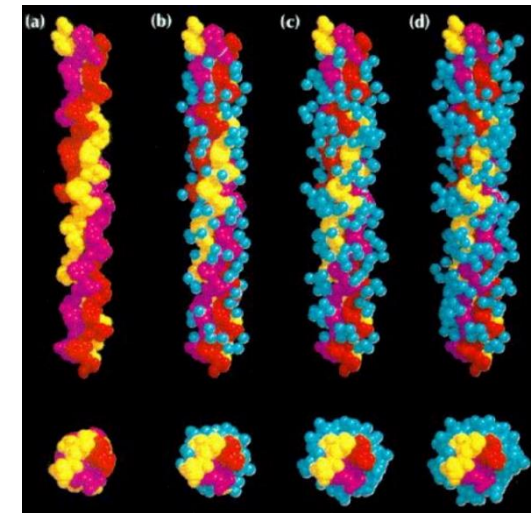
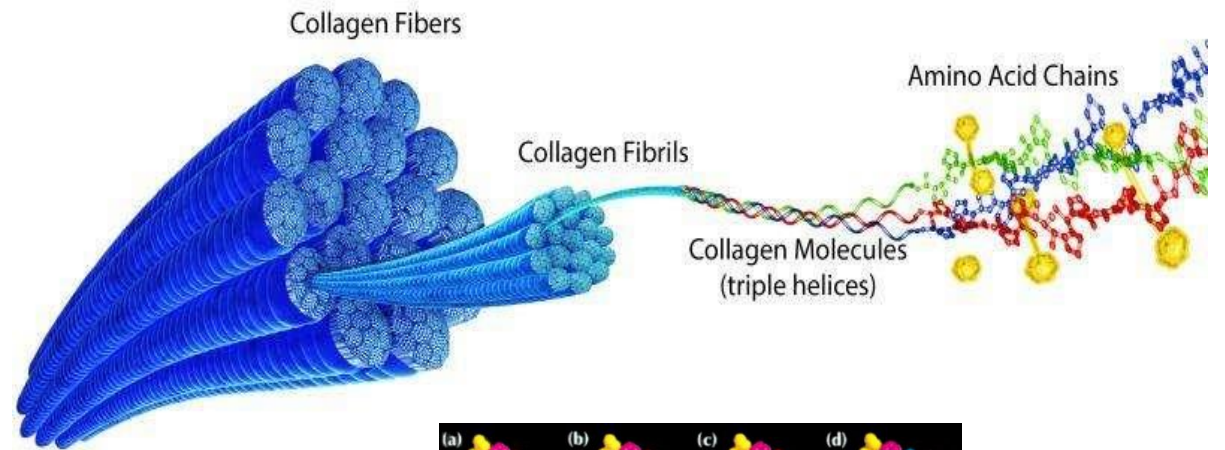
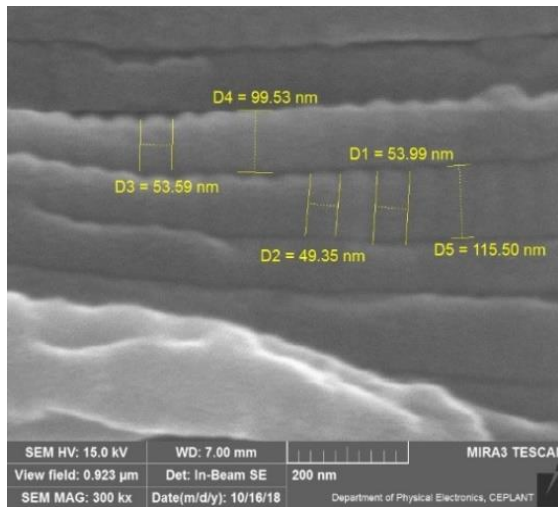
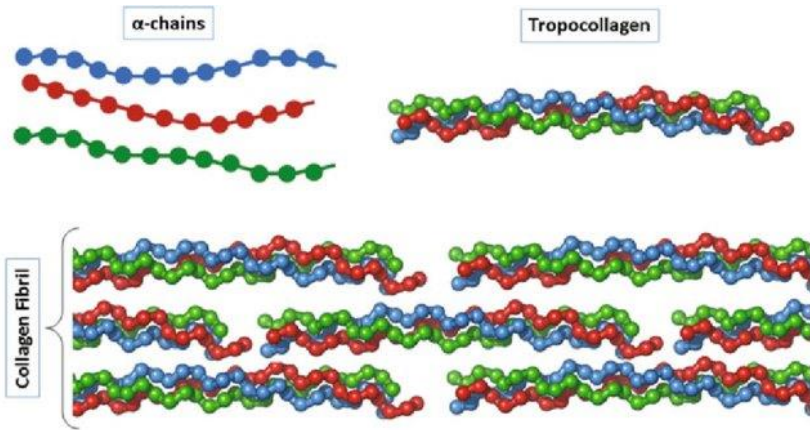


C6930 Konzervační metody v archeologii

Archeologické usně

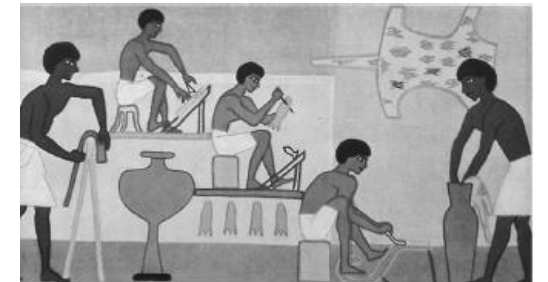
G. Vyskočilová

Kolagenní substrát



Historie zpracování kůže

- Z nejstarších člověkem zpracovávaných materiálů
- Oděvy, přístřešky, vaky, řemeny, provázky
- Nejstarší nepřímé důkazy ve formě nástěnných maleb, nástroje z kamene a kostí (jehly, šídla, nože):
 - 35 000 př.n.l.
 - 1 500 př.n.l.
 - vykopávky v Pompejích
 - 15 činicích jam o průměru 1,5 m a hloubce 1,2 m



- Nejstarší písemná zmínka –
Chammurapiho zákoník, cca 1800 př.n.l.
- Nejstarší přímé důkazy zpracování kůží
 - 4900 – 4500 př.n.l. – fragmenty usní,
(Schnidejoch, Švýcarské Alpy, výzkum
2004 – 2009)
 - Nejznámější
 - 3300 př.n.l. – mumie Ötzi, oblečen v
kožeštinových kalhotách, kabátě,
čepici, botách,... (Hauslabjoch,
Tyrolské (Ötztal) Alpy, nalezen 1991)



Činění

ČINĚNÍ

- Nejdůležitější proces konverze kůže (holiny) na useň
- Na funkční skupiny kolagenu se vážou tzv. činiva, která způsobí zesíťování struktury kolagenu

CONH- peptidická vazba

-COOH karboxylová skupina kyseliny

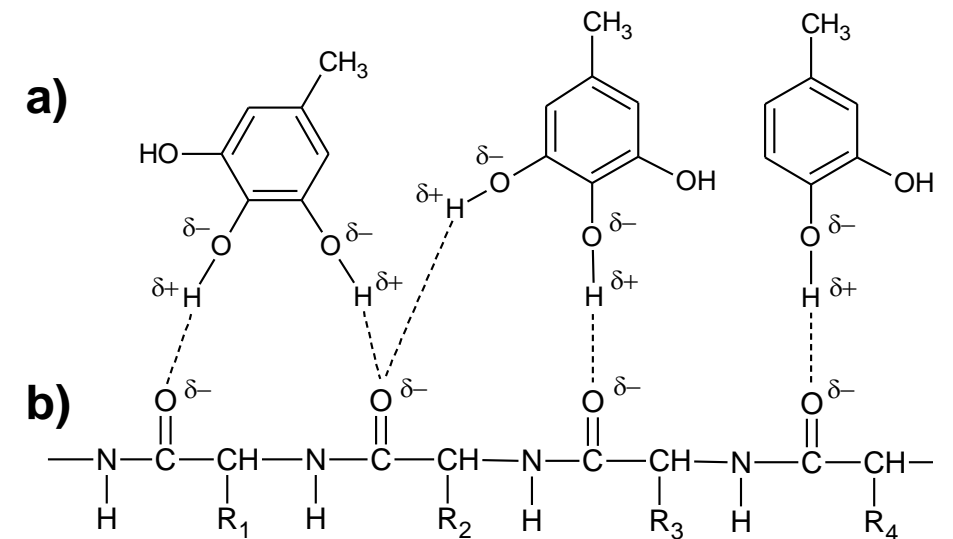
glutamové a asparagové

-NH₂ aminoskupina bazických AMK

-OH hydroxylová skupina threoninu a serinu

-CONH₂ amidická skupina asparaginu a

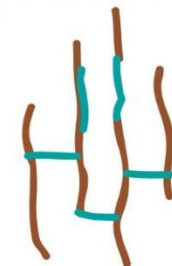
glutaminu



Kolagenní vlákna v surové kůži před činěním



Vazby vzniklé během činění mezi jednotlivými kolagenními vlákny



- Konverze způsobuje
 - zvýšení odolnosti vůči mikroorganismům,
 - zvýšení hydrotermální stálosti,
 - zvýšení chemické stability a
 - dosažení lepších mechanických vlastností po usušení (měkkost, ohebnost, pevnost).
- Tyto vlastnosti jsou ovlivněny druhem činiva
- Kromě samotné schopnosti vazby činiva na kolagen je nezbytná také schopnost tvorby příčných vazeb stabilizujících uspořádanou strukturu. Vznik těchto vazeb se projeví nárůstem teploty smrštění T_s .

