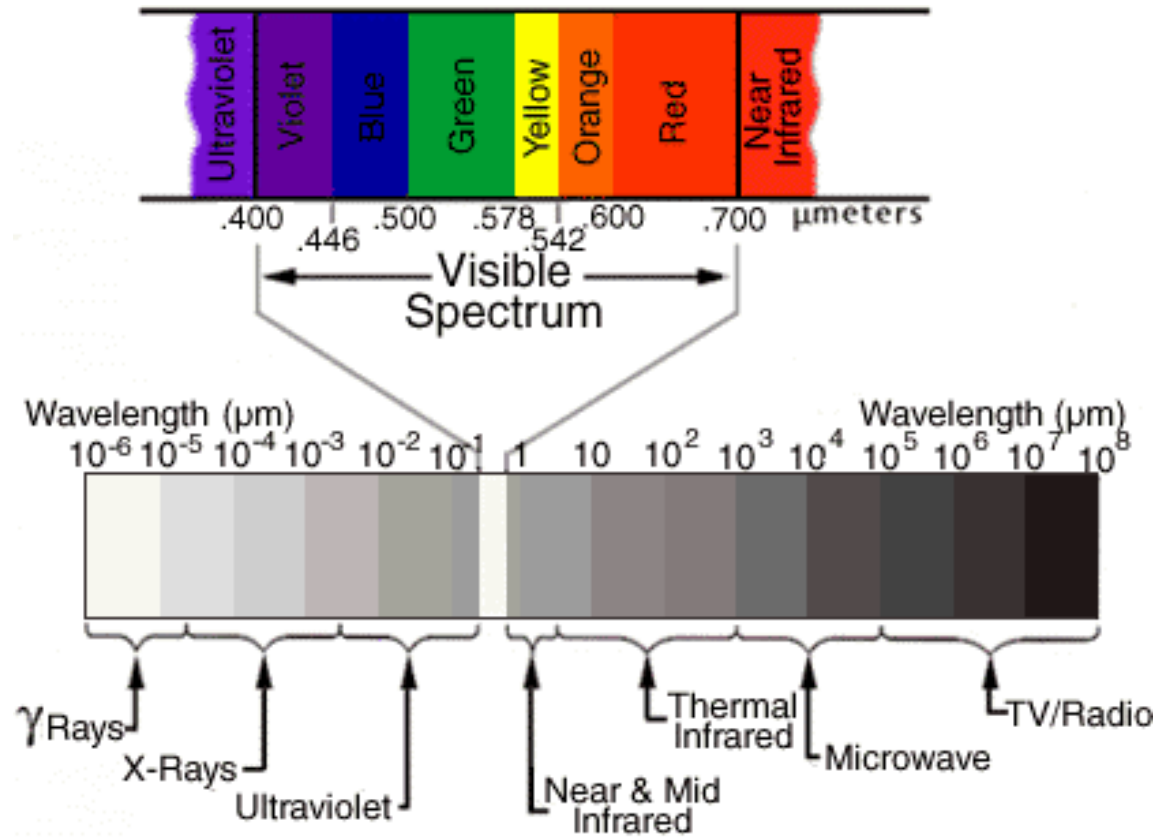
- Vlastnosti hedvábí jsou významně ovlivněny přítomností krystalitů (β -sheet crystallites) paralelních s osou vlákna;
- Degradací proteinu krystality ztrácejí své pevné uspořádání.
- Čím vyšší krystalinita tím snáze se trhá



„Orientational order parameter, Ω “, vs „breaking load“ vzorků hedvábí různého stupně degradace.

Vliv záření

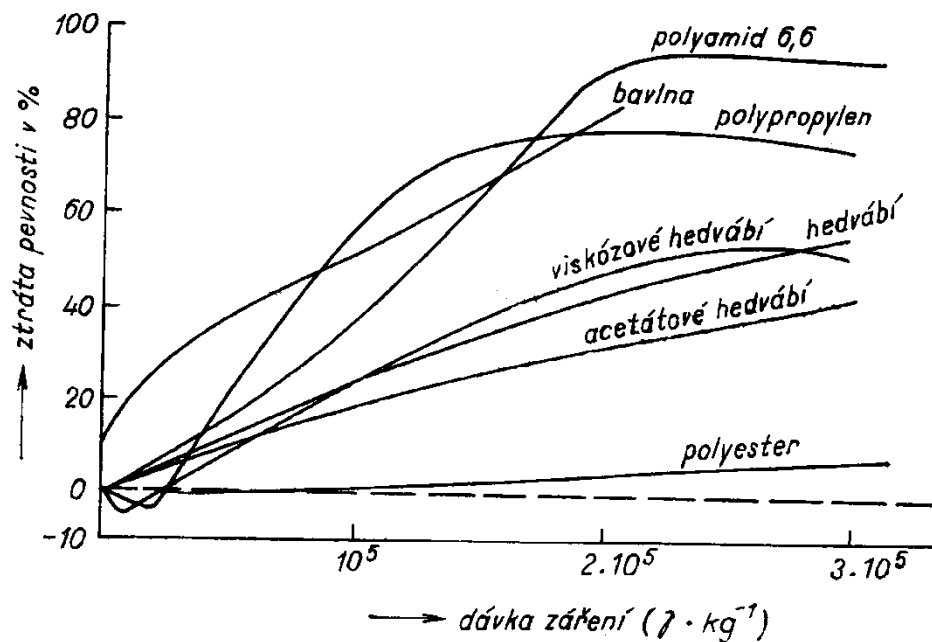
- Infračervené
- Viditelné
- Ultrafialové
- Rentgenové
- Radioaktivní



Radioaktivita

- Desinfekce (likvidace mikroorganismů)
- Desinsekce (likvidace hmyzu)
- Průzkum materiálů

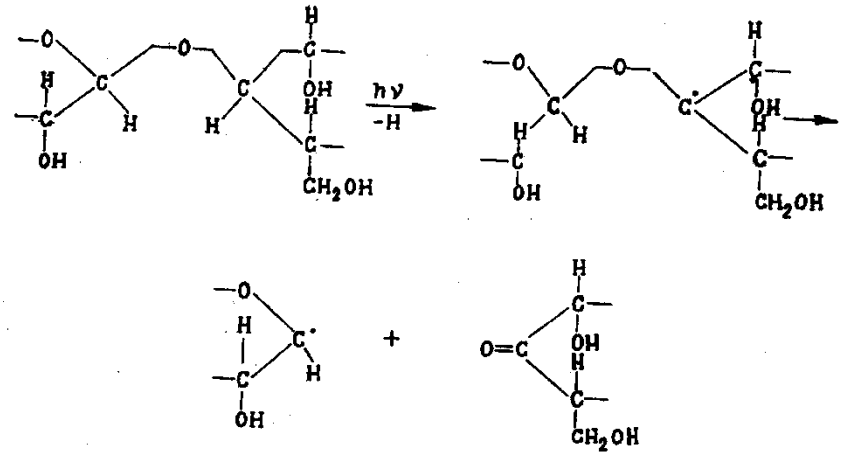
Vznik volných radikálů



Obr. 43. Vliv radioaktivního záření na změnu pevnosti některých druhů vláken

Celulóza

V přítomnosti vody a MeOH dochází u celulózy k přenosovým reakcím a tím i k opětovnému nasycení vodíkem.



Vlna a hedvábí:

odolné vůči radioaktivnímu záření (více než vůči UV)

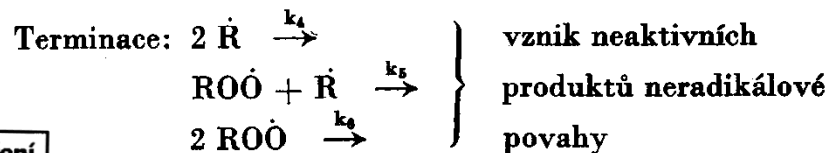
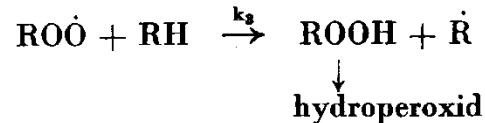
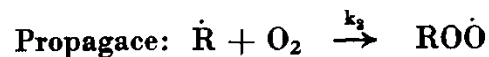
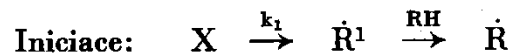
Syntetická vlákna:

příčné zesíťování, odbourání hlavních řetězců, odbourání vedlejších řetězců

Vliv ultrafialového záření a fotooxidace

Intenzita ozáření

Celková doba ozáření



Zdroj	Intenzita osvětlení	Intenzita ozáření (450 – 950 nm)	Intenzita UV záření (315 – 400 nm)
xenonová výbojka 1500 W	5000 lx		0,76 W/m ²
žárovka 60 W	300 lx	8 W/m ²	0,15 W/m ²
halogenová nízkonapěťová žárovka	300 lx	9 W/m ²	0,12 W/m ²
	100 lx	3 W/m ²	
	50 lx	1 W/m ²	
fluorescenční zářivka 36 W Mazdafluor blanc industrie TF40	300 lx	0,98 W/m ²	0,03 W/m ²
fluorescenční zářivka 18 W Mazdafluor prestilux 827	7400 lx	25 W/m ²	0,05 W/m ²

Vliv ultrafialového záření a fotooxidace

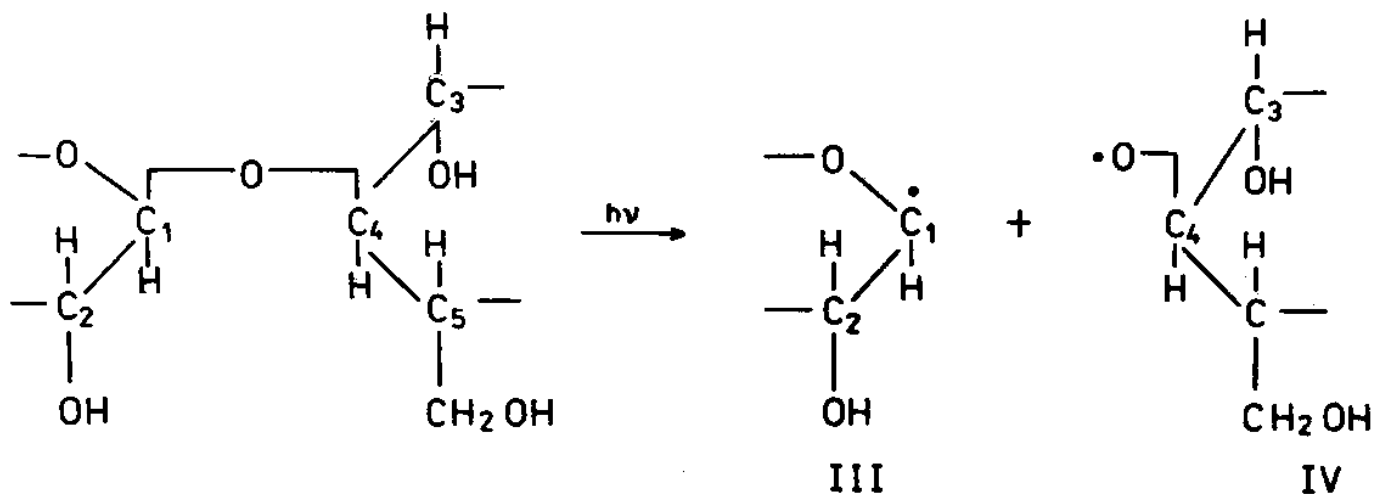
Diagnostika



UV fluorescence: bílá akrylová vlákna, zvětšeno 200x, normální a UV světlo

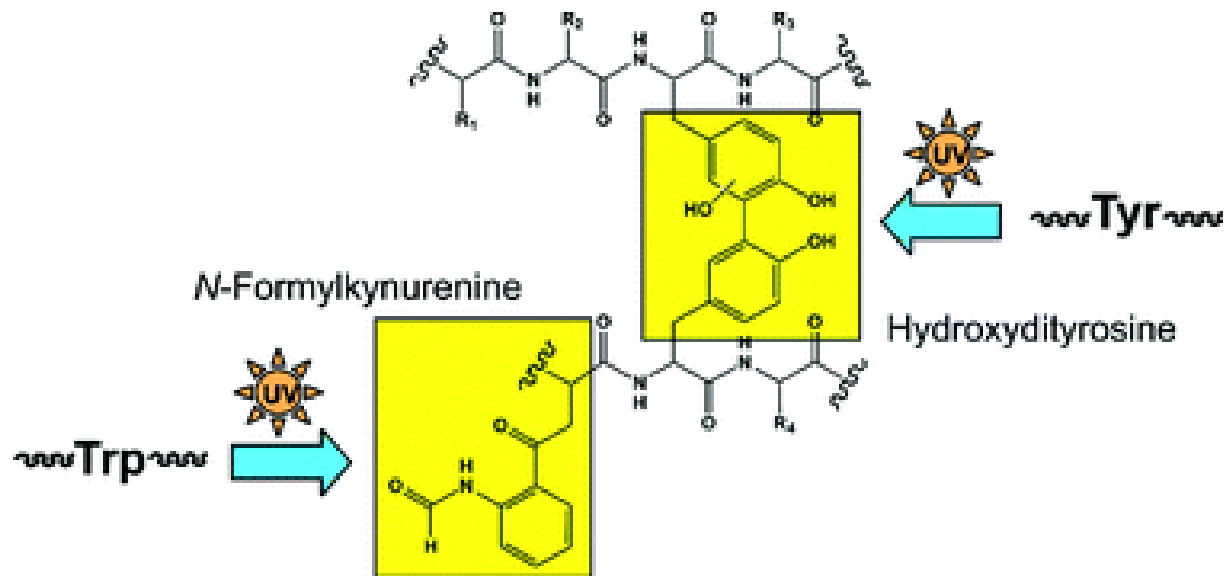
Celulóza

- Za běžných podmínek se neobourává
- Celulóza neabsorbuje UV protože nemá v řetězci dvojně vazby
- Za přítomnosti vody vzniká H_2O_2
- Vznik $-COOH$ skupin i v inertní atmosféře, ve větší míře za přítomnosti kyslíku
- Štěpení vazeb C–C a C–O

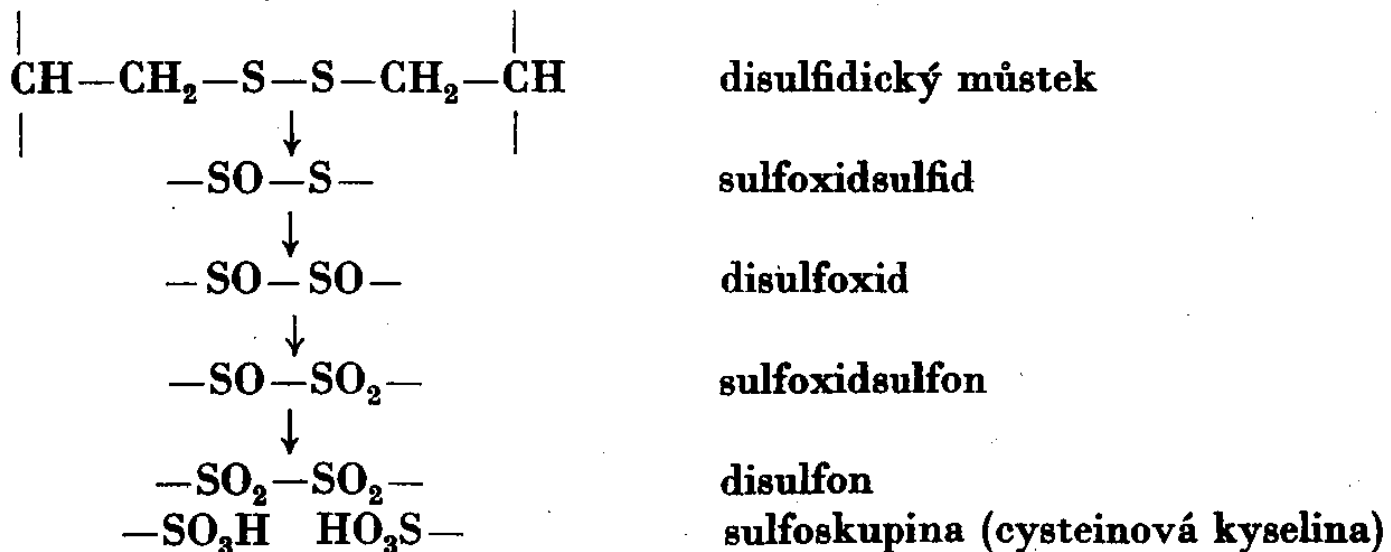
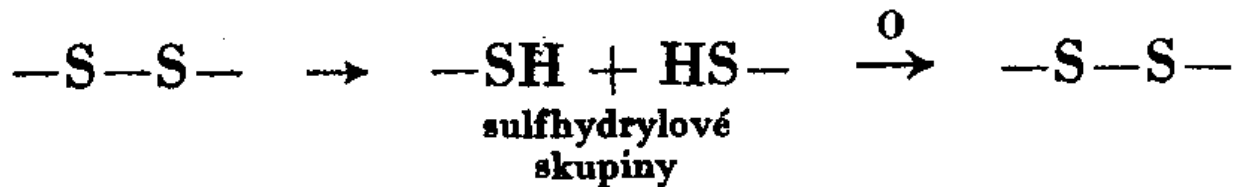


Keratin

žloutnutí vlny (tryptofan a tyrosin)



Oxidace cysteinu a cystinu



Fotooxidace a datování

Koberce z muzejních sbírek z Maďarska

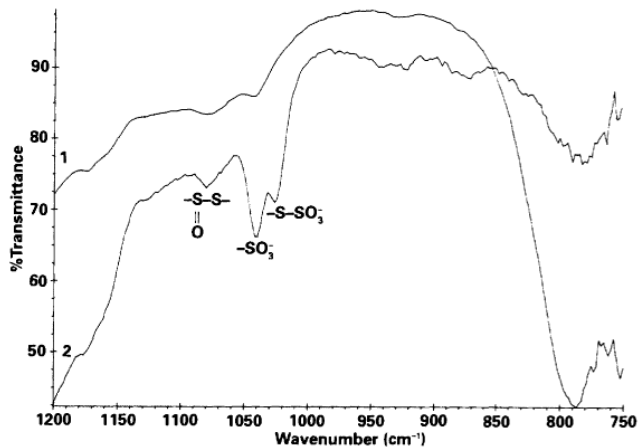


Figure 4 Infrared spectra of (1) an untreated wool fibre and (2) a wool fibre showing oxidation of disulphide bonds through the formation of cysteic acid (-SO₃), cystine monoxide (-S(O)S-) and S-sulphonate (-S-SO₃) after 99 days in the water-copper system.

