



obr. 4 1. etapa – příprava suroviny (podélné členění kosti). ■ Stage one - preparation of material (dividing along the bone). ■ 1.Etappe – Rohstoffvorbereitung (Knochenlängsgliederung). ■

Experimentální výroba kostěných a parohových předmětů v pravěku

Miroslava Šefčíková Znojmo

1. Úvod

Kostěná a parohová industrie sehrála v celém pravěkém až raněstředověkém období důležitou roli. Byla používána průběžně už od paleolitu. Intenzita využití kolísala úměrně s dostatkem či úbytkem jiné vhodnější suroviny, např. kovů, což se projevilo v surovinových krizích koncem starší doby bronzové a v halštatském období.

Z kosti a parohu se vyráběly pracovní nástroje (šídla a hroty, hladidla, stěrky, dláta, škrabadla, rydla, motykovité nástroje, násady a rukojeti, střenky nožů, klíny a hroty, udidla, návlečky a nákončí, hřebla, jehly a jehlice, proplétáčky a navlékáčky, přesleny, vřetena, tkací destičky, jehelníčky, parohové schránky, roztírače, roubíky, rýhovadla, rybářské háčky, cívky), zbraně (dýky, sekeromlaty, hroty šípů, nátepní destičky, ploténky), ozdobné a toaletní předměty (korálky, závěsky a amulety, prsteny, jehlice, nášivky, spony, přezky, hřebeny), potřeby ke hrám a zábavám (hrací kostky), zvukové nástroje (píšťalky, bručáky vábničky).

Používání kosti a parohu bylo vlastně ideálním využíváním odpadu, který nutně vznikl při zajišťování potravy. Surovina pro výrobu kostěných předmětů tak vznikala neustále a denně. Nemusela být získávána těžbou, nemusela se vyhledávat, nebyla zapotřebí taková míra poznání, jako např. při metalurgii. Výhodou také byla značná tvrdost kosti a relativně snadná opracovatelnost.

2. Experiment

Cílem předloženého experimentu bylo prověřit způsoby opracování kostí a parohu v kontextu pravěku a raného středověku. Zvláštní pozornost byla věnována především možnostem měkčení. Experiment byl realizován na parohu jelena a kostech.

Zpracování kostí a parohů lze rozčlenit do tří pracovních etap – příprava suroviny, vlastní opracování polotovaru a dále povrchová úprava a zdobení.

2.1. Příprava polotovaru

2.1.1. Člěnění suroviny

Surovinu je nutné nejprve rozčlenit, to znamená získat polotovar vhodného tvaru, délky a síly ve směru příčném a podélném. To se provádělo lámáním, nařezáním a ulomením, přerezáním či přepilováním, přesekáním, dále štípáním, tříštěním a opalováním.

2.1.2. Měkčení polotovaru

Z chemického hlediska jsou kosti a parohy tvořeny hlavně fosforečnanem vápenatým – $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ a uhličitánem vápenatým – CaCO_3 . Z menší části jsou tvořeny organickými látkami (asi 15 %). Látky organické je možno vyloučit vyvařením, ale látky anorganické jsou ve vodě nerozpustné, rozpustit je lze pouze v kyselinách.

Podstatou měkčení je přeměna fosforečnanu vápenatého – $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, který je nerozpustný, v sekundární ortofosforečnan vápenatý – $\text{Ca}(\text{HPO}_4)$, který rozpustný je. Tuto přeměnu umožňuje vodík, který vytěsňuje vápník z fosforečnanu vápenatého a nahradí ho. Takto reagují slabé přírodní kyseliny – např. octová, mléčná, uhličitá. Proto je proces změkčování snadno proveditelný.

Rozpustný sekundární ortofosforečnan vápenatý může uschnout. Během usychání ztrácí vodu – H_2O a působí na něj ovzduší, z něhož si přibírá kysličník uhličitý CO_2 a vzdušný O_2 , takže vznikne opět fosforečnan vápenatý a uhličitan vápenatý. Reakce tedy proběhne opačně – je vratná.

Nejjednodušším způsobem měkčení kosti nebo parohu je dlouhodobé máčení polotovaru ve vodě, což dovoluje 3–4krát větší hloubku zářezů v porovnání s kostí suchou, jakož i několikahodinové vyvaření ve vodě; v tom případě však kost zůstává změkčená jen po dobu nahrátí a po ochlazení rychle tvrdne

Kost může být zahrabána do země, kde ji časem změkčí v půdě obsažená kyselina uhličitá; jako snadno dostupné změkčovadlo mohla sloužit jakákoliv zelená tráva, pokud je zkvašena za nepřístupu vzduchu (na způsob siláže), přičemž vzniká kyselina mléčná.

Tab. 1 Stav změkčení

	po 24 hodinách	po 48 hodinách	po 72 hodinách
Mléko s tukem	změkčeno nepatrně	řez 1 mm, dřev 1 mm	jako v mléce bez tuku
Mléko bez tuku	řez 1 mm, dřev nepatrně	řez 2 mm, dřev jako dřev	řez na hraně 4 mm, horší opracovatelnost než v octě, dřev lze krájet nožem, parohovinu obtížně
ocet	řez 2 mm, dřev měkká jako tvrdé dřev	lze řezat jako tvrdé dřev, dřev měkká	snadno opracovatelné, dřev lze vrtat nožem

Tab. 1 Stav změkčení. ■ State of Softening (after 24/48/72 hours) - **full-fat milk**: softened slightly / cut 1 mm, bone 1 mm / as in skimmed milk; **skimmed milk**: cut 1 mm, bone slightly / cut 2 mm, bone as wood / cut on edge 4 mm, worse workability than in vinegar, it is possible to cut bone with a knife, antler only with difficulties; **vinegar**: cut 2 mm, bone soft as hard wood / possible to cut as hard wood, bone soft / easily workable, it is possible to drill bone with a knife. ■