Historické způsoby činění

- **Aldehydické činění** – např. kouřem, formaldehydem – již od pravěku
 - reakci kolagenu ($-\text{NH}_2$) s aldehydy, případně s fenolickými sloučeninami, vzniklými hořením.
 - činění probíhá v mírně alkalickém prostředí.
- **Tukočinění** – z nejstarších způsobů, v nadbytku tuku – **zámiš** – již od pravěku
 - Tuky odstraňují vodu a zamezují zahnívání.
 - Tuky vhodné k činění obsahují nenasycené mastné kyseliny (např. rybí tuk, rostlinné oleje).
- **Činění hlinitými solemi**, např. $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ s přídavkem NaCl – **jirchářství** – bílé usně
 - Vazba na kolagen přes $-\text{COOH}$, $-\text{NH}_2$ ale nestálá – useň není odolná vůči vodě
 - Nezvyšuje T_s a po namočení do vody opět přecházejí v holinu
 - Usně světlostálé, s vysokou pevností

– Třísločinění

- Z nejstarších způsobů – již ve starém Egyptě
- Třísliiva získávaná z plodů, listů, kůry rostlin – kaštan, dub, smrk, mimosa, sumach
- Třísloviny
 - nemají přesně definované chemické složení
 - mají svíravou chuť, sráží bílkoviny a alkaloidy a vyčiňují kůži
- T_s – 70-90 °C
- Z chemického hlediska vícesytné fenoly
- Interakce kolagen-třísliivo
 - Prostřednictvím H-vazby mezi fenolovým OH a CONH



<https://www.businessinsider.com/why-vegetable-tanned-leather-is-so-expensive-and-rare-2021-8>

Degradace

Degradaci podléhá nejen **bílkovinná** část, ale i **doplňkové** či přidané složky jako např. činiva

Vlivy degradace

- Fyzikálně chemické
- Mechanické
- Biologické

Degradace probíhá na všech úrovních makromolekuly a týká se všech složek, které jsou v materiálu obsaženy

Schopnost přežití v extrémních podmínkách

- Rašeliniště – Tollundský muž, Dánsko, 400 př.n.l.
- Permafrost – Skytská ledová princezna, Altai, 500 př.n.l.
- Trvale aridní prostředí – egyptské mumie
- Mumifikace prouděním vzduchu – baron Trenck, Brno, Kapucínská krypta, † 1749
- Běžné archeologické prostředí

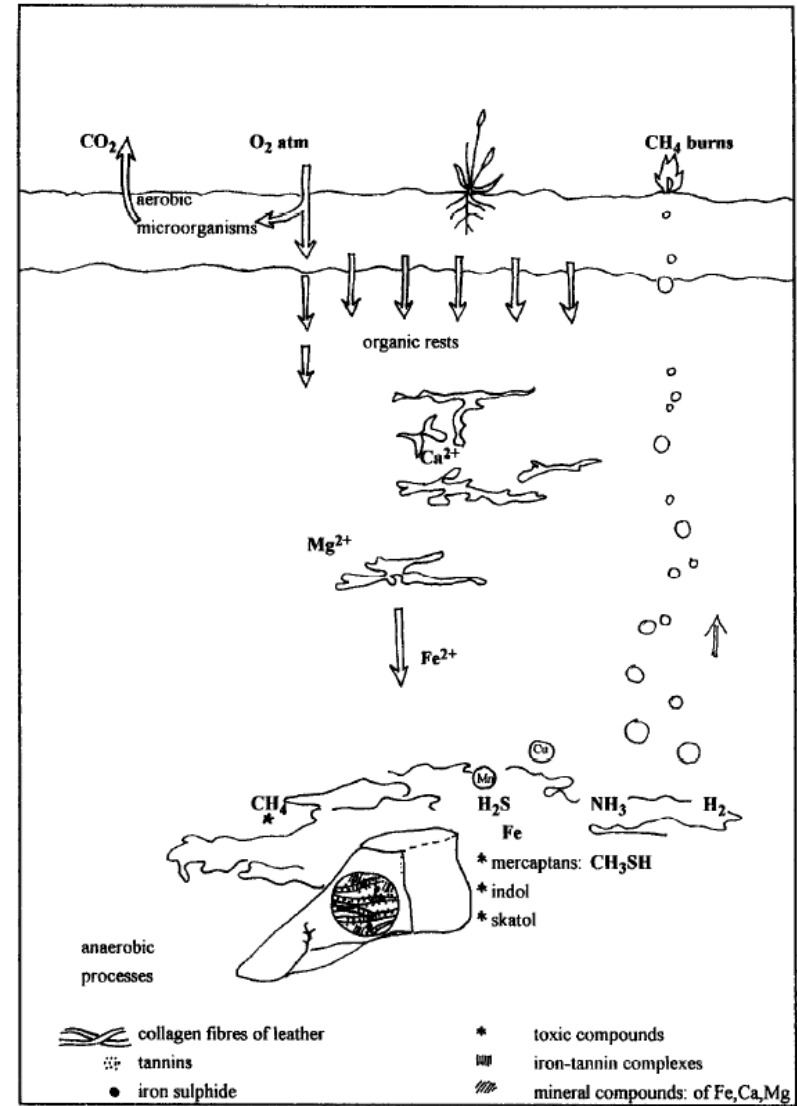
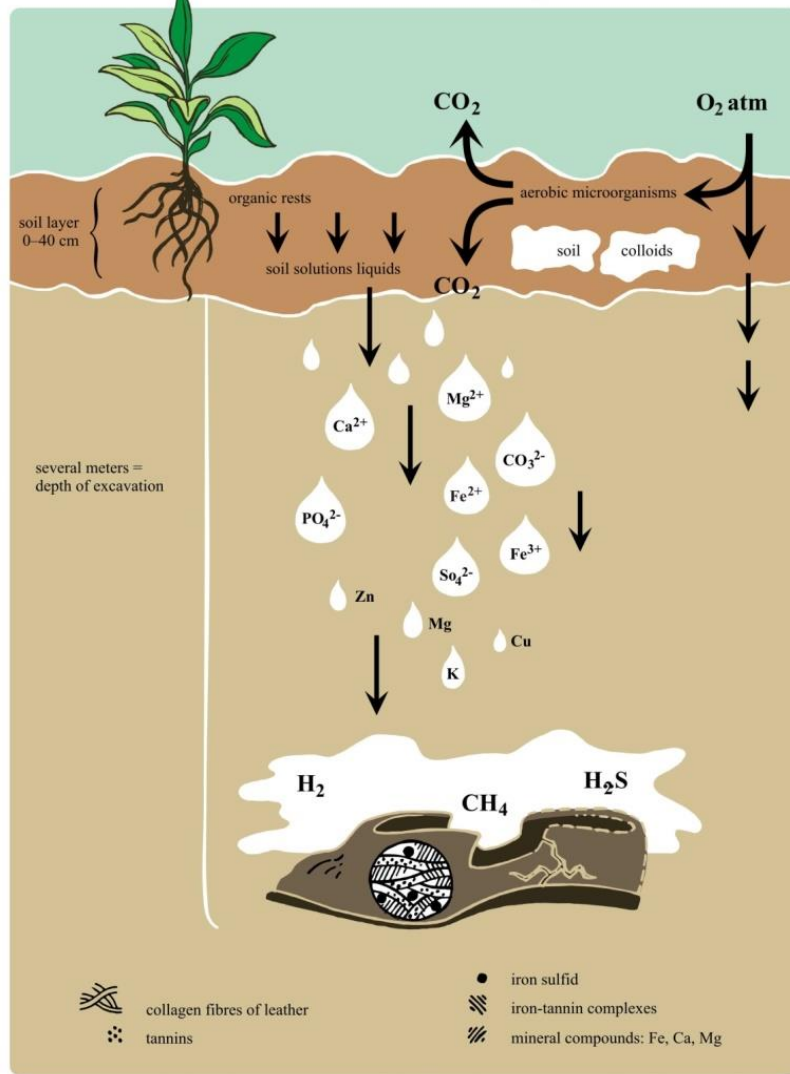
https://www.youtube.com/watch?v=IYAz9i40pBA&ab_channel=Timeline-WorldHistoryDocumentaries

https://www.youtube.com/watch?v=O6wLW3DZsss&ab_channel=TVCenter

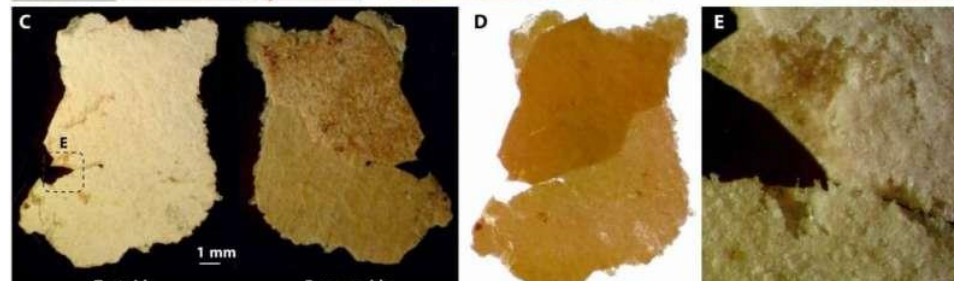
https://www.youtube.com/watch?v=9LZZk376voI&ab_channel=Timeline-WorldHistoryDocumentaries