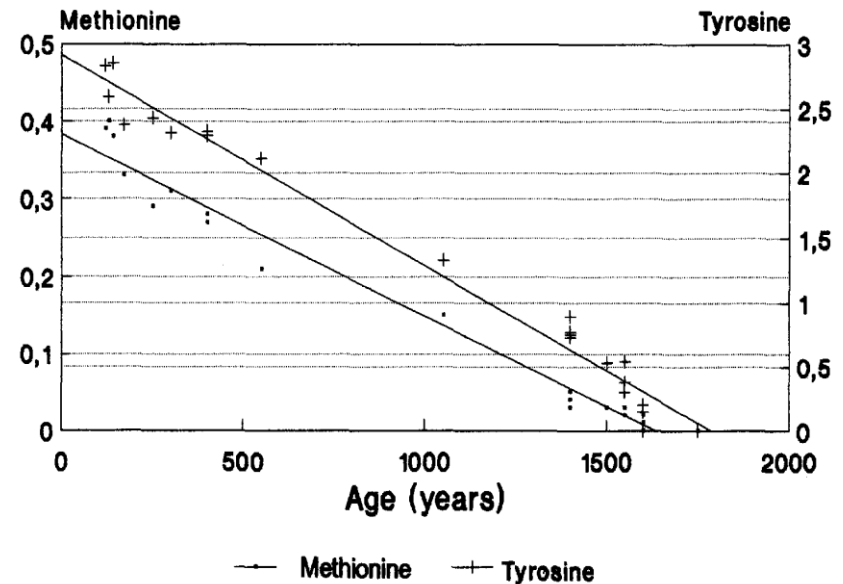
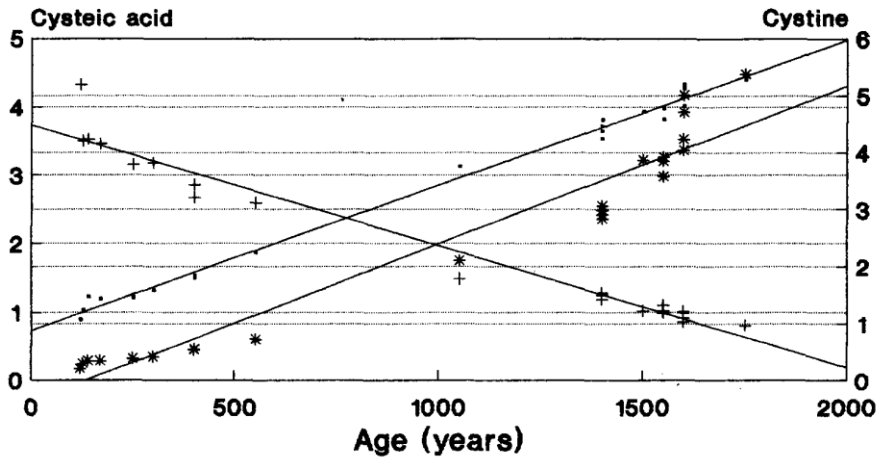
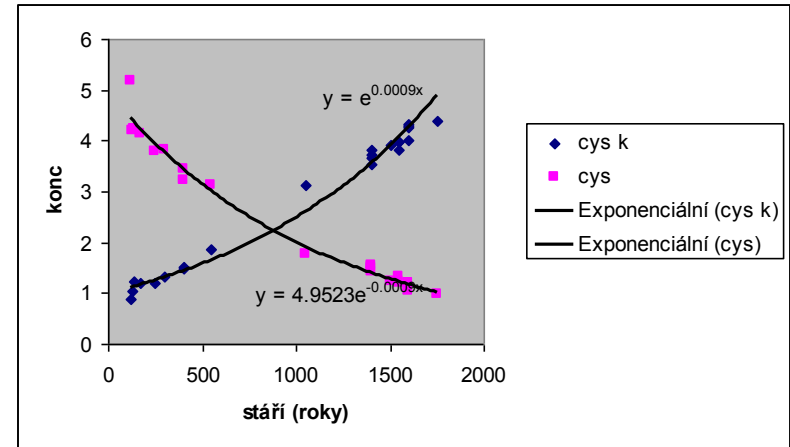
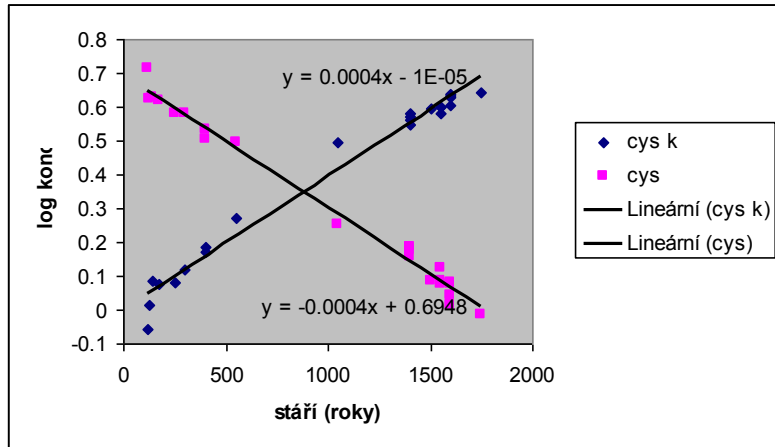


Fig. 2. Age estimation of wool based on methionine and tyrosine content.

Fotooxidace a datování



— Cysteic acid + Cystine * Cysteic acid/Cystine
 Fig. 1. Age estimation of wool based on cysteine acid and cystine content.

Hedvábí

The First Ladies Hall v Arts and Industries Building (Smithsonian Institution, Washington)

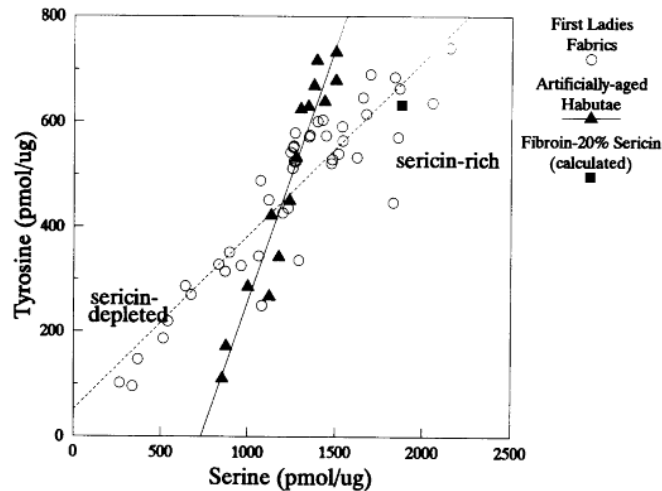


Table 3 The ratios of glycine to several amino acids recovered from old kimono lining fabrics and artificially aged silks: average (standard deviation)

	Gly/Ala	Gly/Ser	Gly/Asx	Gly/Glx	Gly/Tyr
Control modern silk	1.49	4.10	23.76	35.56	7.94
Naturally aged					
Meiji	1.52 (0)	4.25 (0.03)	28.52 (0.62)	38.58 (0.32)	9.66 (0.31)
Taisho-Showa	1.53 (0.01)	4.23 (0.05)	27.47 (1.03)	37.23 (1.28)	9.43 (0.30)
Artificially aged*					
Indoor sunlight	1.49 (0.02)	4.19 (0.09)	26.22 (1.30)	35.95 (1.06)	8.98 (0.85)
Outdoor sunlight	1.49 (0.01)	4.30 (0.21)	27.98 (2.97)	37.76 (1.56)	10.84 (3.08)

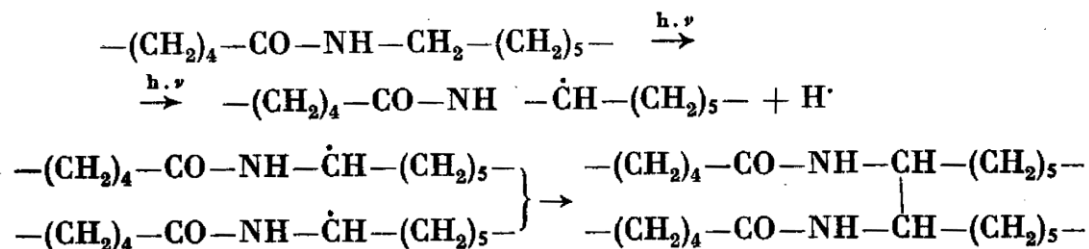
*Adapted from [12]; exposures ranged from 100–1000kJm⁻².

Fig. 6. The amounts of tyrosine and serine recovered from the artificially aged modern habutae and the naturally aged fabrics in the First Ladies Collection

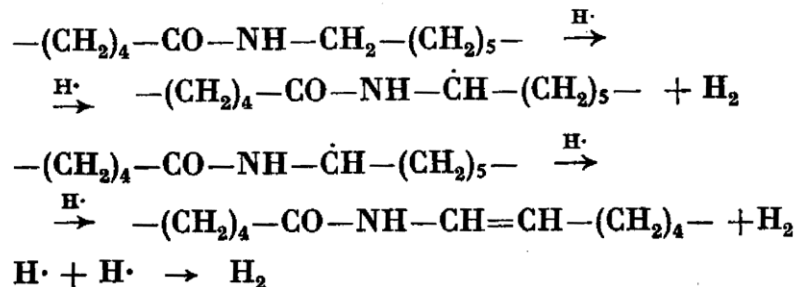
Polyamid

Fotolytické reakce mají radikálový charakter, k oxidaci dochází i v inertní atmosféře.

UV fotolýza

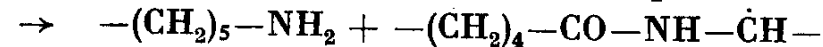
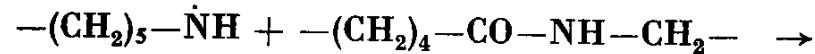
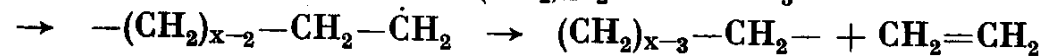
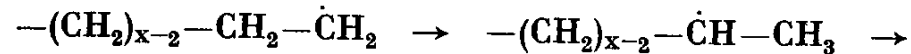
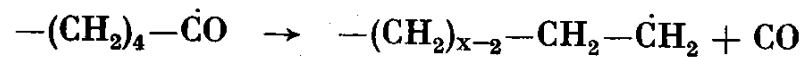
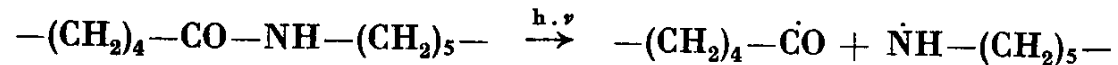


Atomární vodík se může přeměnit na vodík molekulární rekombinací nebo dehydrogenací libovolných částí řetězce. Může též reagovat s polyamidovým řetězcem za vzniku nového makroradikálu nebo nenasycené sloučeniny:



Polyamid

UV fotolýza

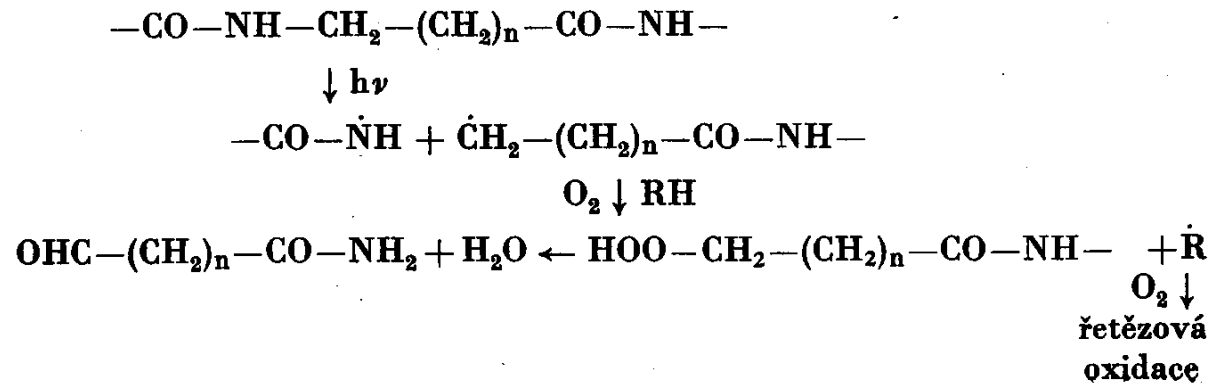


UV fotooxidace

změna pevnosti, žloutnutí, zesíťování polymeru

K oxidaci dochází na methylenové skupině sousedící s dusíkem amidové vazby

Polyamid

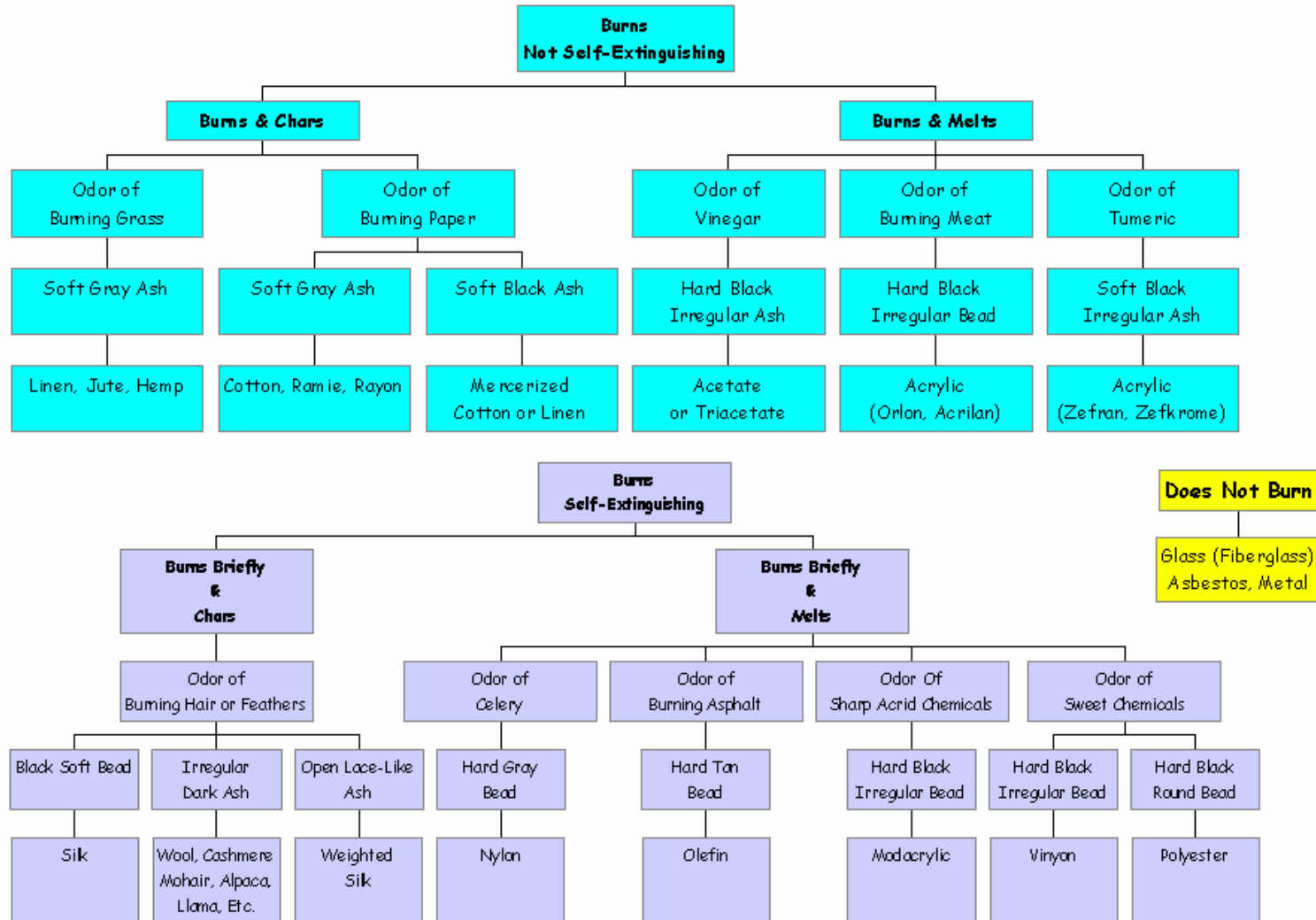


Polyester: štěpení vazeb O-C

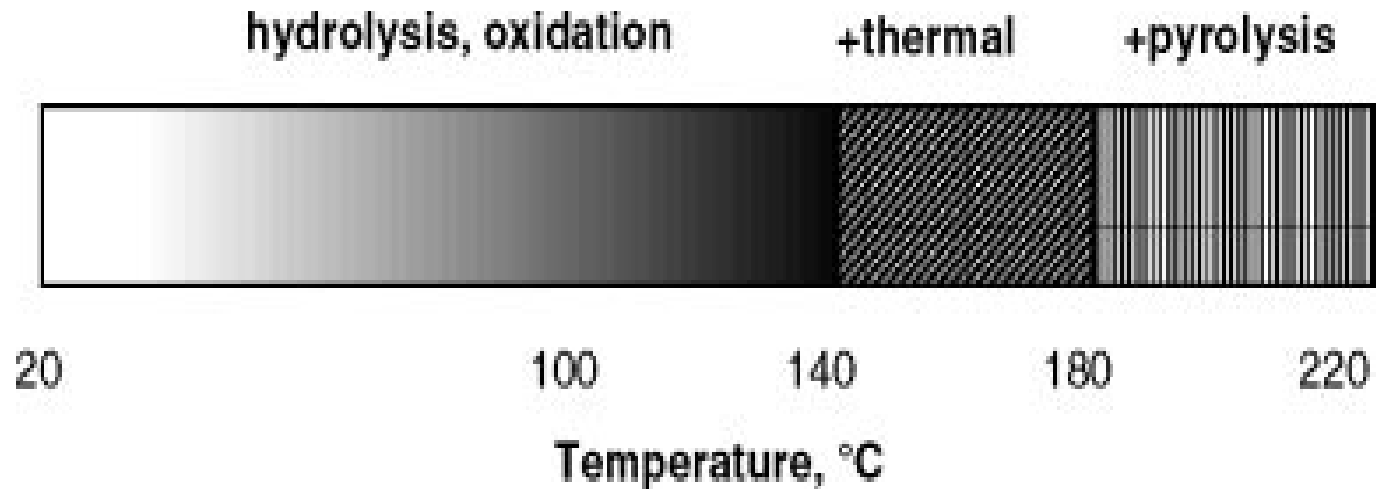
Polyakrylonitril: vysoká odolnost

Tepelná degradace

FIBER BURN CHART



Tepelná degradace



Mechanismus tepelné degradace na vzduchu je funkcí teploty. Ve vakuu a teploty pod 140 C převládá hydrolýza.