M U N I
S C I

Soil Biodeterioration of Archeological Leather



Archeologické formy kolagenního substrátu



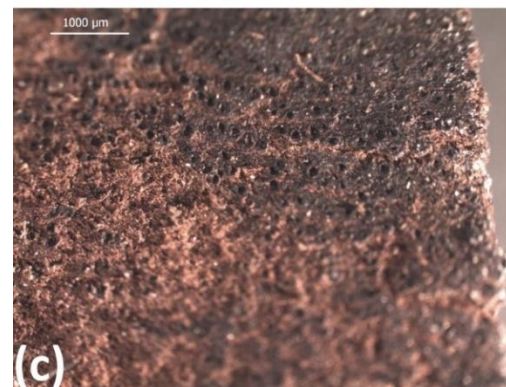
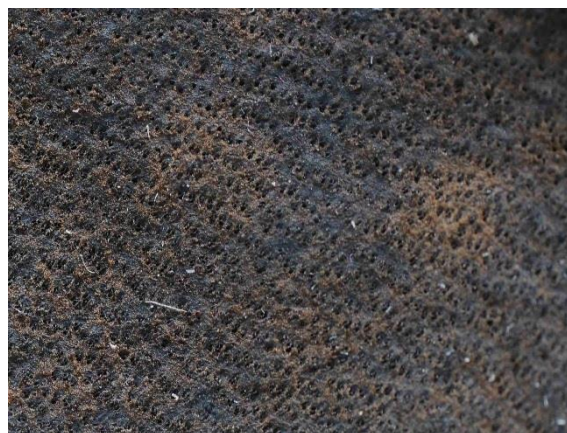
Zkoušení kolagenních materiálů

- Materiálový průzkum
 - Určení druhu zvířete
 - Určení způsobu činění

- Určení druhu a stupně degradace – nezbytné před čištěním, na základě stupně poškození jsou následně vybírány postupy a materiály
 - Smyslově
 - pH
 - Soudržnost vláken
 - Hydrotermální stabilita
 - Strukturní změny
 - Další možnosti

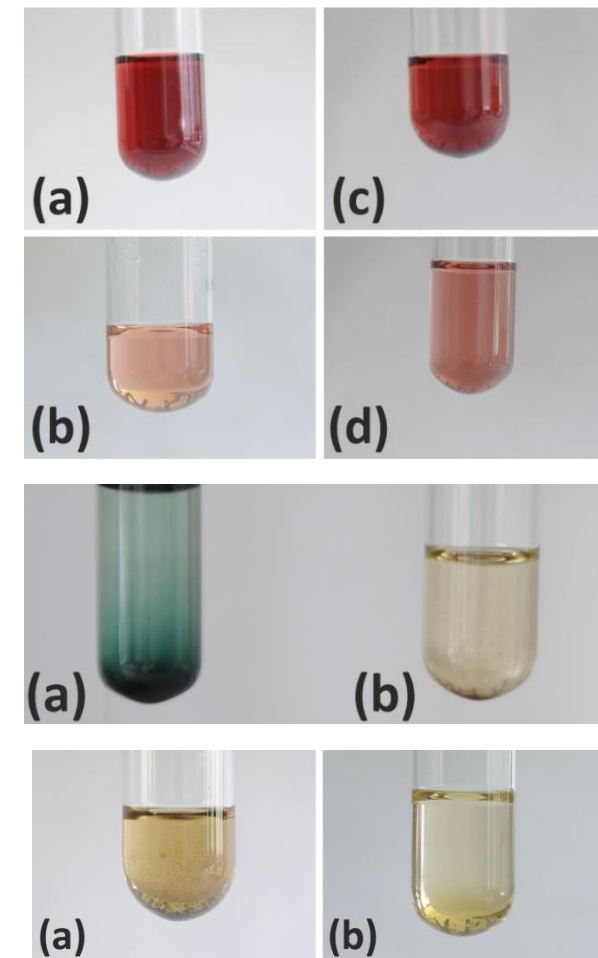
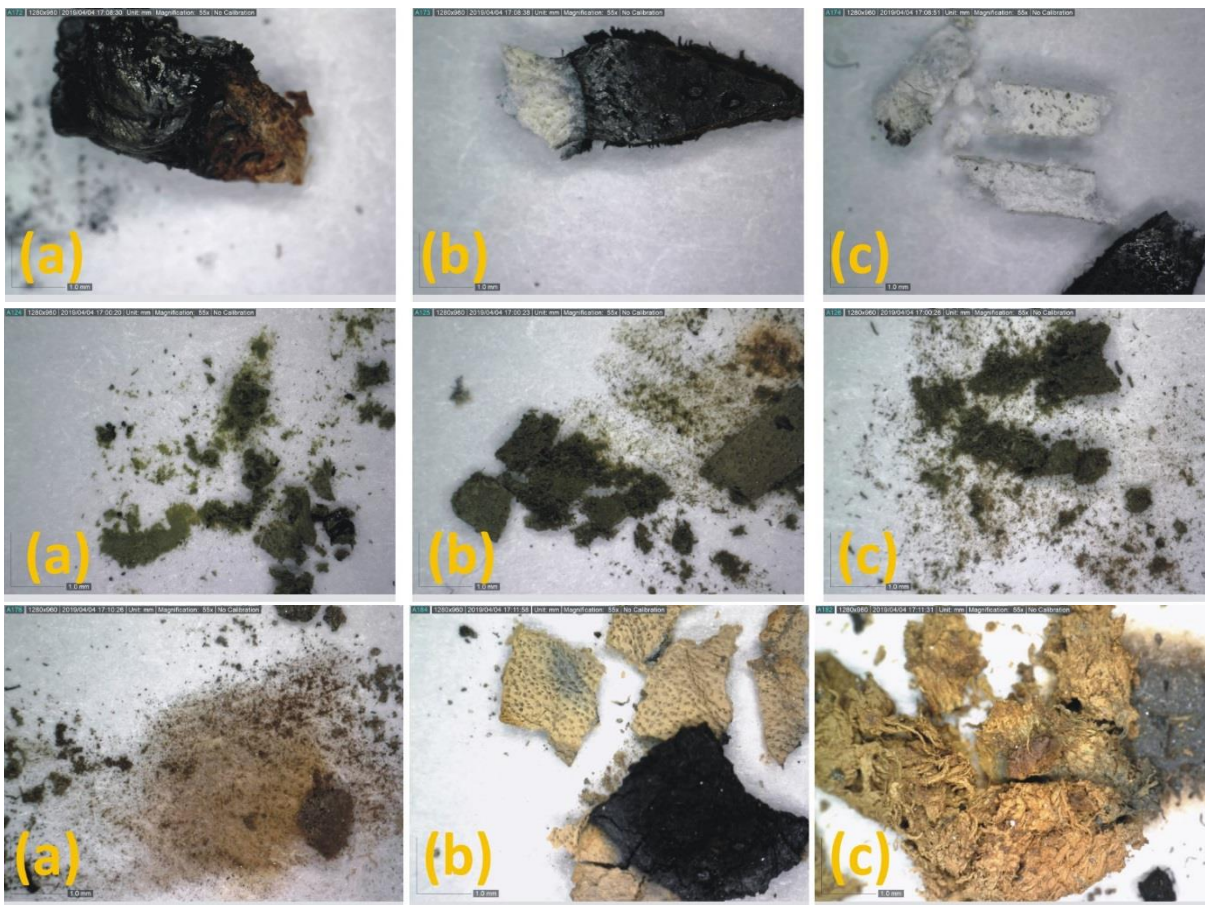
Zkoušení kolagenních materiálů

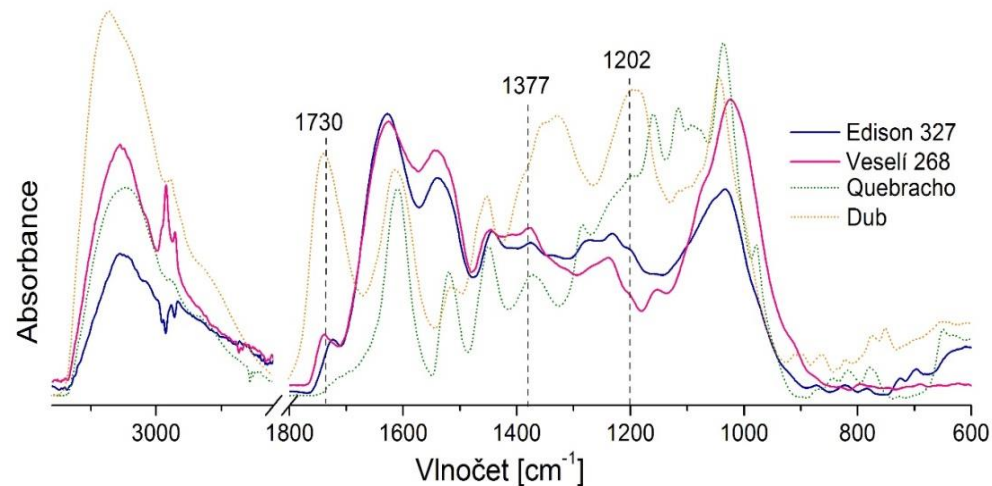
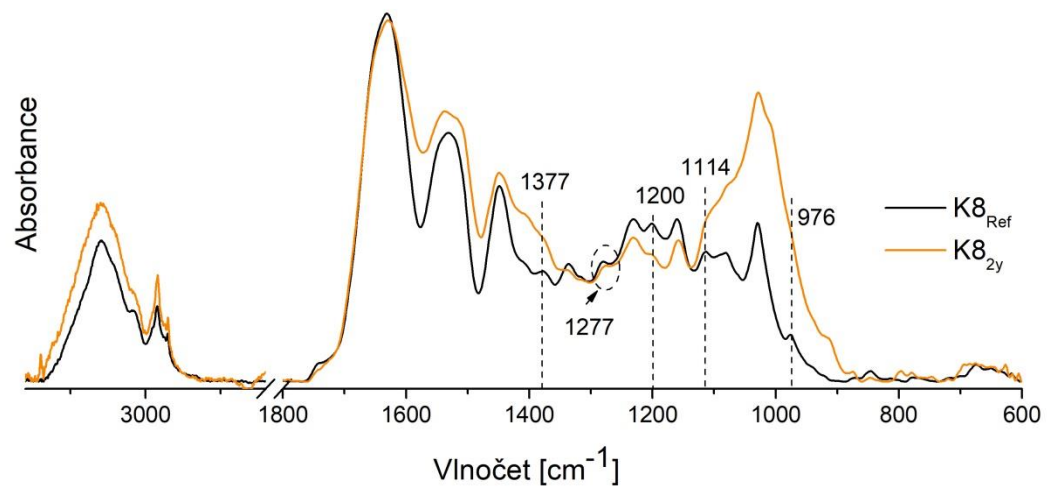
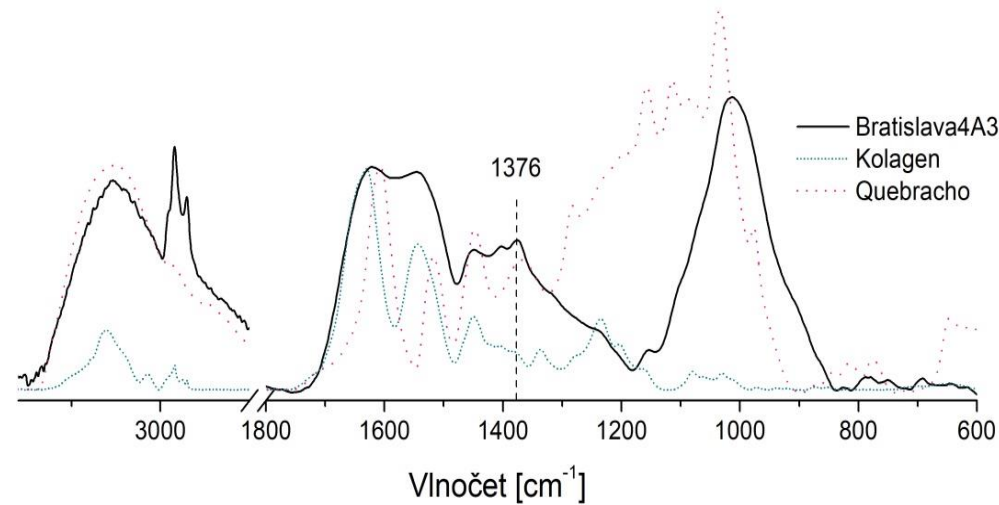
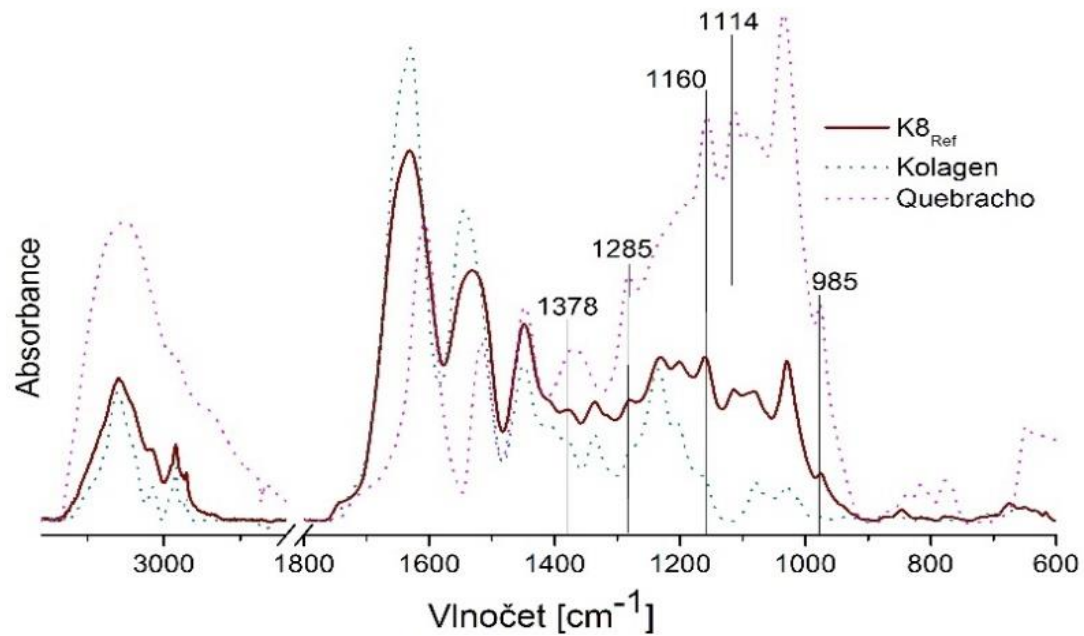
Druh zvířete