Termická degradace celulózy

Do 100 C odolává, od 120 C se začíná rozkládat, 150 C vzniká pyrocelulóza a od 240 C plynné zplodiny hoření.

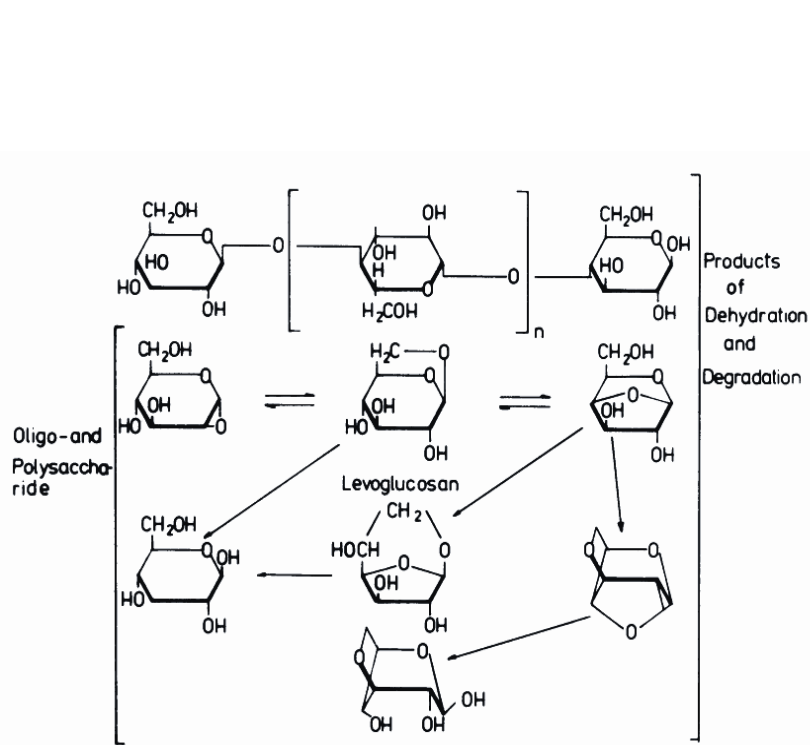
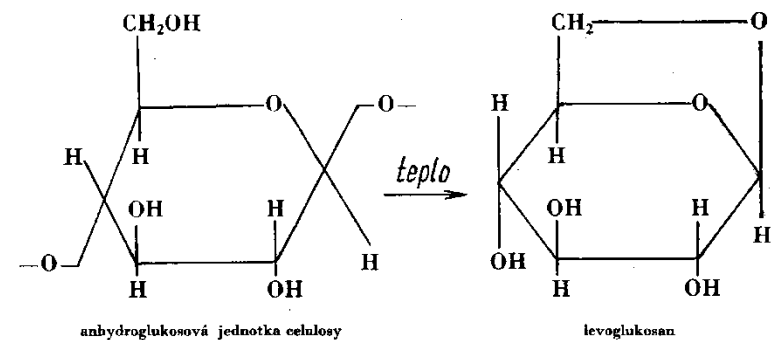
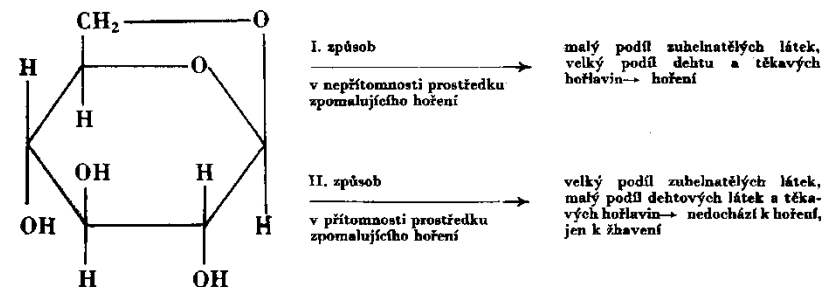


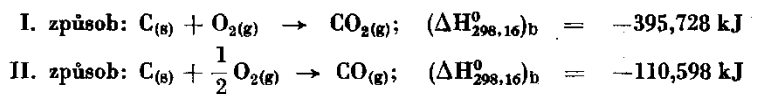
Fig. 1 Scheme of thermal degradation of cellulose.

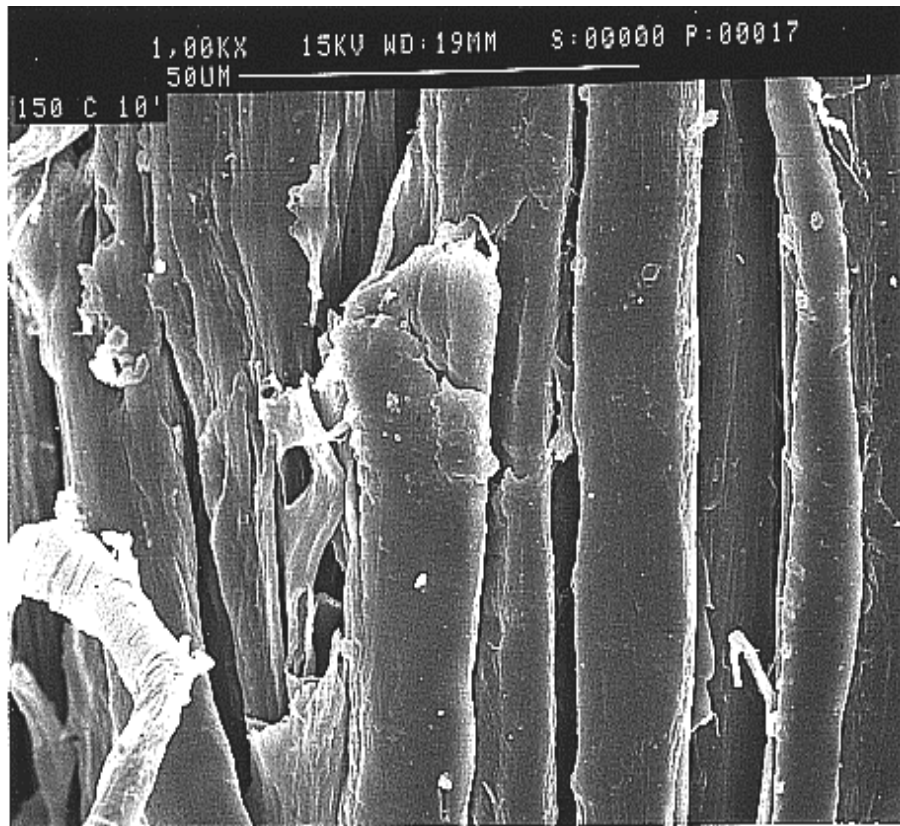


II. stadium — degradace levoglucosanu



Tepelnou bilanci pomocí slučovacího tepla lze znázornit známými rovnicemi:





SEM Inu po působení teploty 150 C
po 10 min



SEM Inu po působení teploty
160 C po 10 min (eroze povrchu
vláken).

Termická degradace vlny a hedvábí

Vlna

nad 100 °C ztráta pevnosti, 115 °C ztráta chemicky vázané vody,
nad 120 °C se uvolňuje NH_3 a H_2S a vlna hnědne.

vlhký horký vzduch = hydrolýza

Hedvábí

do 120 °C je vliv tepla zanedbatelný, nad touto teplotou hedvábí
hnědne. Zatěžkávané hedvábí nehoří, pouze žhne.

Tepelná degradace polyamidu

depolymerace, reakce koncových skupin, dodatečná kondenzace, štěpení řetězce, sekundární reakce produktů štěpení (hydrolýza amidové vazby).

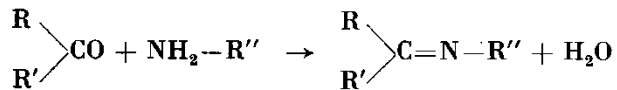
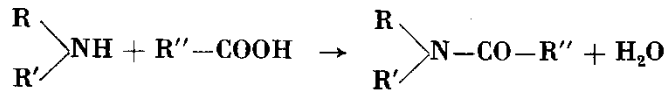
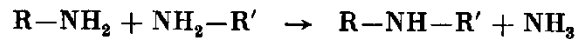
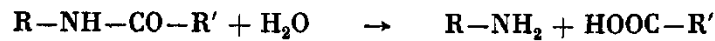
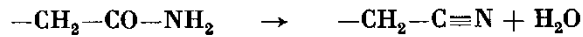
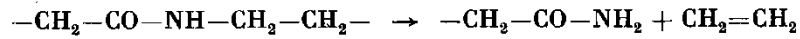
Za nepřístupu vzduchu

uvolňování plynných zplodin (H_2O , CO_2 , NH_3), při vyšších teplotách zesíťování.

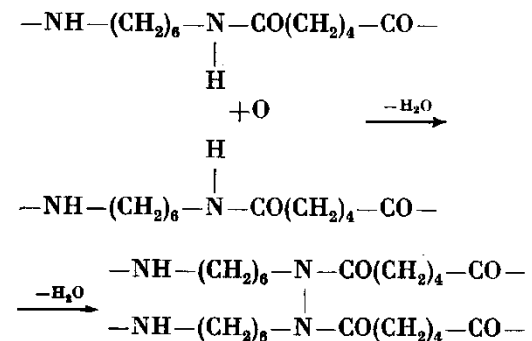
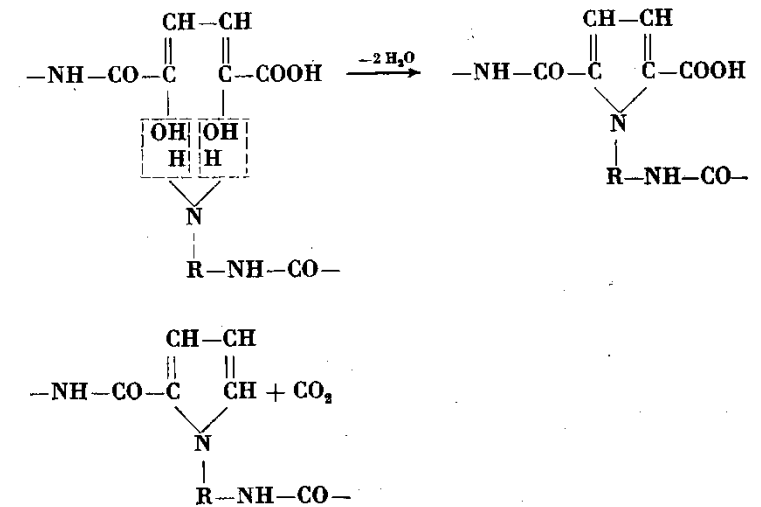
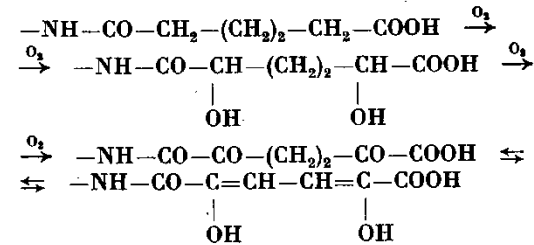
Za přístupu vzduchu

nad 120 °C žloutne, později hnědne (vznik pyrrolových sloučenin).

anaerob

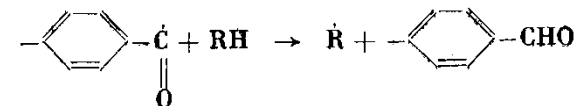
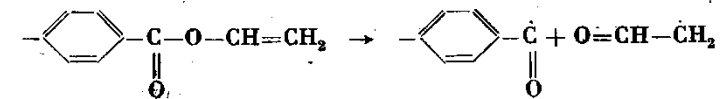
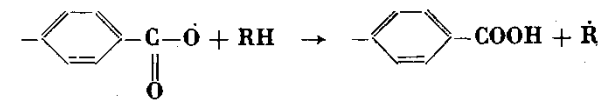
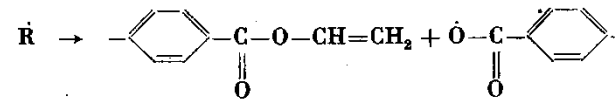
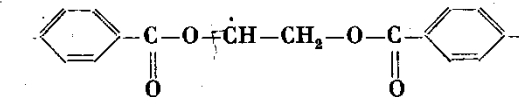
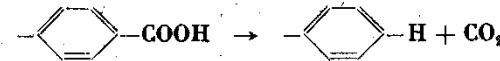
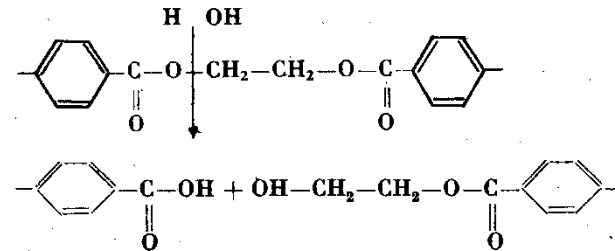
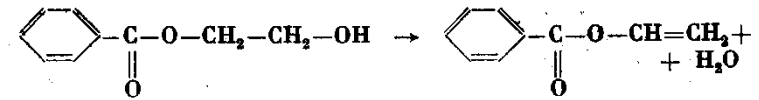


aerob



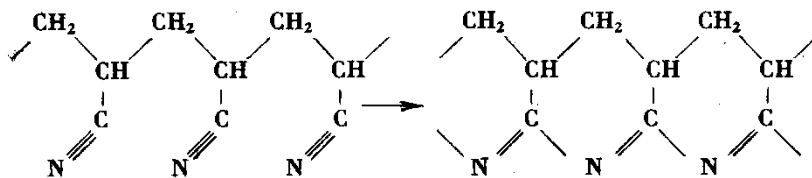
Polyester

vznik plynných zplodin

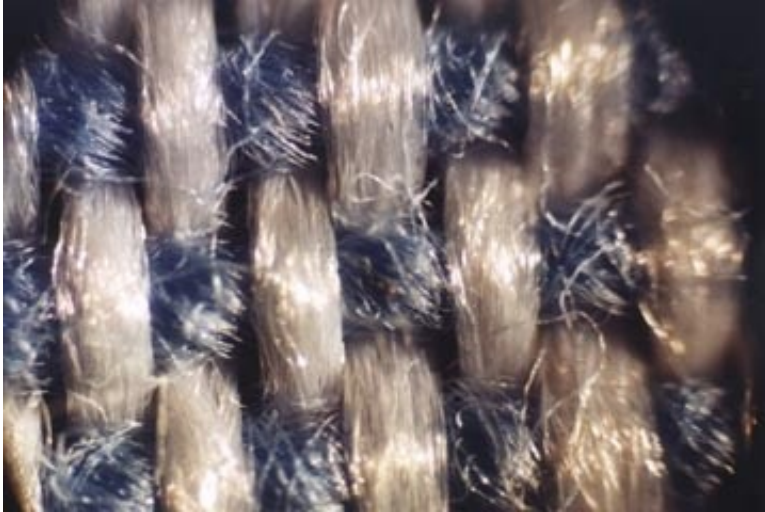


Polyakrylonitril

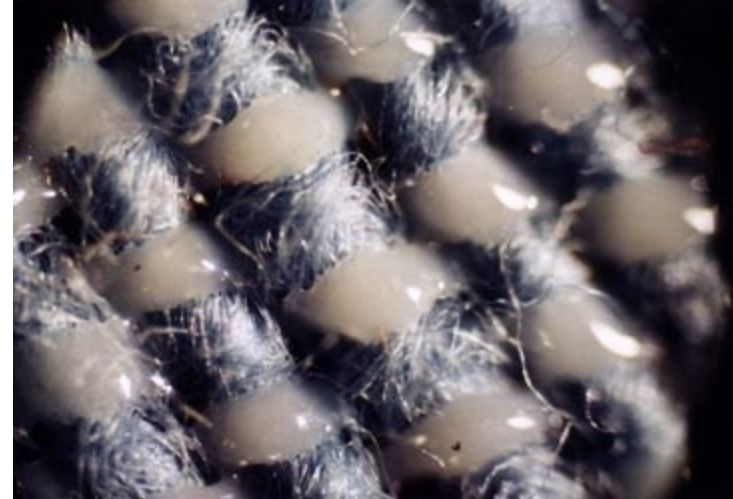
nad 200 C žloutnutí



Tepelná degradace polyesteru



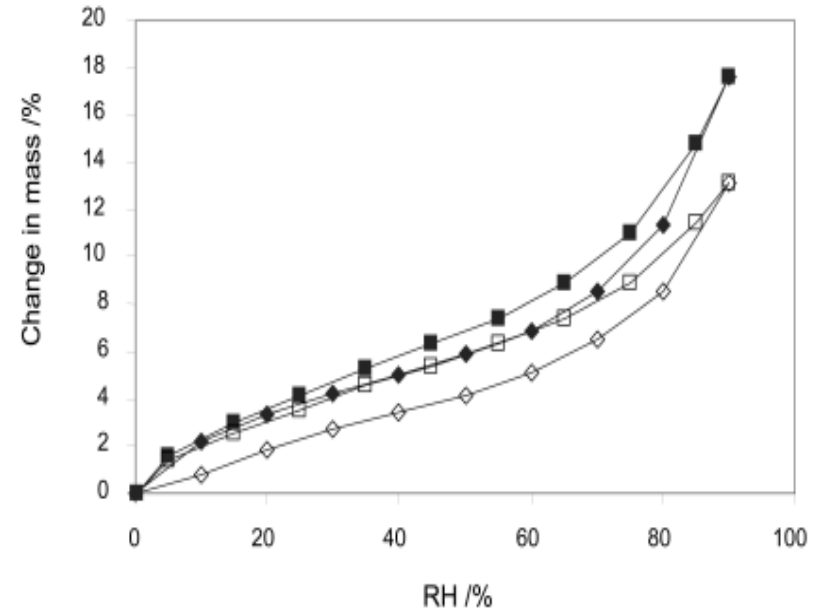
Před působením vyšší teploty.
Bílý = polyester
Modrá = bavlna



Po působení vyšší teploty.
Bílý = polyester, roztavený
Modrá = bavlna, neporušena

Vlhkost

Vyšší vlhkost obvykle stimuluje činnost mikroorganismů.