Zkoušení kolagenních materiálů

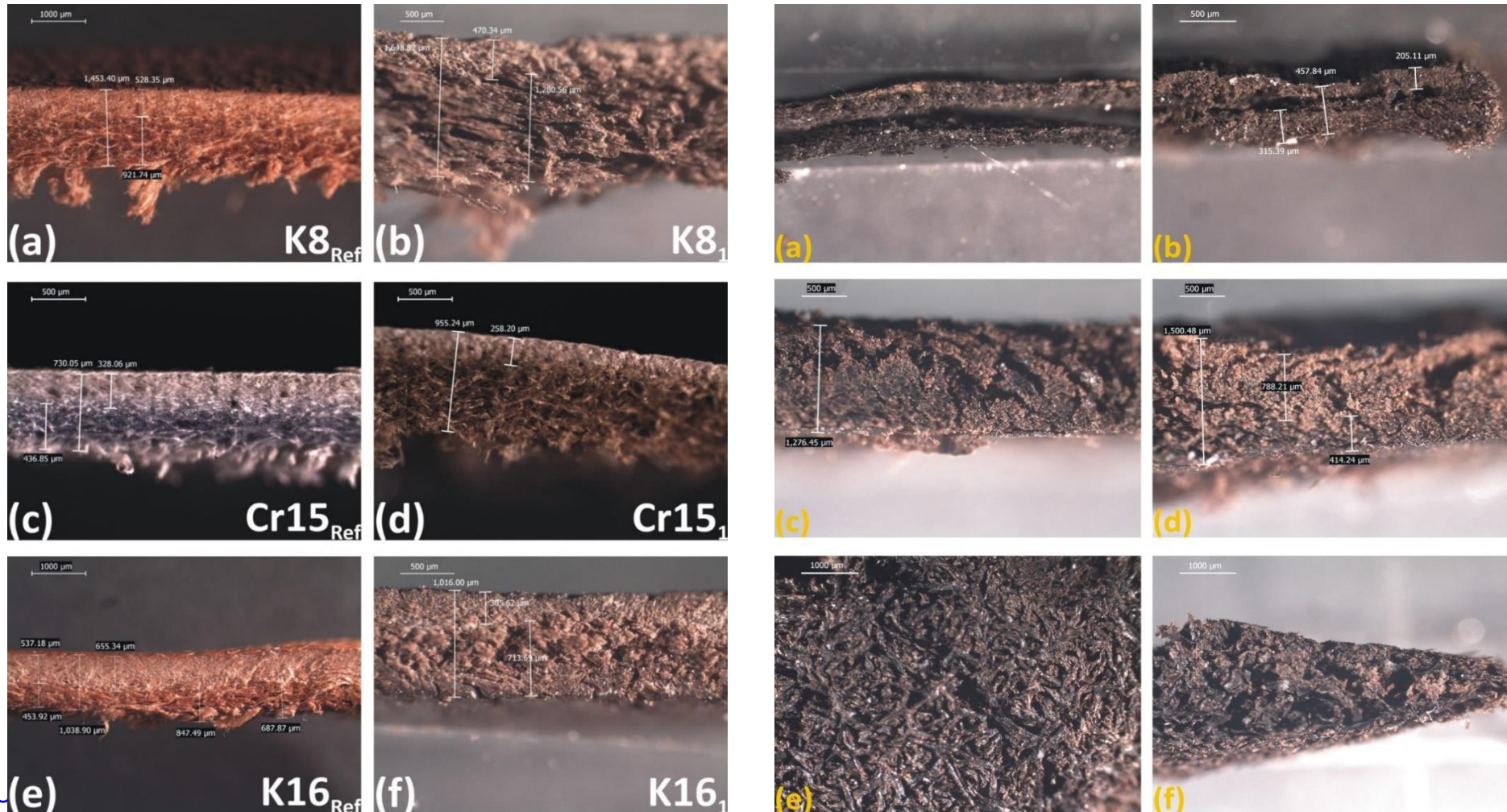
Způsob činění

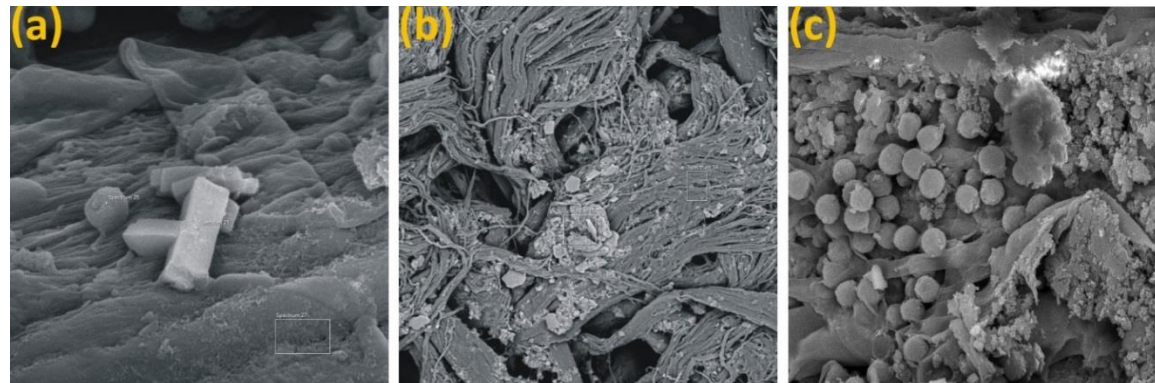
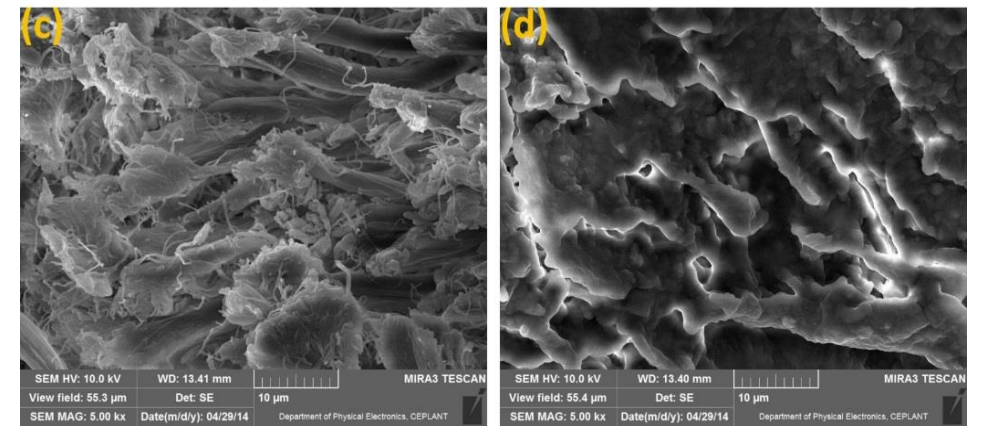
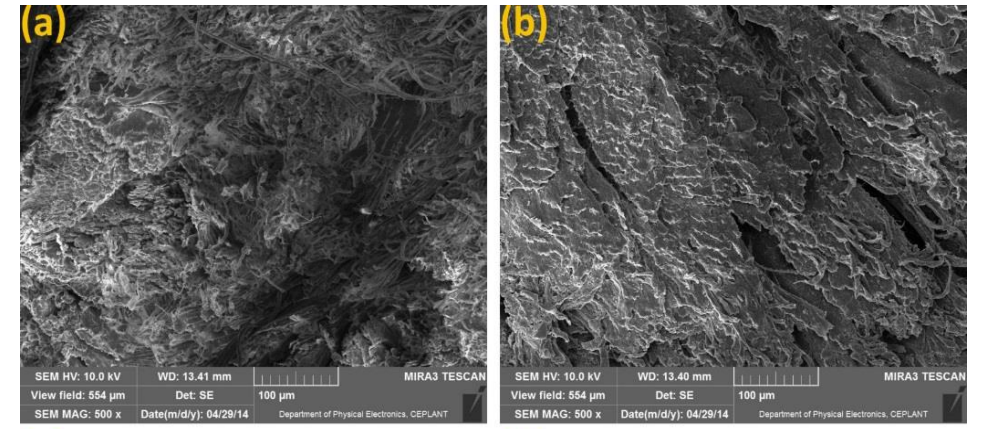
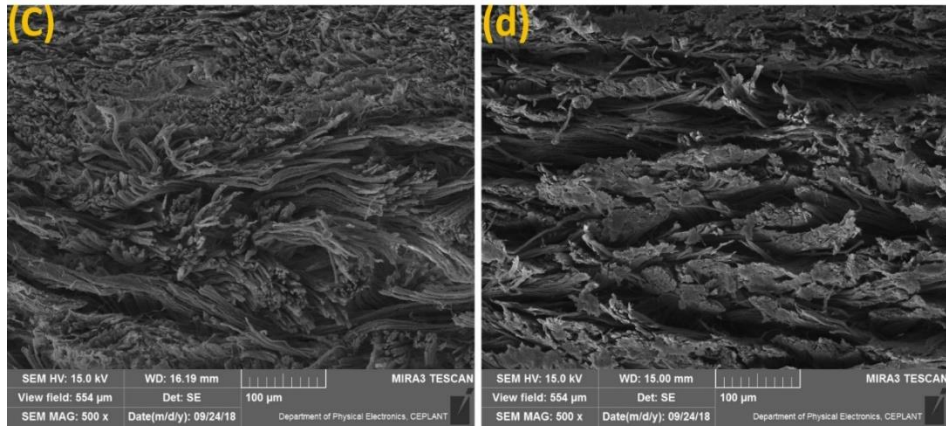
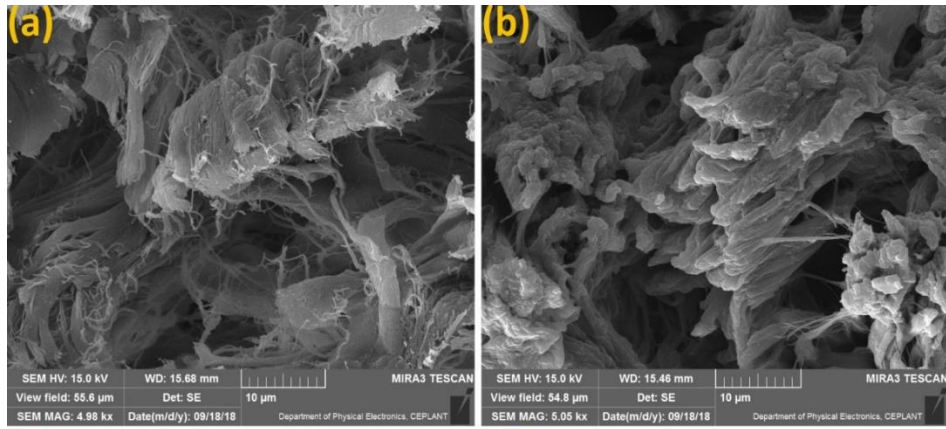


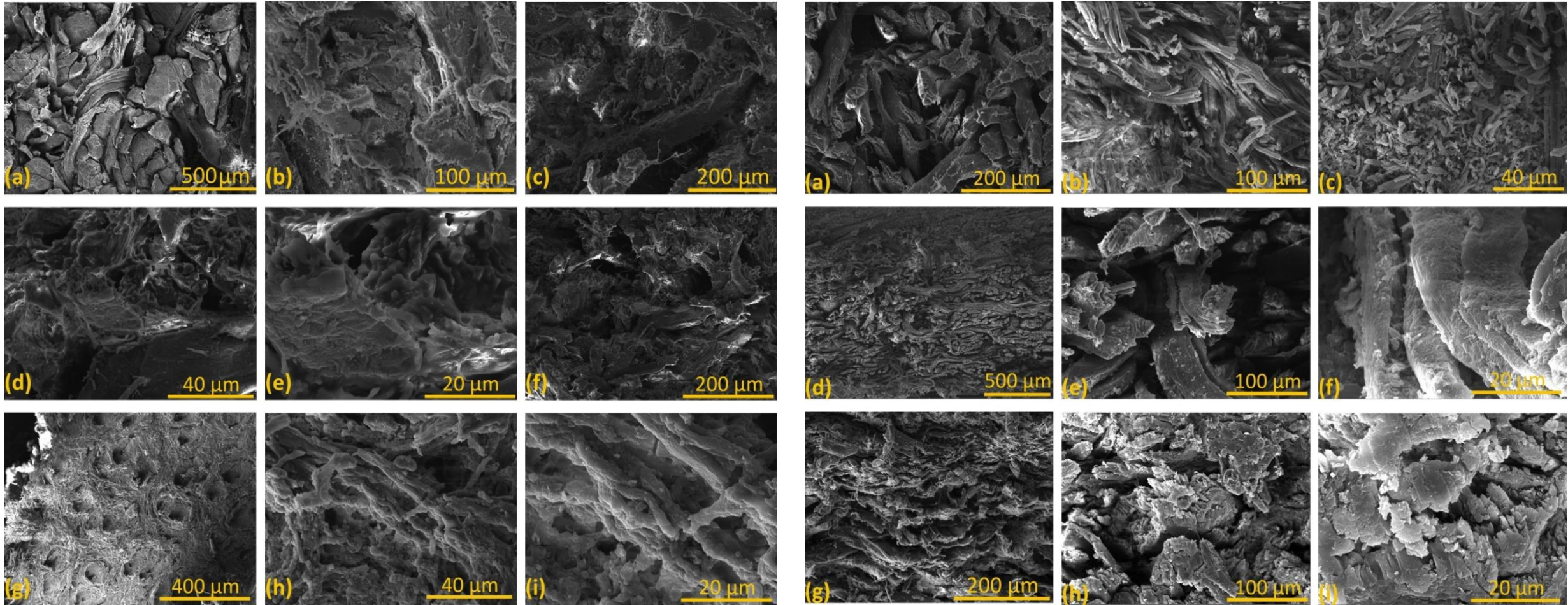


Zkoušení kolagenních materiálů

Degradace - mikroskopie

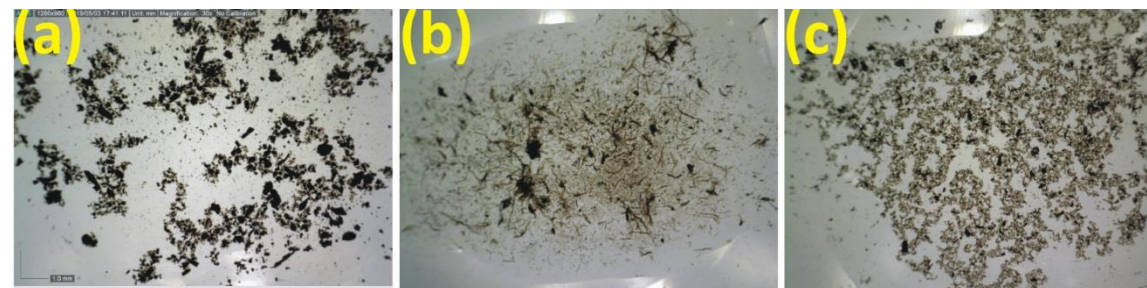
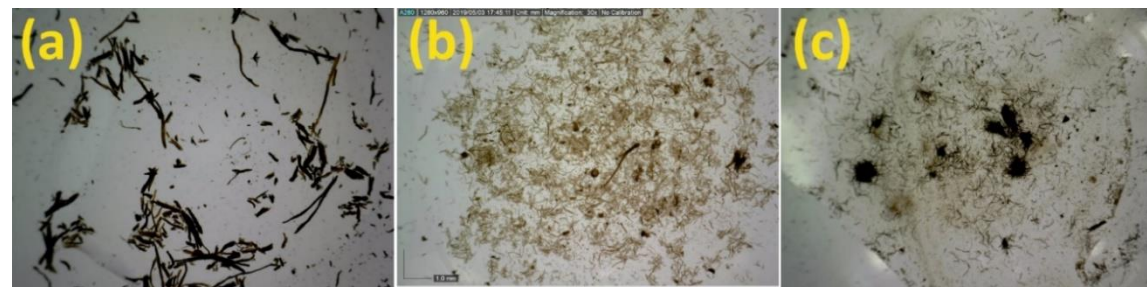
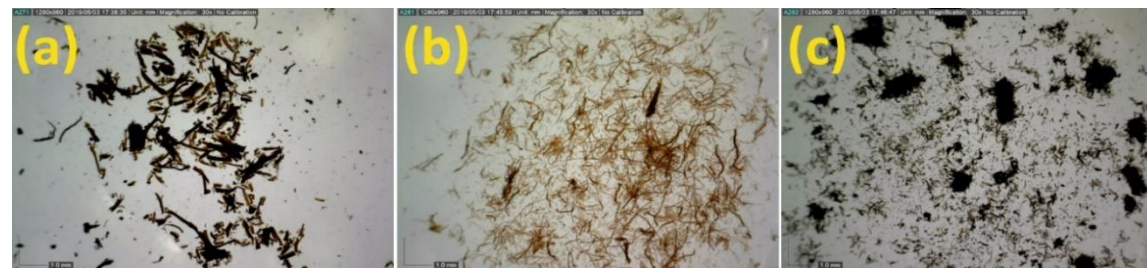
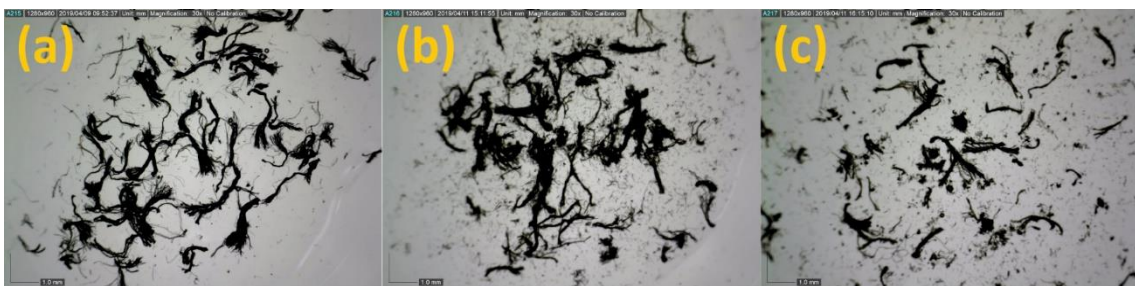






Zkoušení kolagenních materiálů

Soudržnost vláken



Zkoušení kolagenních materiálů

Teplota smrštění

Hydrolyzovatelné třísliviny HL						
	A ₁ [°C]	B ₁ [°C]	C [°C]	B ₂ [°C]	A ₂ [°C]	T ₁ [°C]
Ref	61,5 ± 4,3	63,6 ± 4	67,3 ± 5,4	71,4 ± 3,7	74,3 ± 2,6	76,1 ± 3
1 rok	42,2 ± 14,3	52,3 ± 13,4	76,7 ± 7,8	83,4 ± 5,7	85,5 ± 6,4	88,5 ± 7,4
2 roky	47,9 ± 21,2	54 ± 19,6	75,5 ± 6,1	85,1 ± 6,2	83,9 ± 1	88,2 ± 3
Kondenzované třísliviny CL						
	A ₁ [°C]	B ₁ [°C]	C [°C]	B ₂ [°C]	A ₂ [°C]	T ₁ [°C]
Ref	75,7 ± 3,8	79,2 ± 2,8	83,4 ± 3,7	86,3 ± 3,7	88,9 ± 4,6	92,4 ± 6,3
1 rok	58,5 ± 2,1	68 ± 5,3	77,3 ± 1,9	84,9 ± 2,6	86,9 ± 2,7	91,8 ± 3,1
2 roky	55,1 ± 5	69 ± 1,3	74,5 ± 2	84,1 ± 0,2	91,2 ± 0,8	97,7 ± 1,3
Chromočiněné Cr						
	A ₁ [°C]	B ₁ [°C]	C [°C]	B ₂ [°C]	A ₂ [°C]	T ₁ [°C]
Ref	101 ± 5,8	106,5 ± 5,3	111,5 ± 4,4	119,8 ± 6,7	122,7 ± 3,6	129 ± 1,7
1 rok	97,55 ± 1	105,2 ± 2,9	113,15 ± 4,5	119 ± 6	127,5 ± 0,8	128 ± 2,2
2 roky	99,45 ± 2,6	105,4 ± 3,6	110,2 ± 4,8	114,5 ± 5,5	121,95 ± 3,1	127,5 ± 2,5

	A ₁ [°C]	B ₁ [°C]	C [°C]	B ₂ [°C]	A ₂ [°C]	T ₁ [°C]
Brno-Edison	55,7 ± 5,3	66,3 ± 5,1	75,0 ± 3,9	88,6 ± 3,1	91,3 ± 2,8	96,3 ± 1,0
Pomezná	75,6 ± 5,4	82,3 ± 3,9	89,0 ± 3,2	93,8 ± 3,3	**	96,0 ± 3,0
Cheb-Mikuláš	40,5 ± 0,7	49,3 ± 2,5	57,4 ± 0,3	73,3 ± 3,0	78,9 ± 3,5	86,9 ± 3,4
Praha 11/03 a 12/12	47,9 ± 2,7	50,1 ± 2,8	53,6 ± 2,3	59,9 ± 4,7	63,1 ± 4,5	65,6 ± 3,2
Veselí n. M.	56,0 ± 0,1	70,0 ± 0,5	75,2 ± 1,3	84,0 ± 0,5	93,7 ± 5,2	98,9

Zkoušení kolagenních materiálů

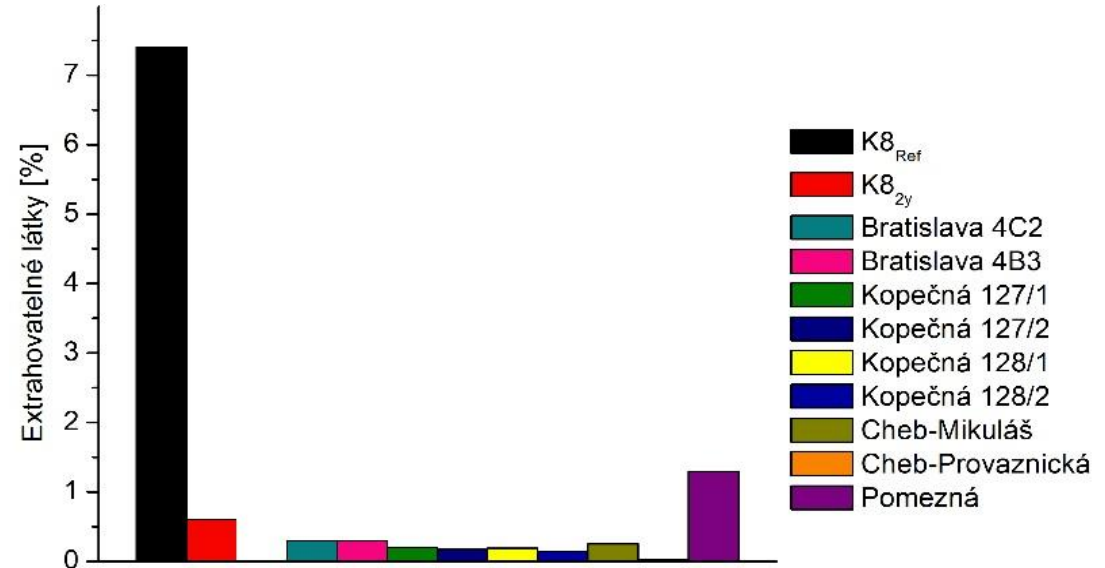
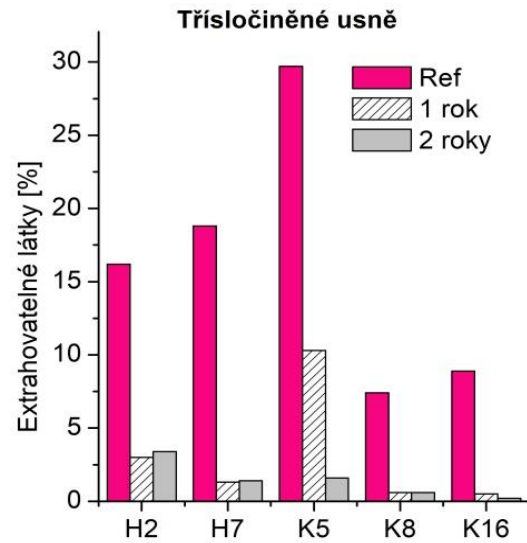
Hodnota pH