Tabulka 4.

Obsah vlhkosti vláken při teplotě 23,9 °C a relativní vlhkosti 65 %

Vlákno	%	Vlákno	%
vlna	16	polyamid 6,6	4
viskóзовé hedvábí	13	polyakrylonitril	1,5
přírodní hedvábí		polyurethan	1,3
a mercerovaná bavlna	11	polyester	0,4
bavlna a len	8	polytetrafluorethylen	0,0
acetátové hedvábí	6		

Izotermy absorpce-desorpce vlhkosti pro len

- moderní nit – desorpce
- ◆ moderní nit – absorpce
- nit ze 16. století – desorpce
- ◇ nit ze 16. století – absorpce

Chemická degradace

Hydrolýza

Voda
Kyseliny
Báze
Enzymy

Oxidace
Redukce

Těžké kovy

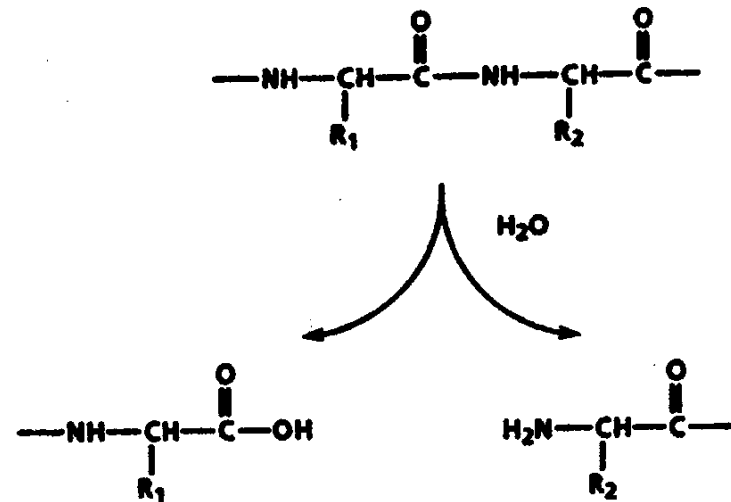


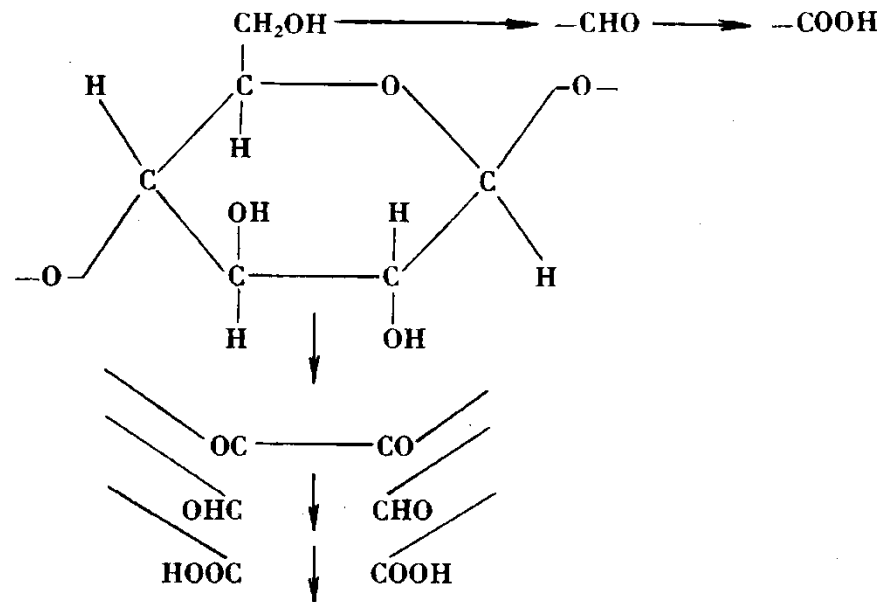
Fig. 13. Hydrolysis of the peptide backbone.

Celulóza

Citlivá vůči kyselinám, snadno se hydrolyzují, zejm. za horka. Citlivější jsou vlákna s menším podílem krystalické složky.

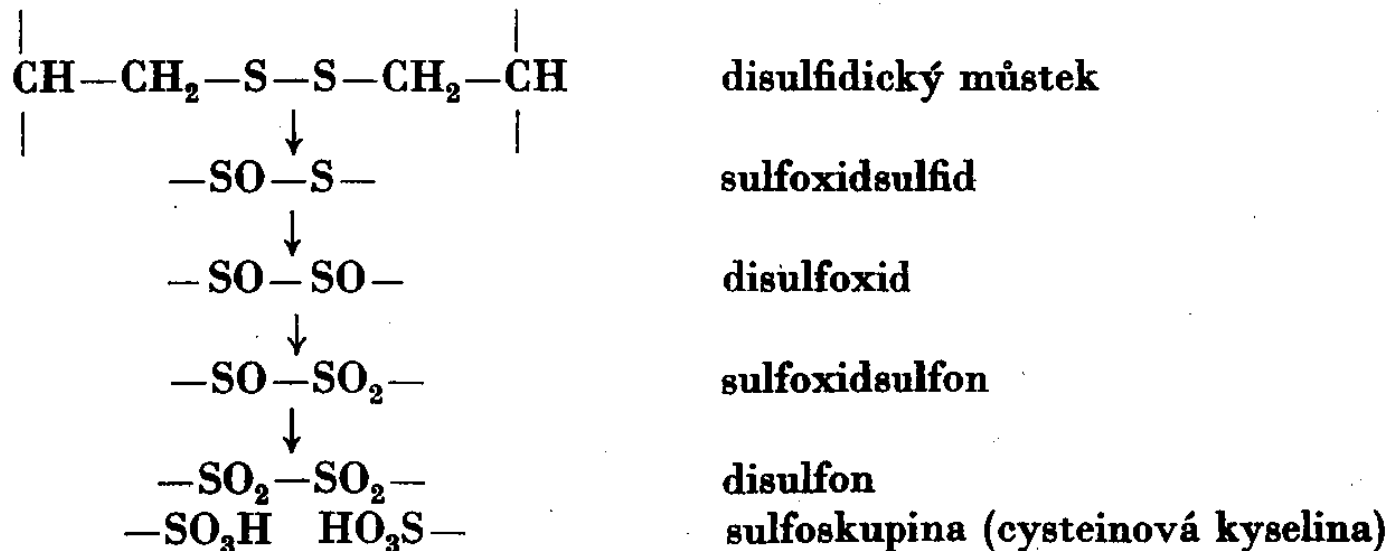
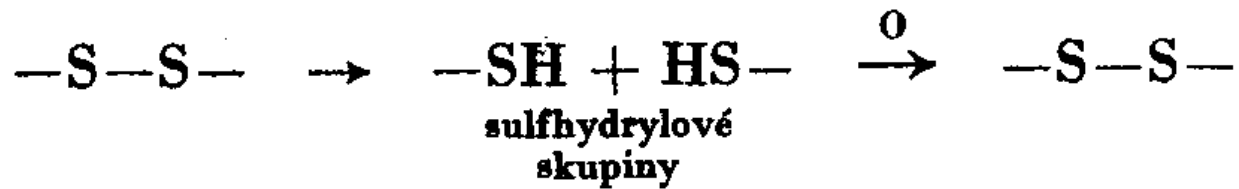
Odolávají působení alkálií X snadno se v alkalickém prostředí oxidují.

Oxidační činidla vlákna bělí i poškozují

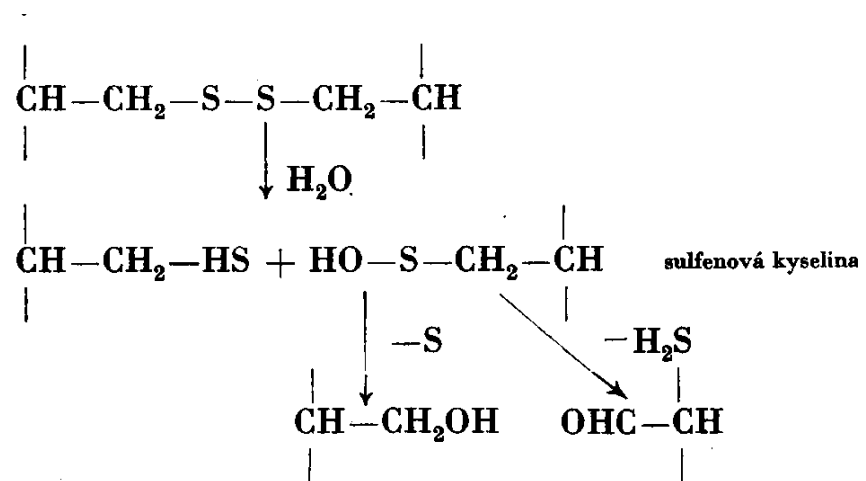


Vlna

Oxidace cysteinu a cystinu



Reakce s horkou vodou



Vlna

Izoelektrický bod: pH = 4,9

Kyseliny:

Pouze koncentrované kyseliny, zředěné se vážou na bazické skupiny. S HNO_3 poskytuje xanthoproteinovou reakci. Boční řetězce jsou stálé, s výjimkou Trp který se zcela rozkládá. Nejprve se štěpí amidické skupiny, pak následuje celková hydrolýza peptidického řetězce. To se projeví v mechanických vlastnostech vlákna. Citlivost vůči kyselé hydrolýze je zvýšena je-li cystein zoxidován na kyselinu cysteovou. Peptidová vazba sousedící s kyselinou cysteovou je na kyselou hydrolýzu velmi citlivá.

Alkálie:

rozkládají vlnu ve větší míře.

Vlna

Oxidační činidla (KMnO_4 , O_3 , H_2O_2)

oxidace disulfidických můstků, bělení vlny

Soli těžkých kovů (Cu, Fe, aj.)

silně adsorbovány

Hedvábí

Hydrolýza peptidových vazeb, nejnižší v oblasti pH 4 až 8

Kyseliny:

Účinnější, napadají celý řetězec, hydrolýza je poměrně rychlá.

Zásady:

Zejména počátku napadají spíše konce řetězce. Odolnější než vlna, hydrolýza spíše za horka.

Enzymy:

ne, hlavní řetězce v hedvábí jsou příliš blízko sebe.

Vroucí voda:

rozklad fibroinu

Hedvábí

Oxidační činidla (KMnO_4 , H_2O_2):

velmi citlivé

Roztoky solí těžkých kovů

značná afinita, „zatěžkávání hedvábí“ pro zvýšení jeho hmotnosti po degumování (odklížení = zbavení sericinu)

Syntetická vlákna

Polyamid,

rozkládají se konc. kyselinami, zředěným odolávají; alkálie působí jen za horka

Polyakrylonitril,

rozkládají se konc kyselinami; rozkládají se působením alkálií.

Polyester

omezeně se rozkládají kyselinami; alkálie působí hlavně v koncentrovaném roztoku za horka

Mechanické vlivy

Hallstatt (Rakousko)

SEM obrázek vlákna s
„kartáčovitými“ frakturami vláken ?
ukazující na mechanický stres
během nošení nebo sekundárního
užití v dolech



Mikrobiální degradace celulózy

Celulóza: enzymatická hydrolýza celulázami (bakterie, plísně)

Plísně

Chaetomium,
Myrothecium,
Memnoniella,
Stachybotrys,
Verticillium,
Alternaria,
Trichoderma,
Penicillium
Aspergillus

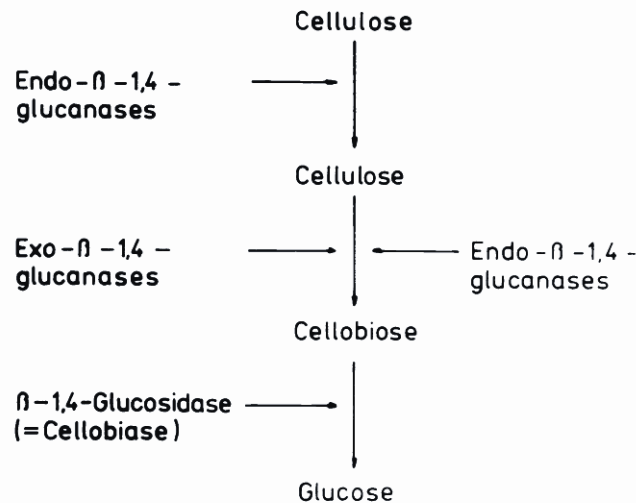


Fig. 3. Scheme of the enzymatic degradation of cellulose

Bakterie

Cytophaga,
Cellulomonas,
Cellvibrio,
Bacillus,
Clostridium
Sporocytophaga

Mikrobiální degradace celulózy

Faktory:

pH prostředí

Vlhkost

Přístup kyslíku

Rozsah pH a jeho optimum pro růst mikroorganismů

Druh mikroorganismu	rozmezí pH	optimum pH
<i>Bacillus thermofibrincolus</i>	3,4–11,7	8,0–8,4
<i>Bacterium protozoides</i>	5,0– 9,2	7,5
<i>Cellulobacillus varsaviensis</i>	5,8– 8,2	7,5–7,7
<i>Cellulomonas biazotea</i>	5,2– 6,9	6,4
<i>Clostridium cellobioparus</i>	4,0– 8,0	5,5
<i>Cytophaga hutchinsonii</i>	6,5– 9,0	7,5
<i>Sorangium compositum</i>	4,5– 9,5	8,0–8,5
<i>Spirochaeta cytophaga</i>	1,5–12,5	7,0–7,6
<i>Sporocytophaga cytophaga</i>	2,5– 9,5	7,5
<i>Vibrio napi</i>	4,6– 7,6	7,6
<i>Vibrio prima</i>	4,6– 9,2	7,5–7,6
<i>Actinomyces sp.</i>	2,5– 9,5	7,7
<i>Mycococcus cytophaga</i>		7,0

Rozsah pH a jeho optimum pro rozmnožování plísní, odbourávajících celulosu

Druh mikroorganismu	rozmezí pH	optimum pH
<i>Aspergillus niger</i>	1,2	6,7–7,7
<i>Aspergillus flavipes</i>	2,5–9,0	6,5
<i>Aspergillus fumigatus</i>	3,0–8,0	5,6
<i>Sporotrichum carnis</i>	2,8–7,6	4,5
<i>Trichoderma koningi</i>	2,5–9,5	4,3
<i>Myrothecium varrucaria</i>	2,5–9,0	6,0
<i>Humicola grisea</i>	5,0–8,7	7,7
<i>Humicola sp.</i>	2,5–9,5	6,0
<i>Botryosporum sp.</i>	4,5–7,4	6,6–7,4
<i>Curvularia lunata</i>	2,5–9,0	7,0

Minimální relativní vlhkost vzduchu potřebná k růstu plísní

Druh mikroorganismu	relativní vlhkost v %	Druh mikroorganismu	relativní vlhkost v %
<i>Rhizopus nigricans</i>	93	<i>Aspergillus versicolor</i>	78
<i>Trichothecium roseum</i>	90	<i>Aspergillus candidus</i>	74
<i>Cladosporium herbarum</i>	88	<i>Aspergillus chevalieri</i>	72
<i>Penicillium rugulosum</i>	86	<i>Aspergillus repens</i>	71
<i>Aspergillus niger</i>	84	<i>Aspergillus ruber</i>	70
<i>Penicillium wortmanni</i>	81	<i>Aspergillus echinulatus</i>	63
<i>Penicillium fellutanum</i>	80		

Mikrobiální degradace keratinu

Hydrolýza sirných můstků \Longrightarrow Hydrolýza peptidových vazeb

Bakterie

Bacillus

B. mesentericus

B. subtilis

B. cereus

B. mycoides)

Pseudomonas

některé Actinomycety

Streptomyces fradiae

Plísně

Microsporum,

Trichophyton,

Fusarium,

Rhizopus,

Chaetomium,

Aspergillus

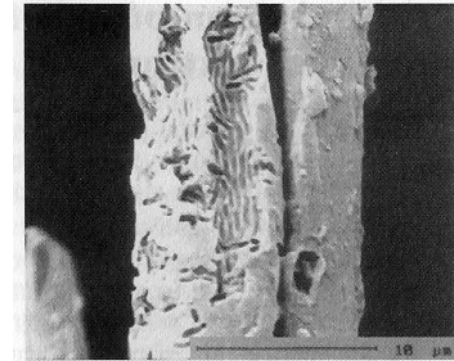
Penicillium.