	pH povrchu			pH výluhu		
	Ref	1 rok	2 roky	Ref	1 rok	2 roky
Hydrolyzovatelné	3,7 ± 0,3	6,7 ± 0,4	5,7 ± 0,2	4,0 ± 0,5	6,2 ± 0,3	6,5 ± 0,5
Kondenzované	4,4 ± 0,2	6,8 ± 0,4	5,9 ± 0,2	4,2 ± 0,4	5,8 ± 0,3	6,0 ± 0,4
Chromočiněné	4,6 ± 0,4	6,7 ± 0,4	6,4 ± 0,3	4,3 ± 0,3	6,6 ± 0,4	6,6 ± 0,4

Hodnoty pH archeologických usní								
Lokalita	P	V	Lokalita	P	V	Lokalita	P	V
Bratislava	5,6 ± 0,2	6,0 ± 0,1	Cheb-Mikuláš	4,5 ± 0,1	4,7 ± 0,2	Praha	5,3 ± 0,1	*
Brno-Edison	5,0 ± 0,1	*	Cheb-Provaznická	4,7 ± 0,1	5,8 ± 0,2	Jihlava	6,0 ± 0,2	*
Brno-Kopečná	4,8 ± 0,2	5,9 ± 0,2	Pomezná	5,7 ± 0,2	6,3 ± 0,1	Veselí n. M.	5,2 ± 0,1	*

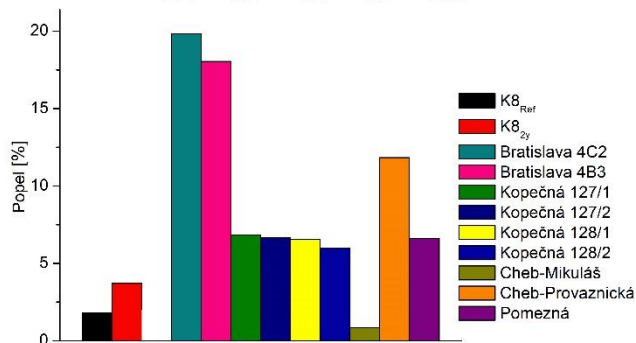
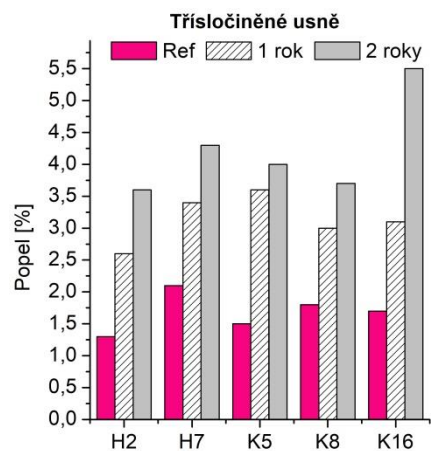
Zkoušení kolagenních materiálů

Obsah tukových složek u archeologických usní



Zkoušení kolagenních materiálů

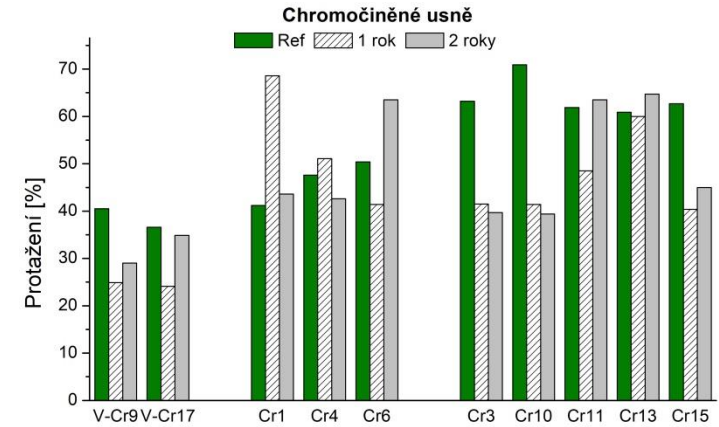
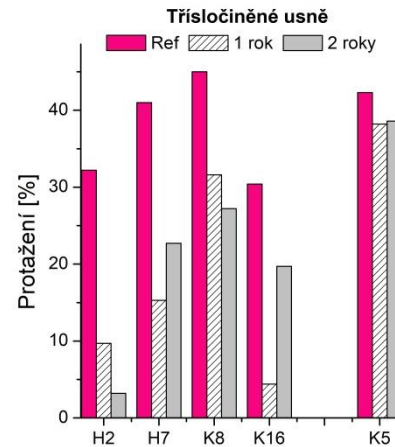
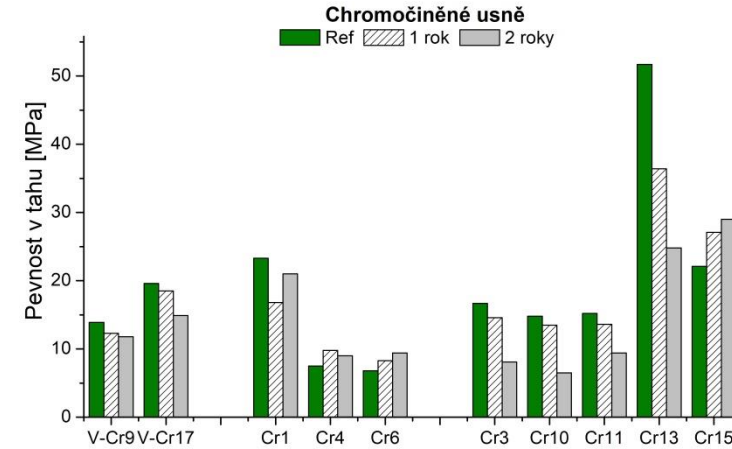
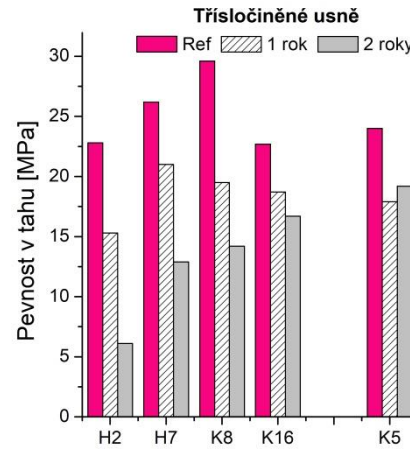
Obsah anorganických složek



	Na	Mg	Al	Si	S	K	Ca	Cr	Fe
H7 _{Ref}	0,1	0,0	0,0	0,1	0,4	0,0	0,1	0,0	0,1
H7 _{2y}	0,1	0,2	0,4	0,7	0,4	0,2	1,5	0,0	0,3
K16 _{Ref}	0,3	0,0	0,1	0,1	1,5	0,1	0,6	0,0	0,0
K16 _{2y}	0,1	0,1	1,3	2,1	1,3	0,6	3,5	0,1	0,7
V-Cr9 _{Ref}	0,3	0,0	0,1	0,1	0,8	0,2	0,0	2,9	0,0
V-Cr9 _{2y}	0,0	0,1	0,1	0,2	0,4	0,0	1,2	4,2	0,9
Cr13 _{Ref}	0,0	0,1	0,1	0,2	1,9	0,0	0,0	3,8	0,0
Cr13 _{2y}	0,0	0,0	0,1	0,2	0,9	0,0	0,2	3,1	0,1
V-Cr17 _{Ref}	0,1	0,0	0,0	0,1	1,2	0,1	0,1	3,6	0,0
V-Cr17 _{2y}	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	0,1	1,2	3,3	0,0
	Na	Mg	Al	Si	S	K	Ca	Cr	Fe
Brno-Edison 496	0,1	0,2	1,6	4,1	0,5	0,8	4,3	0,0	4,3
Brno-Kopečná 127	0,2	0,4	1,0	1,8	1,4	0,6	7,0	0,0	5,1
Brno-Kopečná 128	0,2	0,4	0,1	0,1	1,3	0,3	4,5	0,0	3,3
Pomezná	0,2	0,8	1,7	2,8	1,3	0,6	5,2	0,0	1,7
Cheb-Provaznická	0,0	0,2	1,3	1,8	0,6	0,5	1,7	5,7	1,9
Cheb-Mikuláš 0.03	0,1	0,5	0,8	0,1	0,8	0,1	6,3	0,0	0,5