Hmyz: mol šatní

Živočišné sekrety

Mikrobiální degradace hedvábí

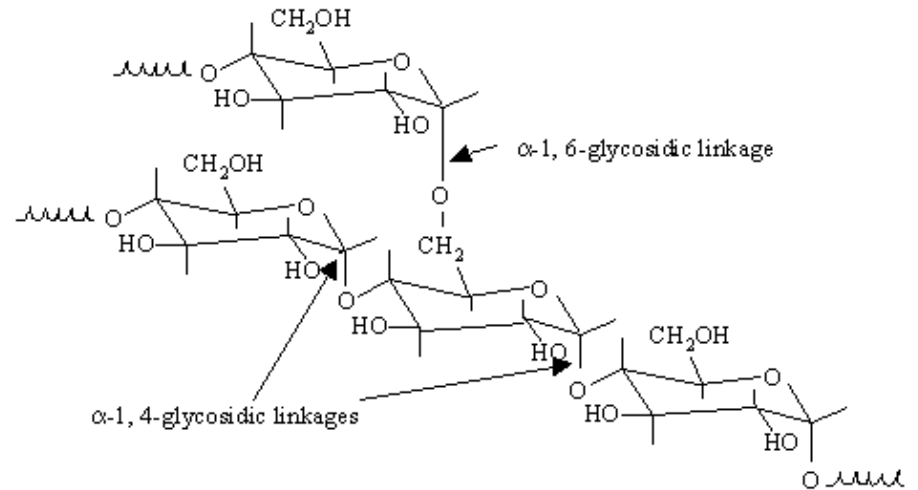
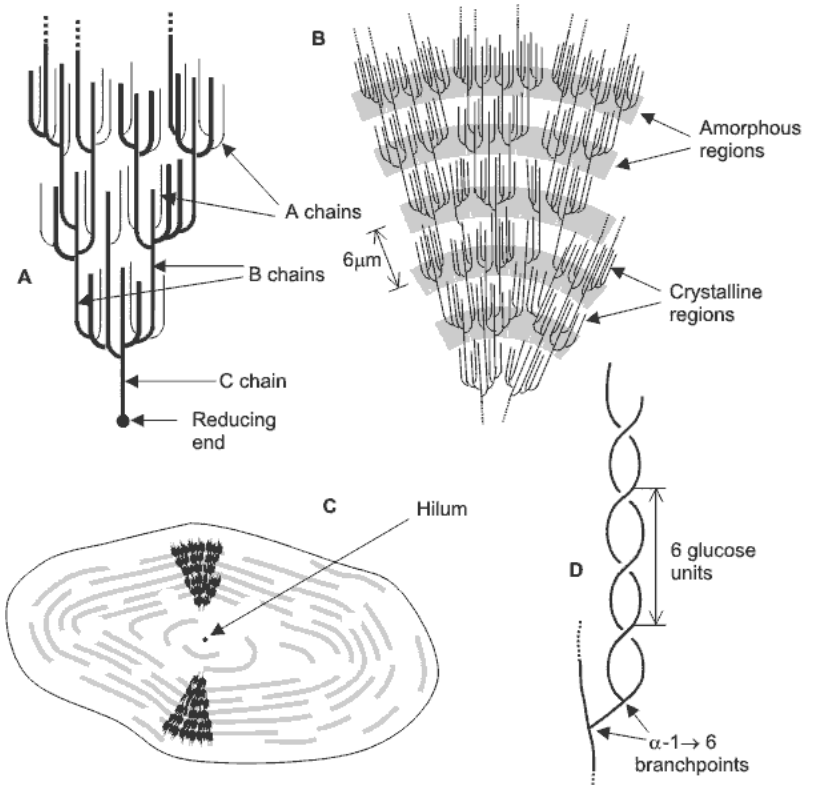
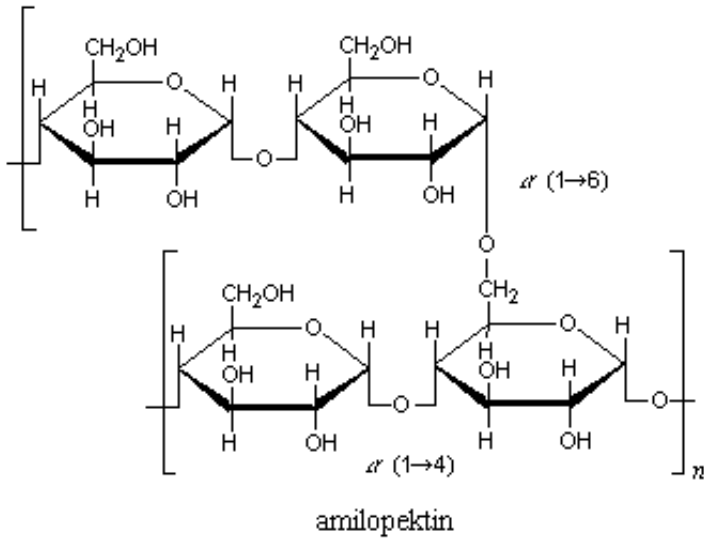
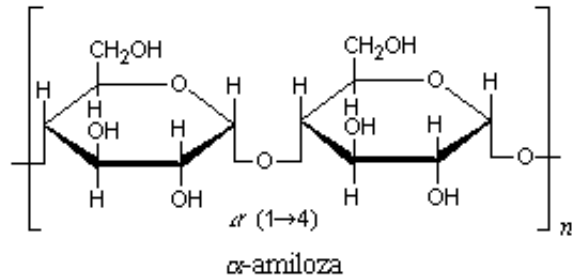
Poškození dvojitá vlákna hedvábí plísní,
sericin původní gréže je zcela strávený



Mikrobiální degradace umělých vláken

Umělá vlákna = velká odolnost vůči mikroorganismům

Škrob



Textilní materiály v archeologickém kontextu



Mineralizace textilních vláken

Mineralizace vláken vysrážením
měďnatých solí z korozních produktů
ve struktuře vlákna.

Tyto soli mají biocidní účinky.

Pokud ionty katalyzují rozklad vlákna
(celulóza), vznikají pseudomorfy.



Charakter krystalizace je ovlivněn pH a Eh = Pourbaixovy diagramy

Pseudomorfy a otisky textilií

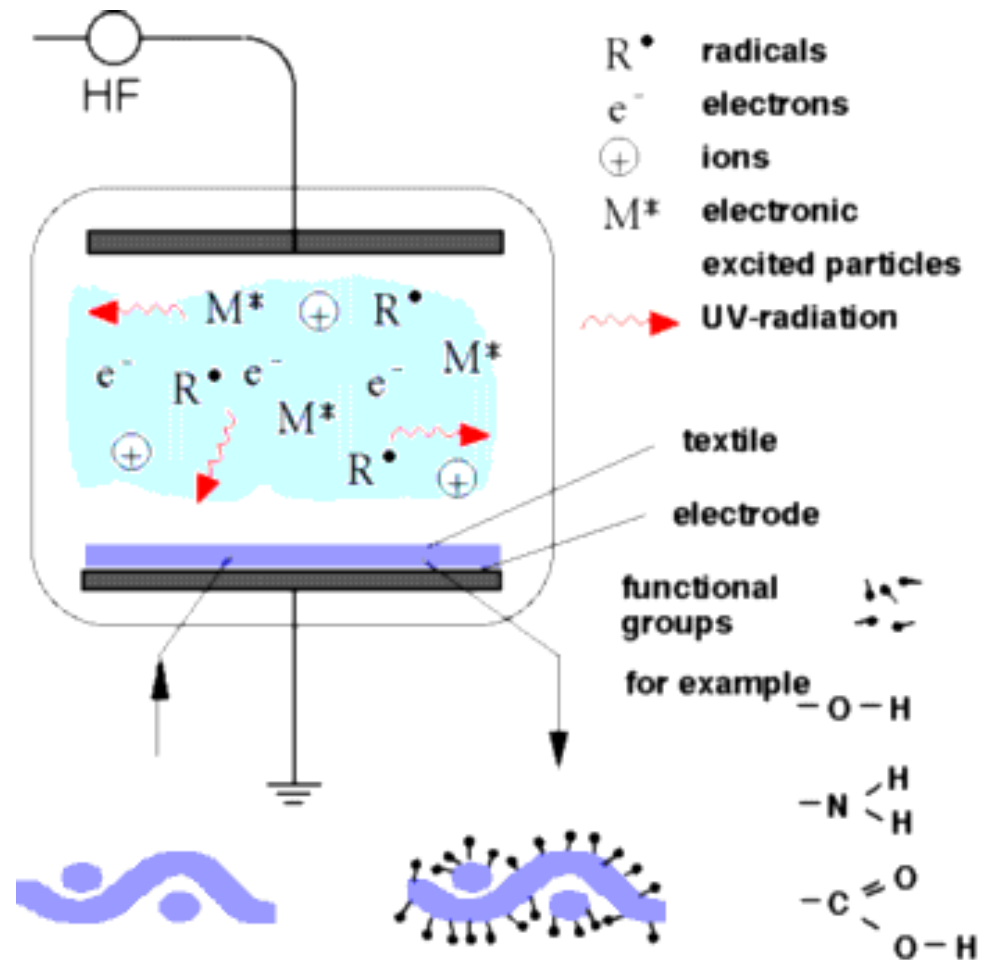
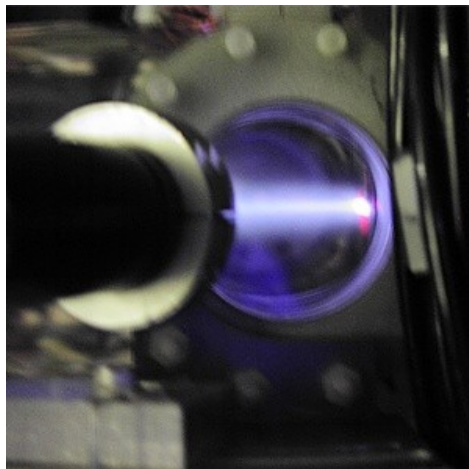
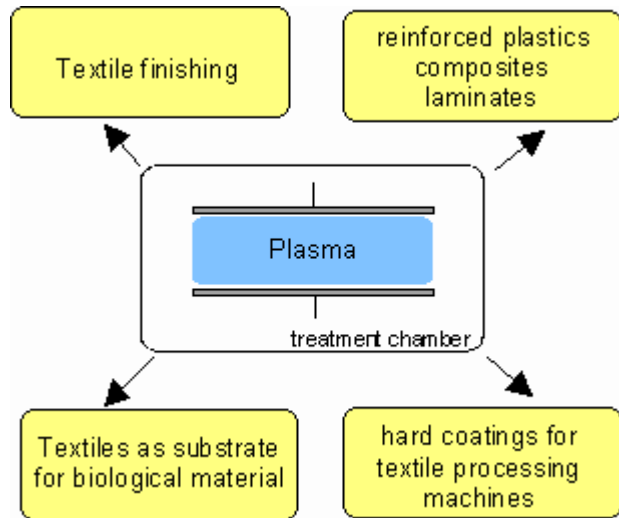
Pseudomorfy = negativní dutiny po vláknech v korozních produktech nebo ve vypáleném keramickém materiálu. V dutinách mohou být přítomny rozkladné produkty vláken.

Otisky = na keramice, v omítce

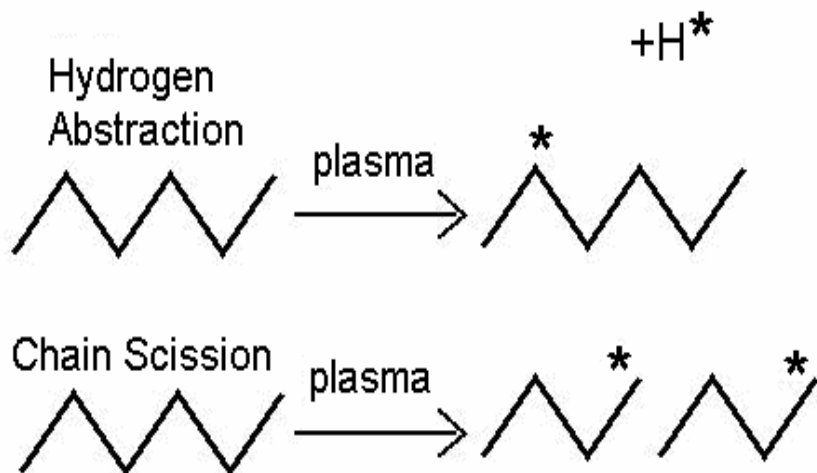


*Pseudomorf, Mikulčice
(plátěná pochva meče)*

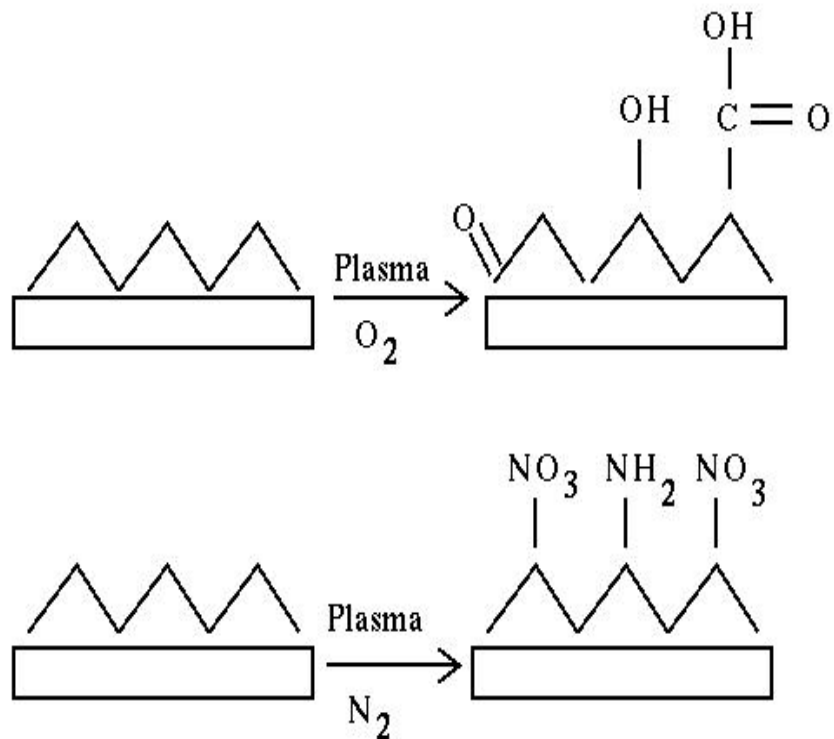
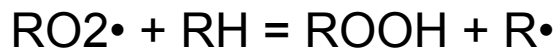
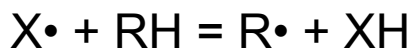
Změny textilních materiálů působením plazmatu



Umělá vlákna

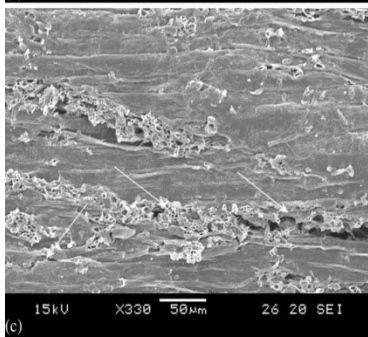
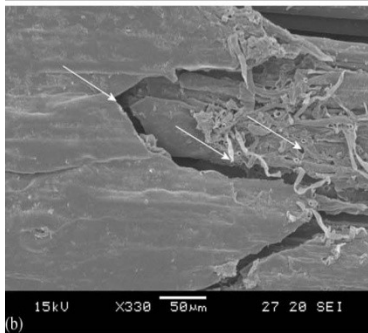
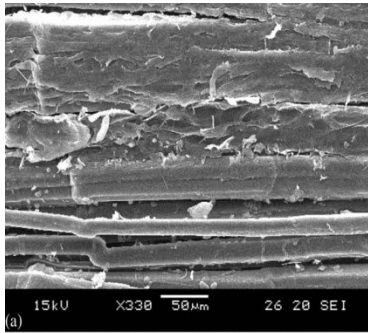


Tvorba volných radikálů působením plazmatu. Plazma může abstrahovat vodík z polymerového řetězce nebo tyto řetězce štěpit.

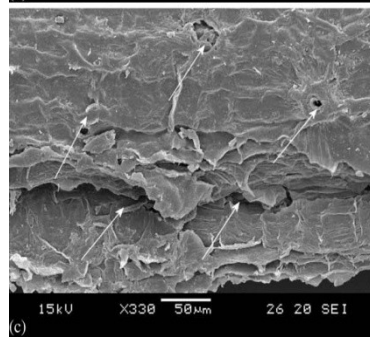
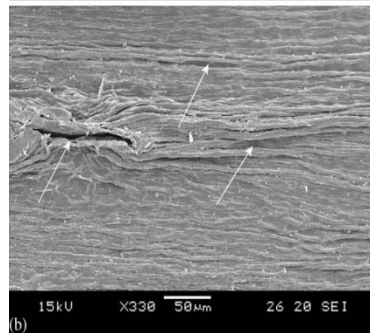
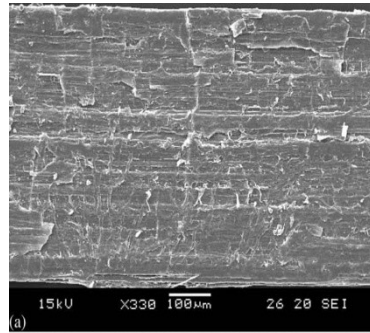


Aktivace povrchu substitucí vodíku v řetězci polymeru jinými skupinami:
O, OH, COOH, NO₃, NH₂, apod.