Zkoušení kolagenních materiálů

Mechanické vlastnosti



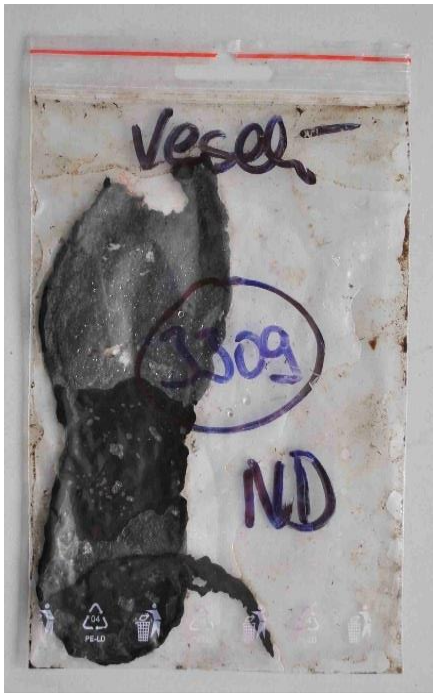
Konzervace

Bezpečnost práce

- Ochranné pomůcky
- Práce s chemikáliemi dle BOZP

Konzervace

Manipulace a uložení



- Zajistit, aby nedošlo k vysušení
- PE zipové sáčky s vodou
 - V chladu

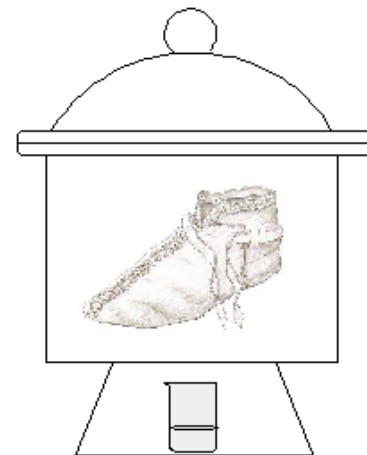
Konzervace

Desinfekce

- V parách
- Postřikem
- Máčení - přidavek biocidní látky do obalu
- Ajatin, Bacillo AF, n-Butanol, Preventol O extra, Septonex

Rehydratace

- Prostředí s vysokou RV (s
přídavkem biocidu)
- Zábaly



Konzervace

Čištění

– Mechanické

- Na sucho
- Pod jemným proudem vody
- Namočením
- Promýváním

- Štetčky, tamponky, kartáčky různých tvrdostí
- Vypodložení umělohmotnou sítkou nebo sendvič

- Mineralizáty – ne silou

- Ultrazvuk – není vhodný



– Chemické čištění

- Vhodné detergenty (Alvol, Marseillské mýdlo, Syntapon)
Ovlivnění materiálu??
- Vyluhování ve vodě
- Isopropylalkohol
- 5-10% n-butanol ve vodě

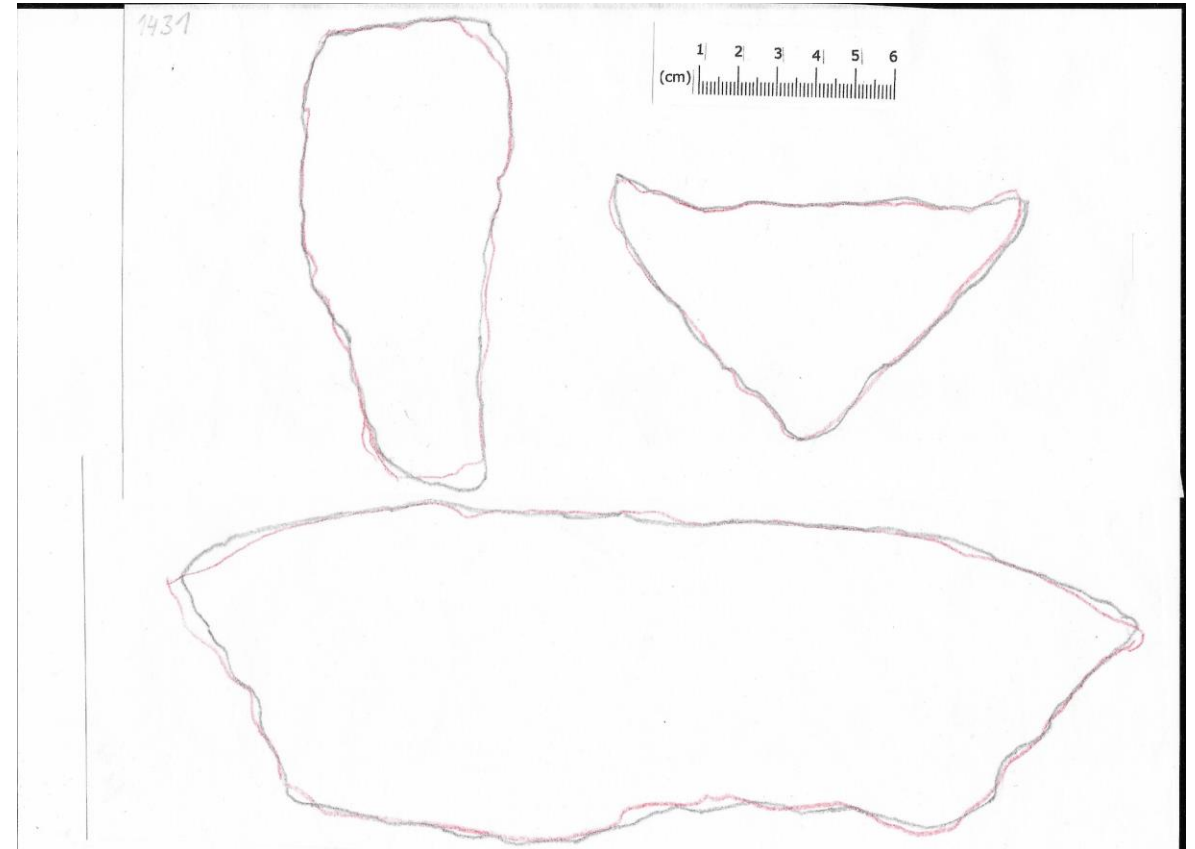
- Odstraňování mineralizátů a korozních produktů
Řada chemikálií
Kontroverzní
V současnosti se nedoporučuje

Konzervace

Zakreslování

- Kontrola vstupního a výstupního stavu
- Zpětná kontrola stavu
- Evidence

- Na papír, melinex aj.



Konzervace

Obecné principy

- Zamezení smrštění, ztvrdnutí, deformaci, zachování či navrácení původního tvaru
 - Zavedení mazadla do mezivláčenného prostoru
 - Rozdělení do samostatných nádob/pytlíčků dle kontextů
- 1) Vytěsnění vody méně těkavou látkou
 - 2) Vytěsnění vody anásledné doplnění maziva
 - 3) vymrazování za sníženého tlaku

Konzervace

Způsoby konzervace archeologických usní

- Dehydratace v postupně se zvyšující koncentraci ethanolu s následným prosycením glycerolem nebo PEGem
- Prosycení usně směsí glycerolu v ethanolu
- Dehydratace v postupně se zvyšující koncentraci acetonu s následným prosycením glycerolem nebo PEGem
- Prosycení usně PEGem
- Prosycení usně glycerolem nebo PEGem s následným vymrazením
- Dehydratace ve sledu organických rozpouštědel

Konzervace

Tvarování

- Fragmenty a ploché předměty
 - Plošně vyrovnat mezi filtrační papíry a mírně zatížit

- Trojrozměrné fragmenty
 - Na „kopyta“
Vycpání, kopyta z papírmaše, modelíny aj. obalená savým materiálem

Konzervování

Výstupní dokumentace

- Rozdělení dle kontextů
- Fotodokumentace
- Porovnání se zákresy

Rekonzervace

- Materiály zkonzervované a v minulosti uložené do depozitáře
- Obdobné jako u historických
 - Lehké očištění a případné přetukování

Dlouhodobé uložení

Plošné

- Nejčastěji v PE zipových sáčkách
- Opatřené evidencí
- Křehčí vypodložené např. japonskem
- Uložení horizontálně
- Velké soubory rozdělit po menších částech

Trojrozměrné

- Kopyto k udržení tvaru – obalit měkčím savým materiálem
- Vycpání měkkým materiálem
- Podložky s vyříznutým tvarem

Podmínky uložení

Nejlépe

- Uzavíratelné obaly
- Přehledné značení
- Vhodné materiály
- Minimální výkyvy T a RV
- Bezprašné prostředí
- Pravidelná kontrola stavu

Nežádoucí jevy

- Biologické napadení
- Zkřehnutí, smrštění, zhroucení tvaru
- Usazování prachu
- Migrace tuků

Vybraná literatura

- Skripta k předmětům C5984 a C8910
- Řezníková, M.: Porovnání konzervačních postupů pro archeologické usně, diplomová práce, 2016, <https://is.muni.cz/auth/th/fk4q4/>
- Kite, M. and R. Thomson, *Conservation of Leather and Related Materials*. 2006, Oxford: Butterworth-Heinemann. 340.
- Bacílková, B., *Studium účinků par butanolu a jiných alkoholů na plísně*, in *XII. Seminář historiků a restaurátorů*. 2003, Národní archiv: Praha. p. 10.
- Cronyn, J.M., *The elements of archaeological conservation*. 1990, London: Routledge.
- Hamilton, D.L., *Methods of Conserving Archaeological Material from Underwater Sites*. 2010, Texas A&M University p. 109