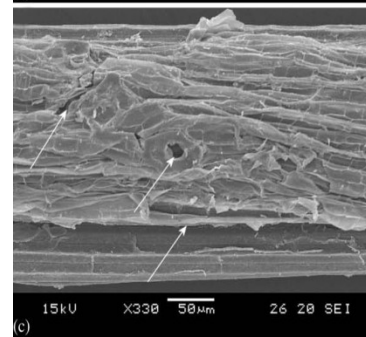
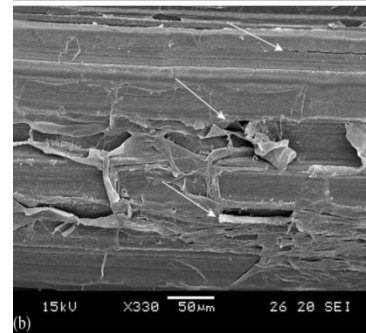
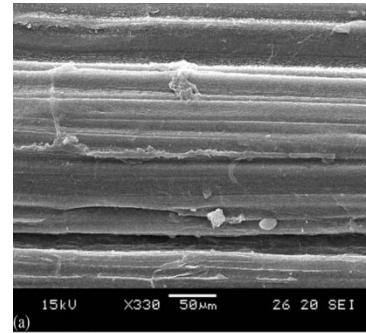
Morfologie povrchu lignocelulózových vláken po ošetření vzduchovým plazmatem za atmosferického tlaku: (a) 0 min, (b) 1 min a (c) 3 min. (SEM zvětšení 6330).



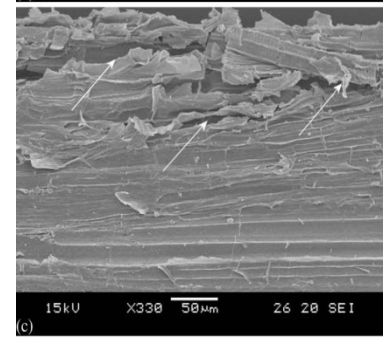
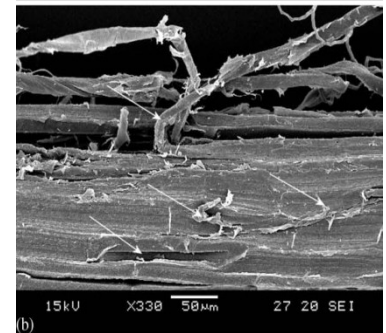
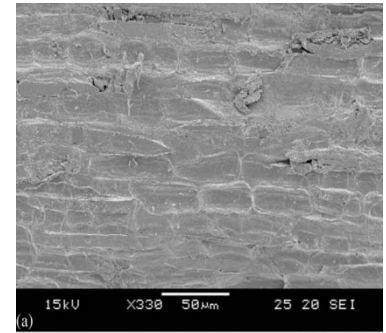
abaka



len

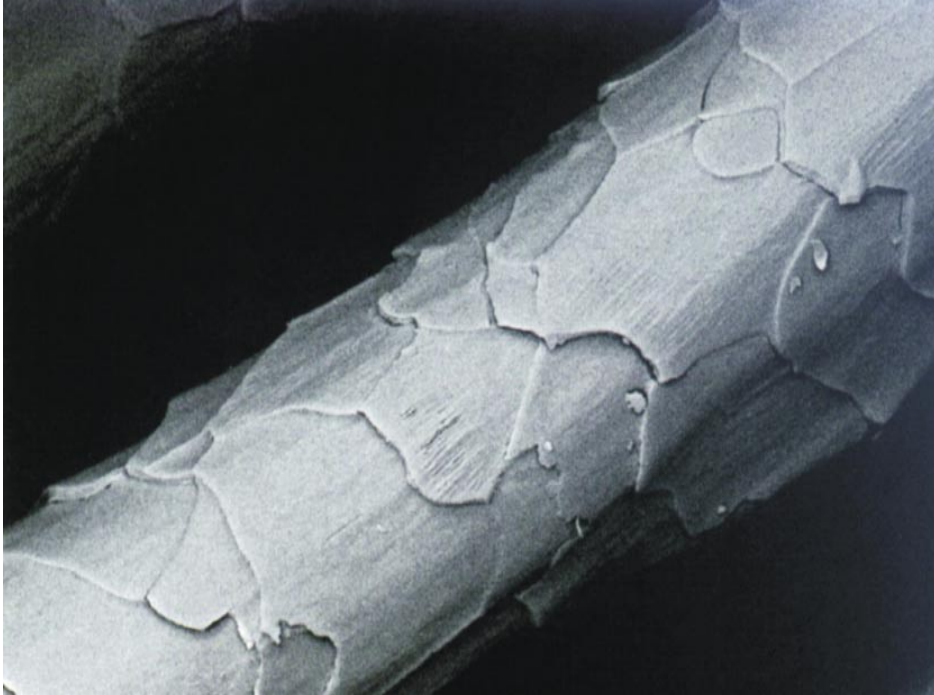


konopí

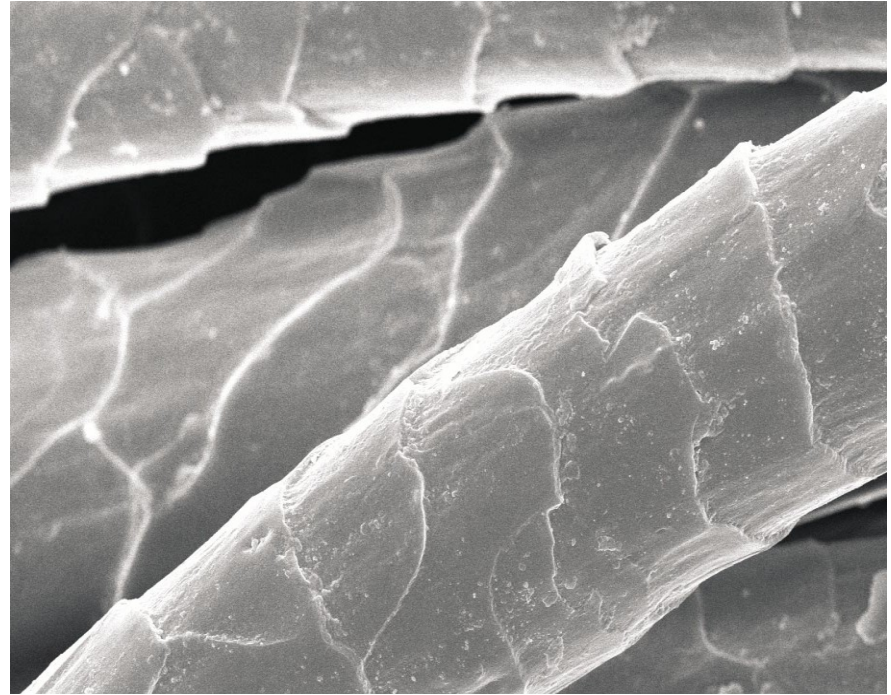


sisal

Vlna

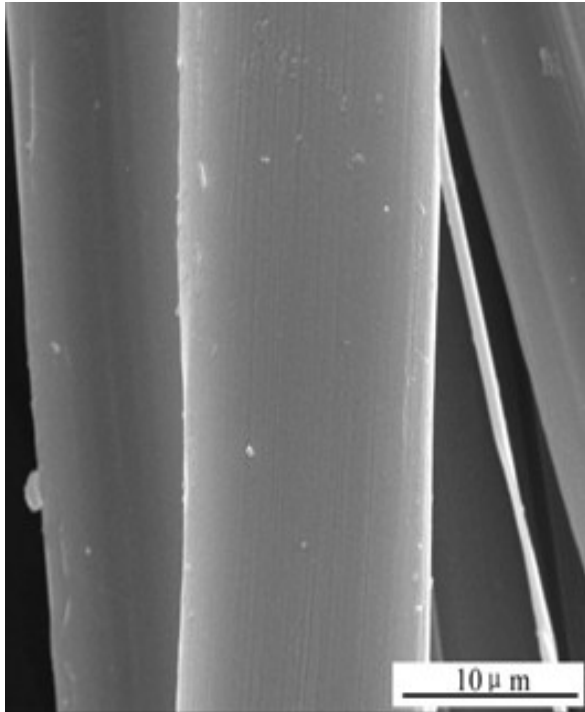


*SEM povrchu vlněného vlákna
(zvětšení: 2000).*

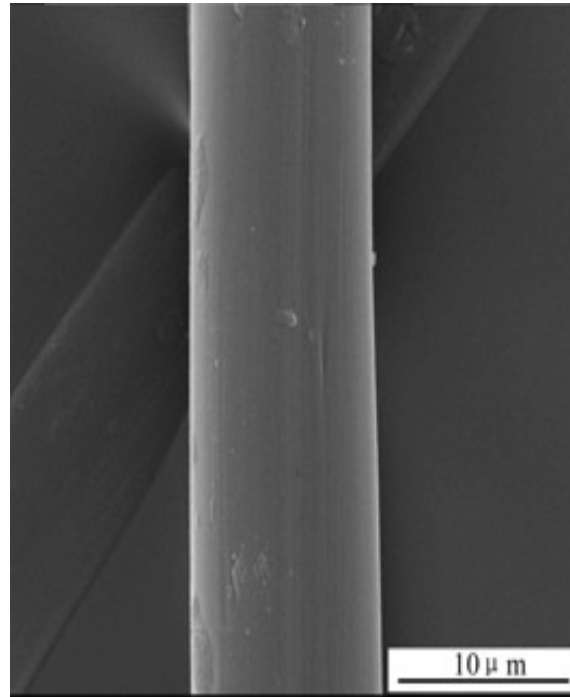


*SEM povrchu vlněného vlákna po
ošetření plazmatem (zvětšení:
2000).*

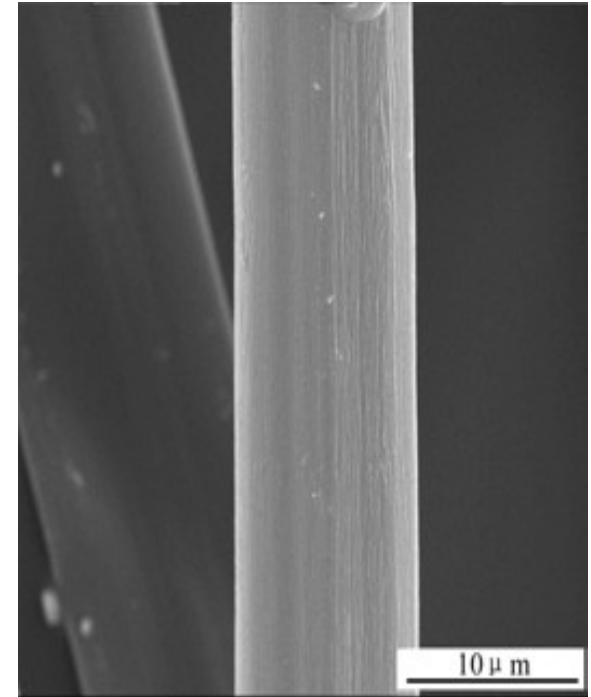
Hedvábí



a



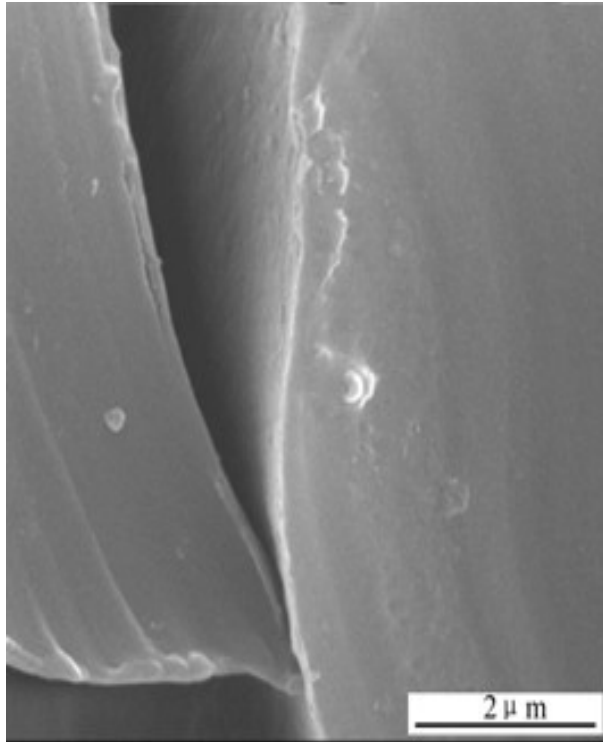
b



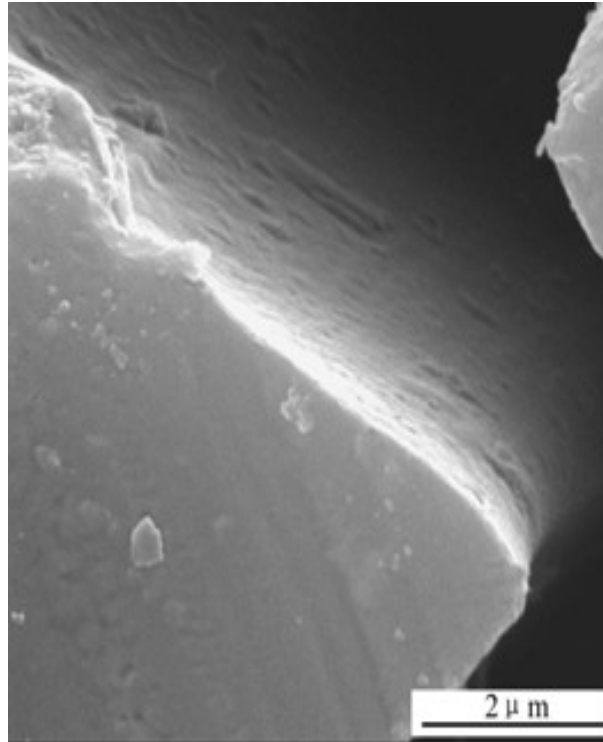
c

SEM degumovaného (bez sericinu) vlákna hedvábí *B. mori* po ošetření kyslíkovým plazmatem: (a) 0 min; (b) 1 min; (c) 5 min

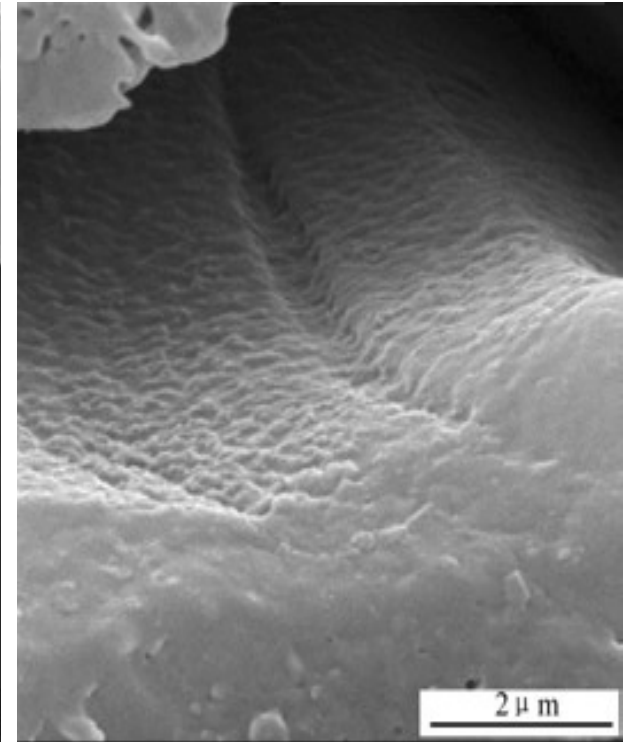
Hedvábí



a



b



c

SEM řezu degumovaného (bez sericinu) vlákna hedvábí *B. mori* po ošetření kyslíkovým plazmatem: (a) 0 min; (b) 5 min; (c) 15 min

„Naleptání“ povrchu

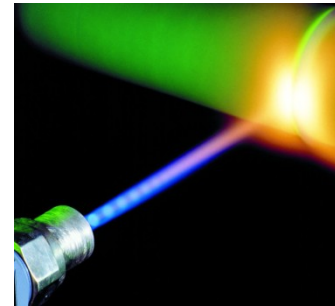
Změny textilních materiálů působením laseru

UV (Nd:YAG, excimer)

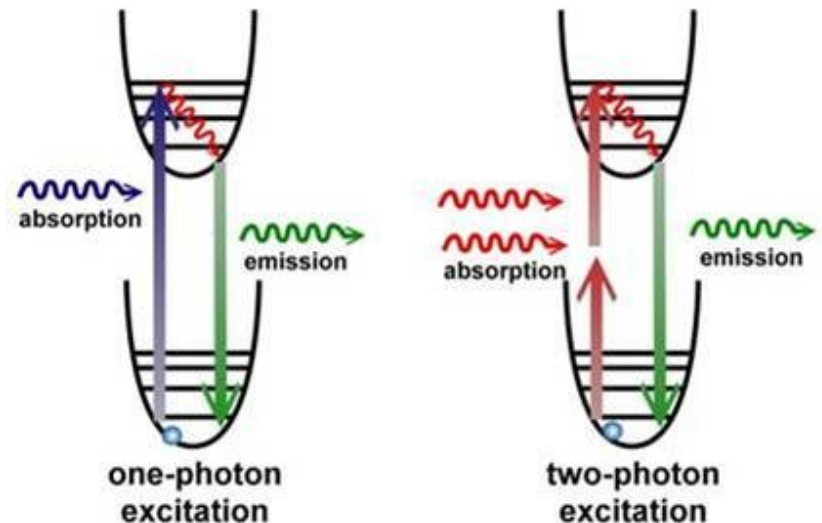
IR (Nd:YAG)

Energie fotonu ($\lambda = 1,06 \mu\text{m}$) = 1,2 eV

Energie fotonu ($\lambda = 248 \text{ nm}$) = 5,0 eV



Typ kovalentní vazby	Vazebná energie (eV)
C-C	3,6
C-O	3,7
C-H	4,3
O-H	4,8
C=C	6,4



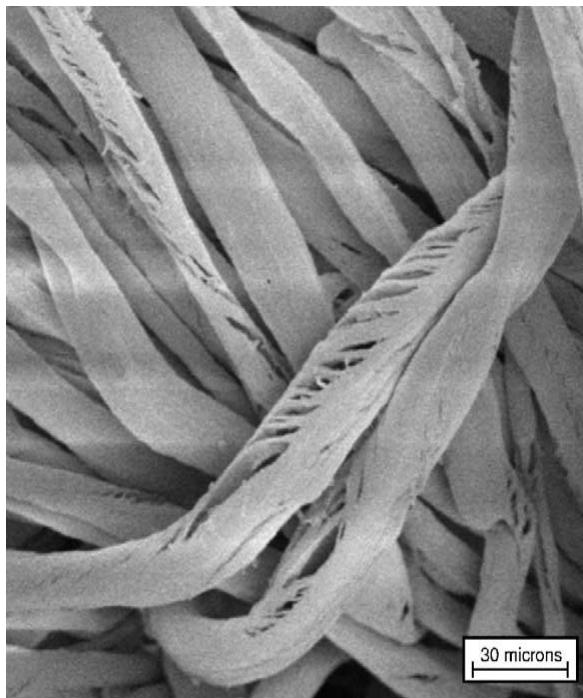
Působení laseru na textilie na bázi celulózy



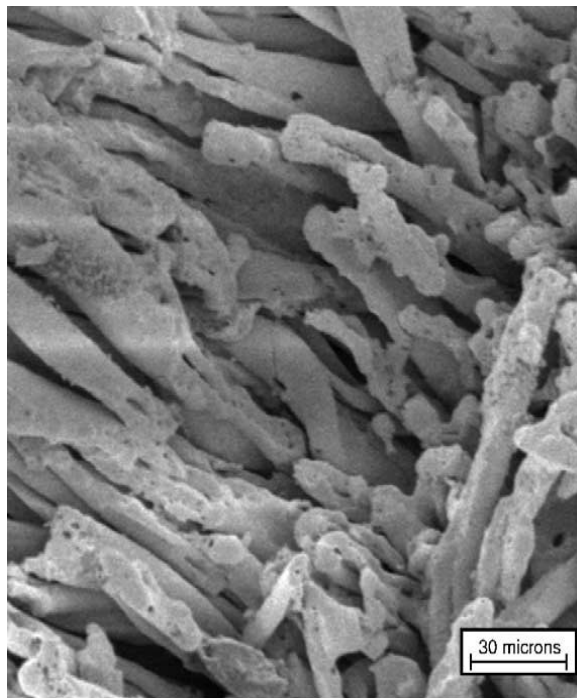
Horní řada (zleva doprava): 10 pulsů o 1400 mJ/cm², 50 pulsů o 1400 mJ/cm², 200 pulsů o 1400 mJ/cm², 500 pulsů o 1400 mJ/cm².

Střední řada (zleva doprava): 10 pulsů o 1000 mJ/cm², 50 pulsů o 1000 mJ/cm², 200 pulsů o 1000 mJ/cm², 500 pulsů o 1000 mJ/cm².

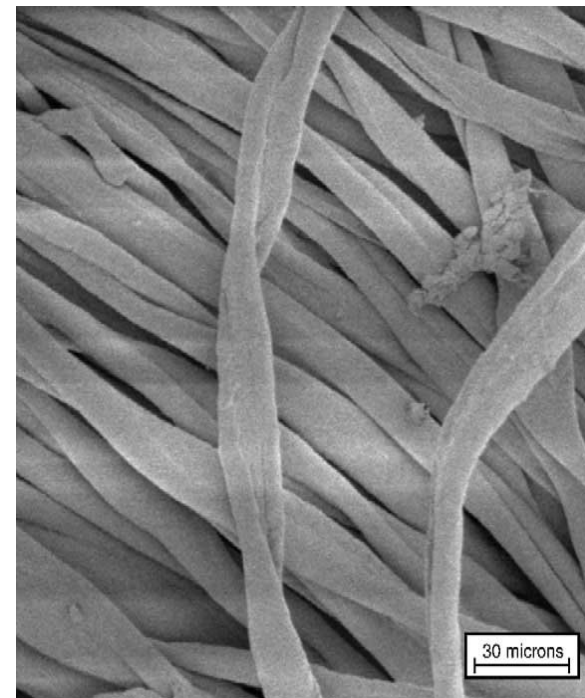
Dolní řádek (zleva doprava): 2000 pulsů o 80 mJ/cm²; 3000 pulsů o 80 mJ/cm², 4000 pulsů o 80 mJ/cm², 5000 pulsů o 80 mJ/cm².



Bavlněná vlákna po 3 pulsech o 1400 mJ/cm².

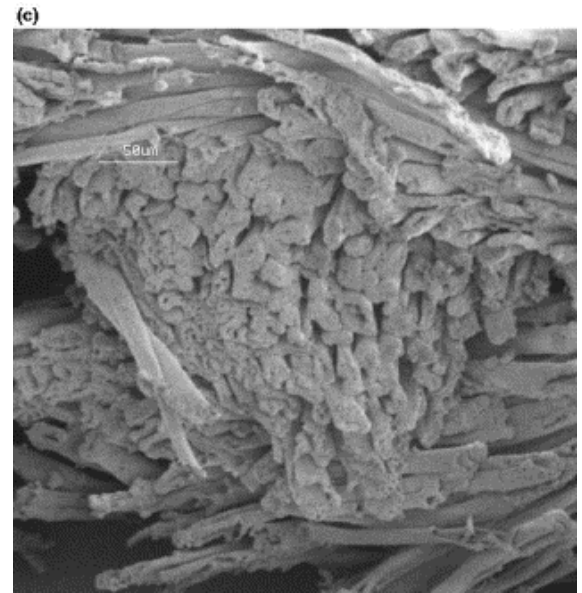
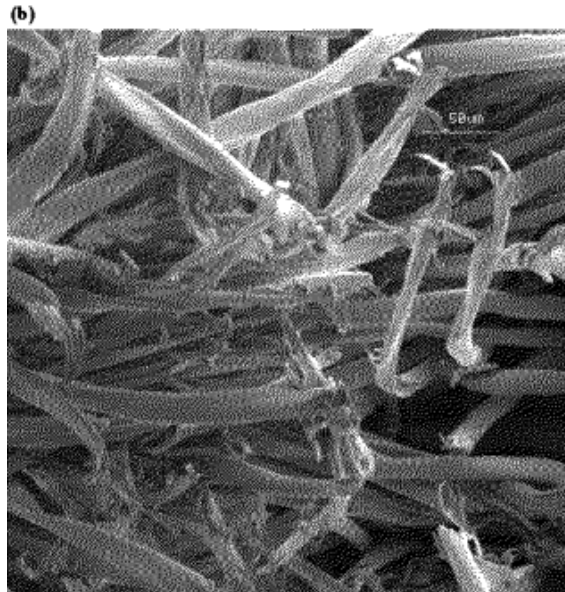
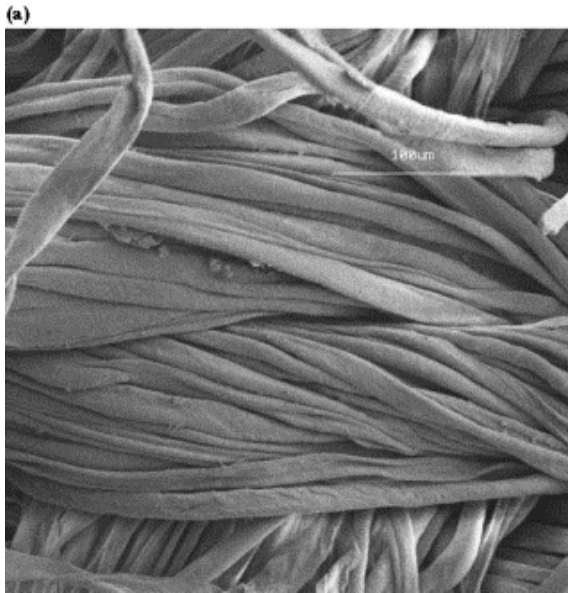


Bavlněná vlákna po 200 pulsech o 320 mJ/cm².



Bavlněná vlákna po 500 pulsech o 40 mJ/cm².

Excimer KrF 248 nm

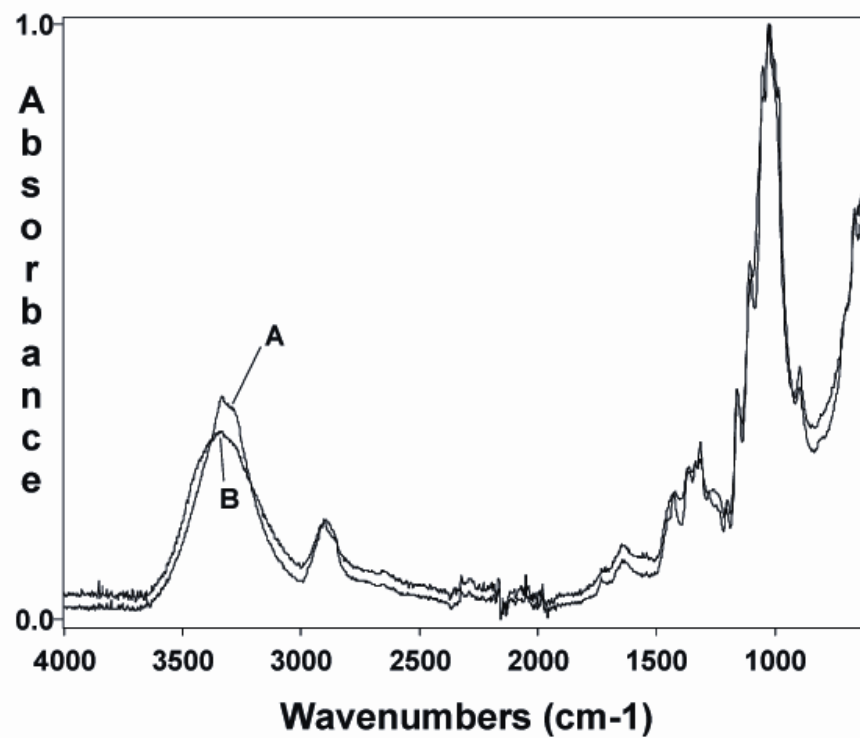


Mikrosnímek (elektronový mikroskop) povrchu bílé bavlny:

- a) před ozářením;
- b) po 100 pulsech, 1064 nm, 3.7 J/cm²;
- c) po 100 pulsech, 266 nm, 0.5 J/cm².

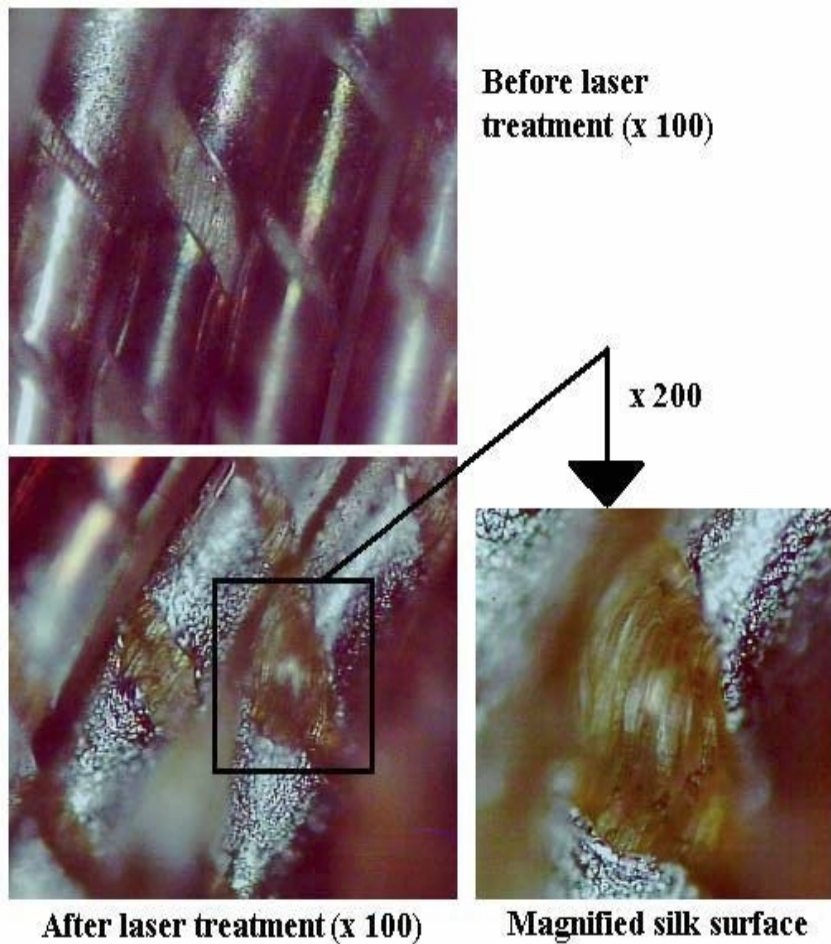


SEM laserem (CO₂) ozářeného Inu

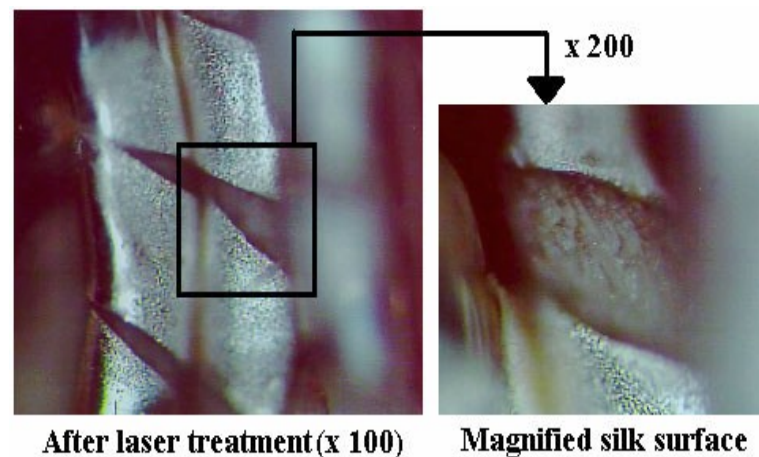


FTIR-ATR spectra Inu:
A) původní, B) po ozáření CO₂ laserem

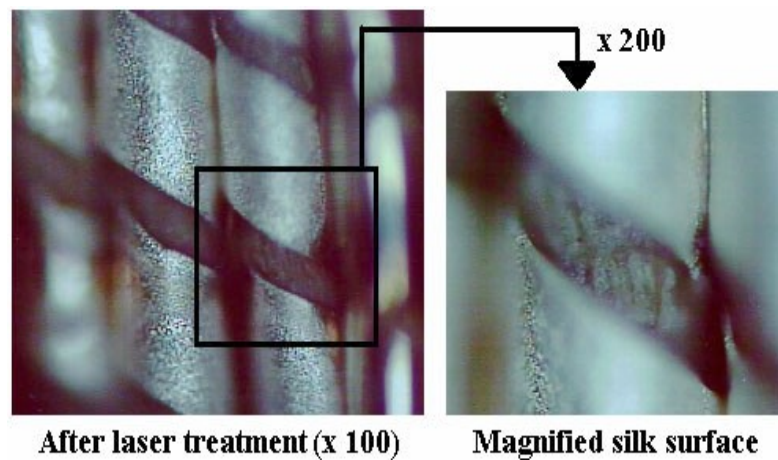
Kombinované textilie



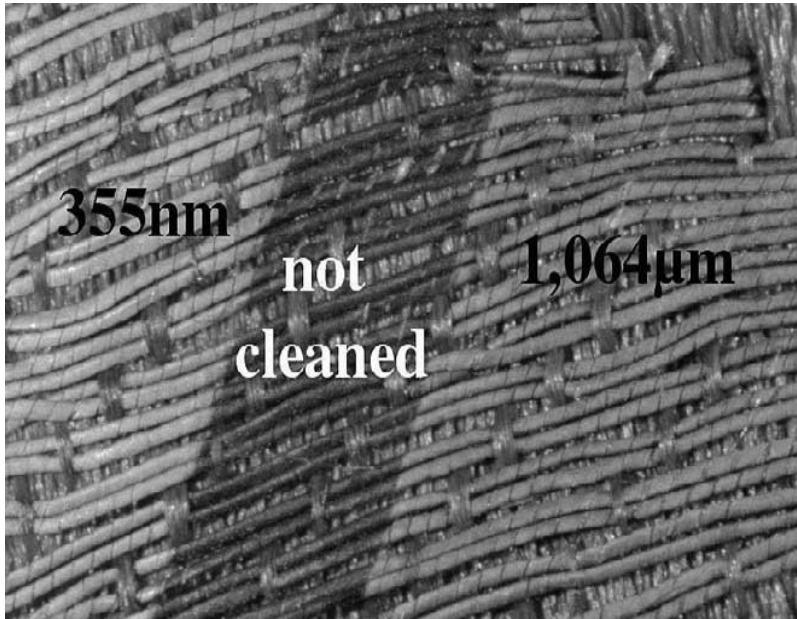
Povrch stříbra a hedvábí před a po působení laseru 1064 nm.



Povrch stříbra a hedvábí po působení laseru 532 nm.



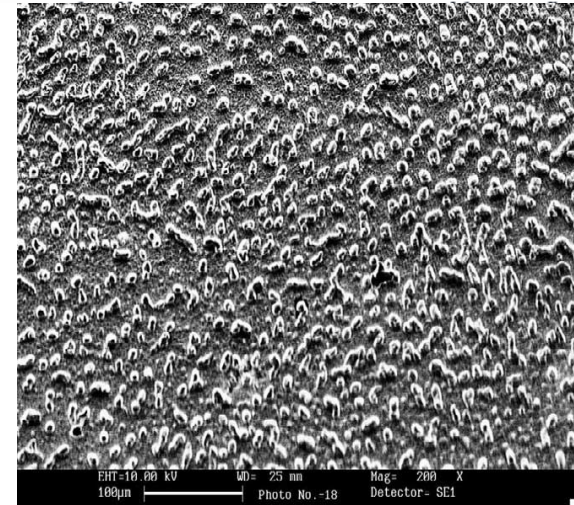
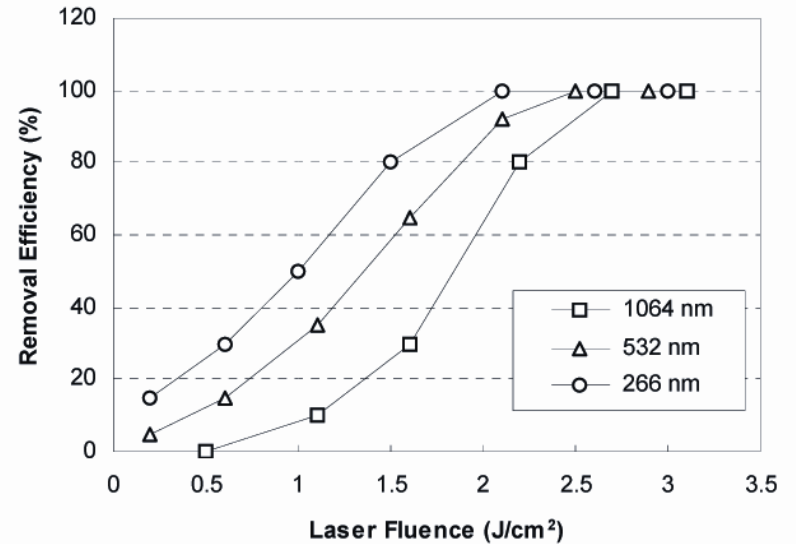
Povrch stříbra a hedvábí po působení laseru 266 nm.



Stříbrné kryté nitě z fragmentů červeného saténu ozářených různými typy laserů:

UV ($\lambda = 355 \text{ nm}$; $F = 0.08 \text{ J/cm}^2$, $S \text{ impact} = 0.53 \text{ cm}^2$, $f = 10 \text{ p/s}$ po dobu 5 min)

IR ($\lambda = 1064 \text{ nm}$; $F = 0.35 \text{ J/cm}^2$, $S \text{ impact} = 0.55 \text{ cm}^2$, $f = 10 \text{ p/s}$ po dobu 1.5 min)



SEM ukazuje přítomnost Ag částic, souvisejících s „vybělením“ stříbra.

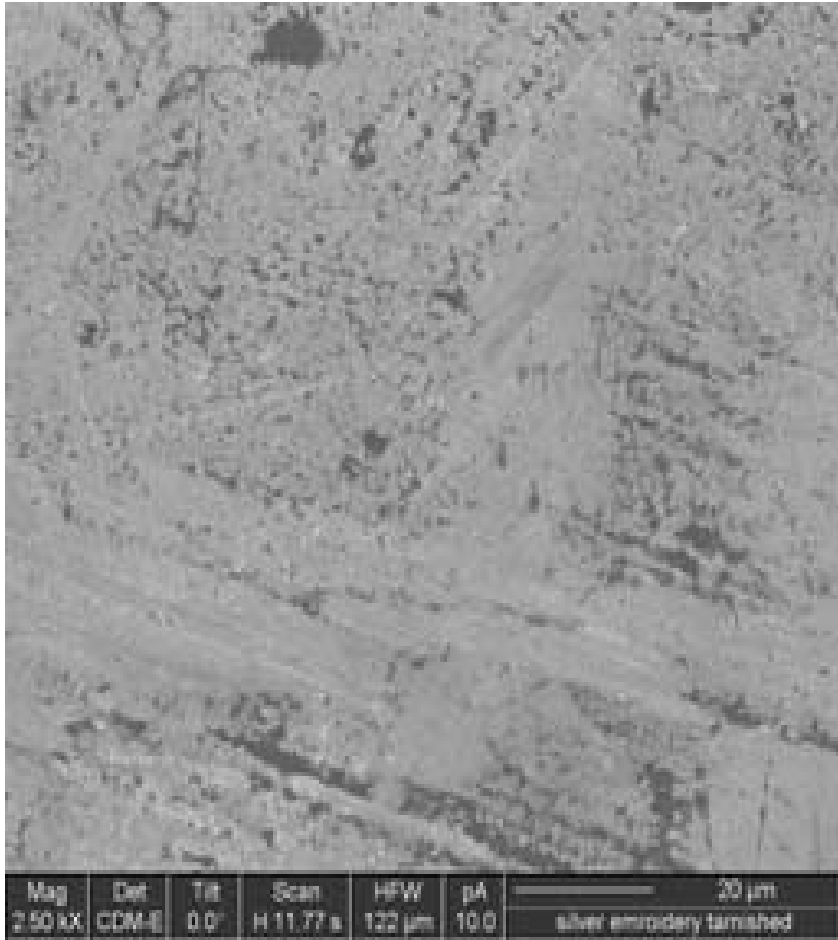
Brokát



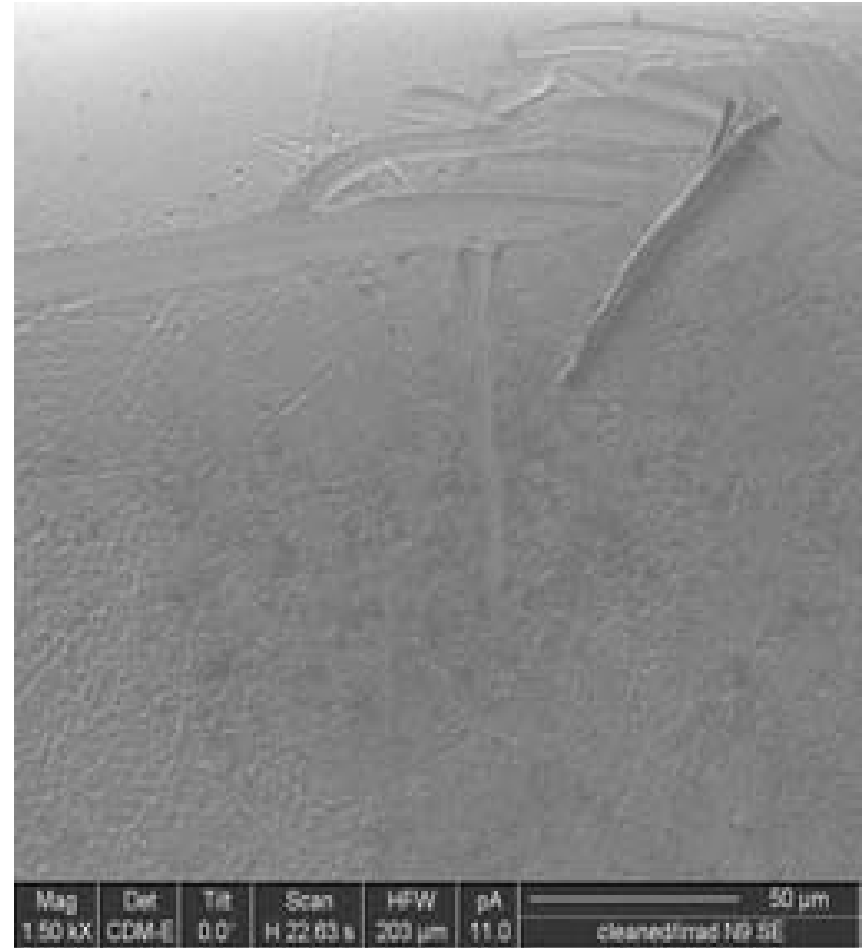
Jezdecký oblek (18. stol.)



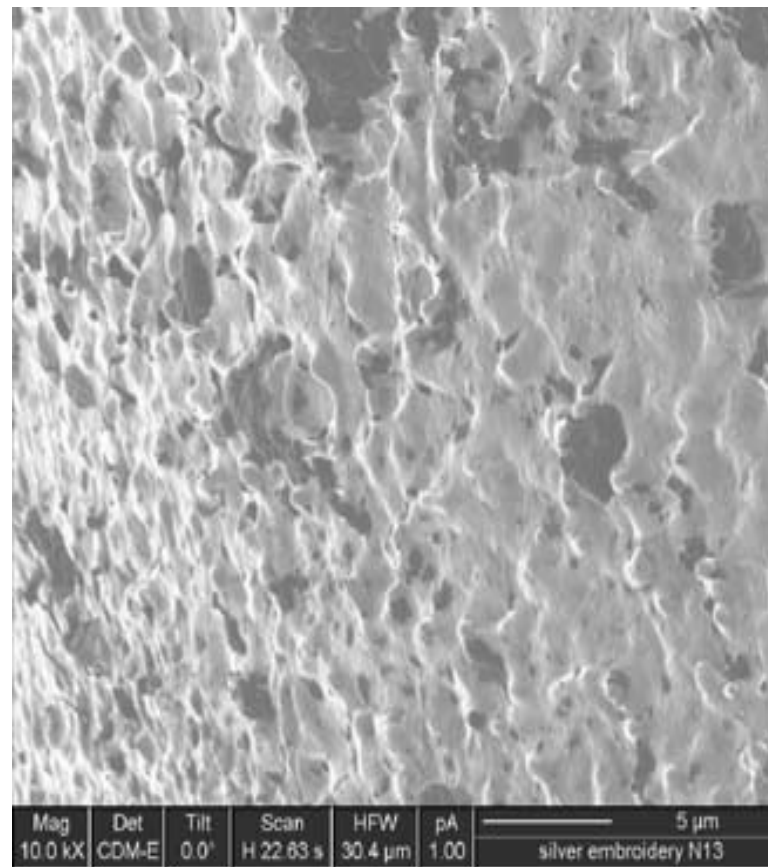
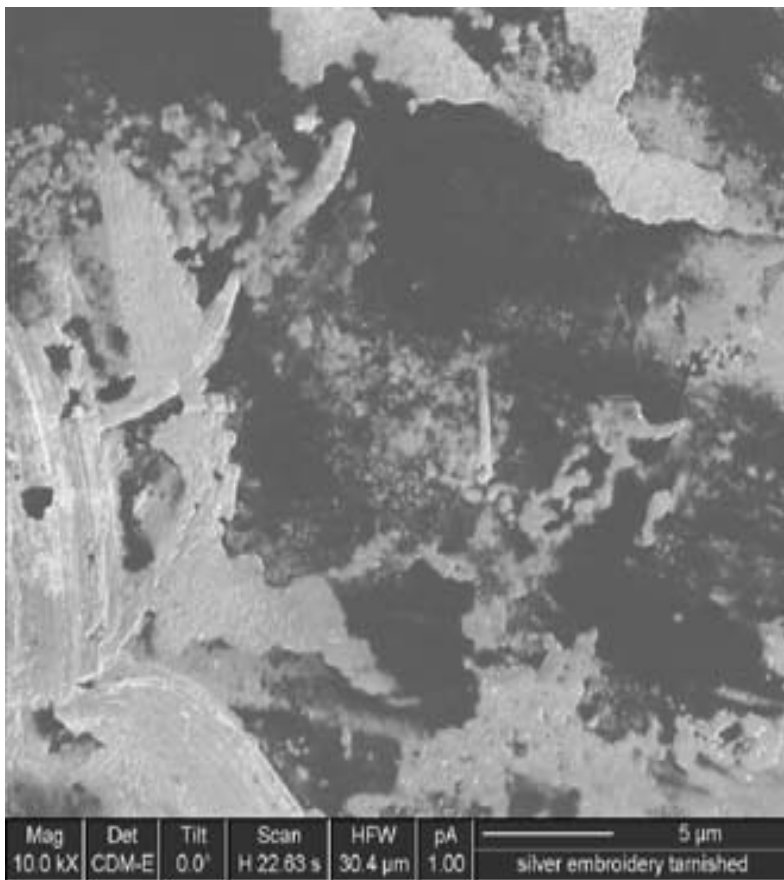
Čistěná plocha



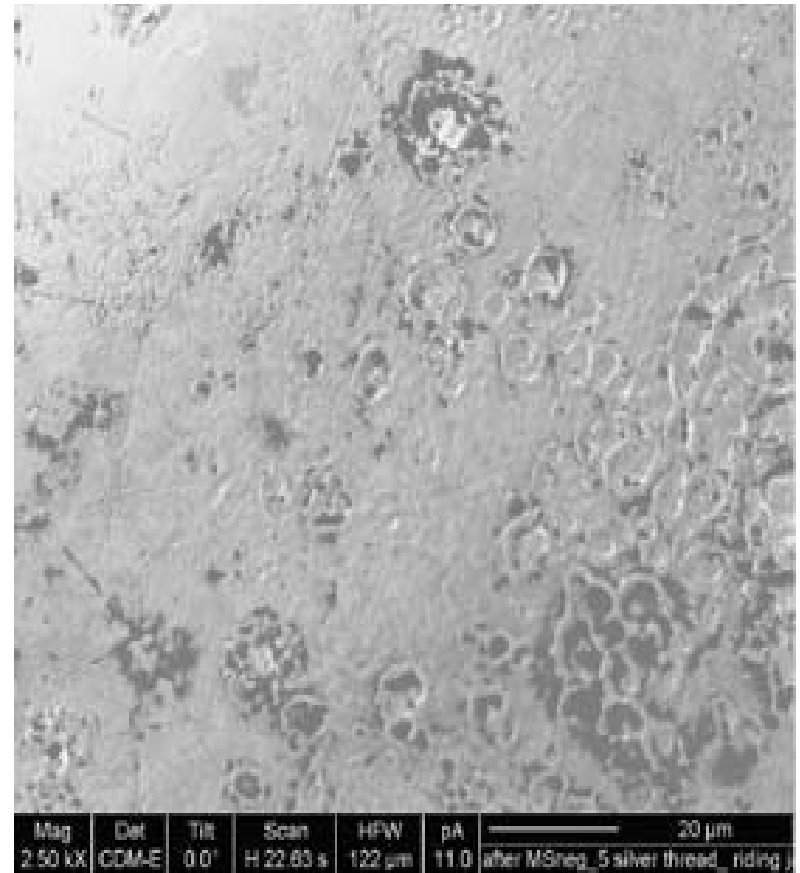
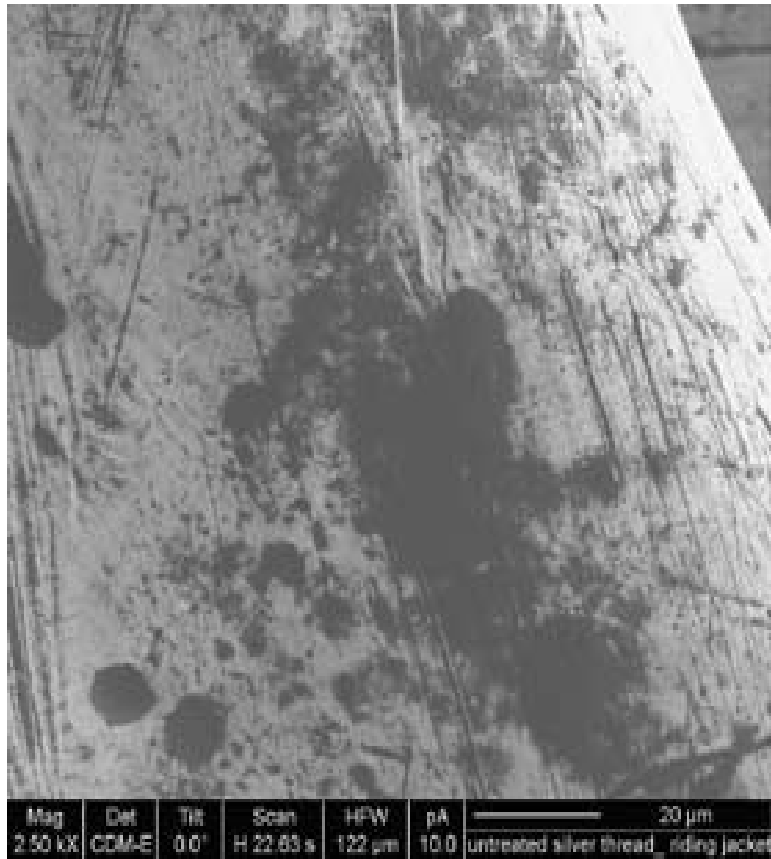
Povrch zmatnělé stříbrné kryté nitě před ozářením laserem



Stříbrná krytá nit po ozářením laserem



Povrch stříbrné kryté nitě před a po ozáření laserem 532 nm s fluencí 0.6 J/cm^{-2}



Stříbrná krytá nit z jezdeckého obleku před (*vlevo*) a po (*vpravo*) laserovém čištění při 532 nm s 2 J/cm^{-2}

Děkuji za pozornost!