Tab. 2 Kyselost prostředí (hodnoty pH) v zkoumaných vzorcích

	0 hodin	24 hodin	48 hodin	72 hodin	96 hodin
Mléko s tukem	7,0	5,2	4,8	4,5	4,5
Mléko bez tuku	7,0	4,8	4,5	4,5	4,5
Ocet	3,0	5,0	3,9	3,9	3,9

Tab. 2 Kyselost prostředí (pH) v zkoumaných vzorcích. ■ Solution acidity (pH) of tested samples. ■



Obr. 2 1. etapa – příprava suroviny (podélné členění parohu). ■ Stage one - preparation of material (dividing along the antler). ■ 1. Etappe – Rohstoffvorbereitung (Geweihlängsgliederung). ■

Nejúčinnějším způsobem se ukázalo využití slabých přírodních kyselin. Kusy parohu ponořené do nádrže s rozmačkanými šťovíkovými listy změkly po týdnu do hloubky 3 mm a po 6 týdnech se parohovina dala krájet jako dřevo. Po vyjmutí ze změkčovací lázně nabyl paroh během 4 dnů původní tvrdosti.

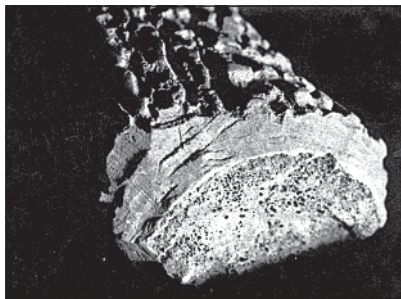
K experimentu bylo dále jako změkčovaadlo využito snadno dostupné mléko. Jeho výhodou je zároveň i to, že jeho chemické složení je neměnné a během pokusů se dá neustále nahrazovat novým mlékem stejné kvality. Při pokusu s mlékem konzumním se nedostavil očekávaný výsledek změkčení. K experimentu bylo využito mléko, z něhož byl zčásti odstraněn tuk a mléko s tukem. Mléko bez tuku rychleji zkvasilo, avšak po 72 hodinách byly rozdíly mezi mlékem bez tuku a s tukem setřeny a další den se již neměnily. Výsledná hloubka změkčení u použitých vzorků činila 4 mm na hraně kosti, na ploše kosti poněkud méně, spongiosa byl zcela změkklá.

K experimentu bylo pro srovnání použito též pěti kyselin, avšak nejlepší výsledky byly dosaženy za použití octa. Tento měl značnou kyselost, která se do 24 hodin vyčerpala, avšak do dalších 24 hodin roztok znovu zkvasil.

Ukázalo se, že intenzita měkčení závisí na kyselosti roztoku, přičemž optimální kyselost prostředí pro změkčování kosti a parohu je v hodnotách kolem 4 pH. Při vyšší kyselosti přestává být chemická reakce vratnou.

Vzorky kostí a parohu po vytažení z roztoku a opláchnutí ztvrdly do 12 hodin.

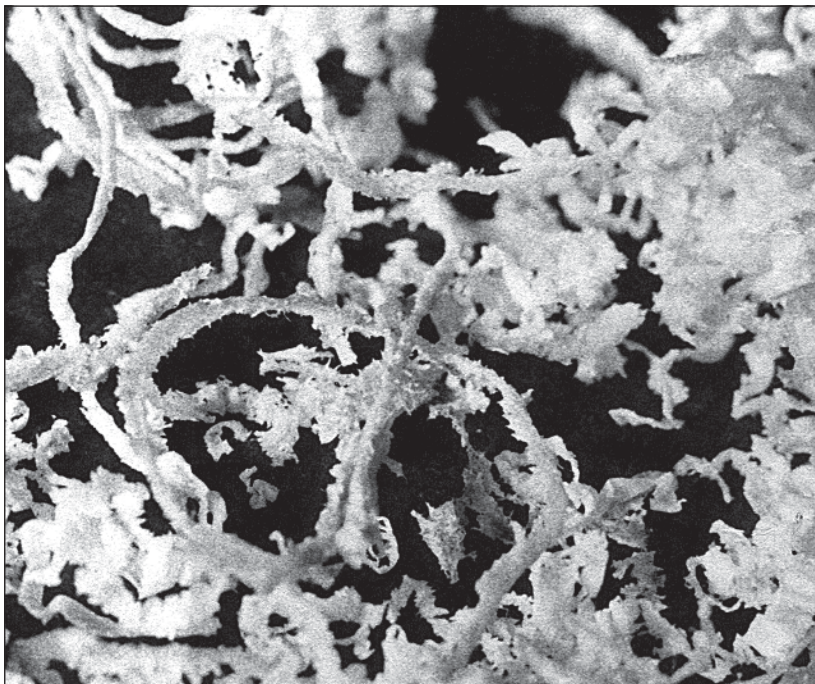
Z experimentů dále vyplynulo, že kosti se měkčí rychleji než parohovina a silné duté kosti větších zvířat. Nejrychleji postupuje změkčení u spongiosy. Naopak relativně nejslabších výsledků dosáhneme u silných kostí, kde roztok prostupuje pouze do určité hloubky a další zvyšování kyselosti a prodlužování času nepřináší prakticky žádné výsledky. Většina roztoků měkčila do 3 dnů a ani jejich následná obnova nezvětšila hloubku změkčení. Lze proto předpokládat, že silné kosti byly měkčeny a opracovávány po etapách. Po opracování změkčené vrstvy opět vloženy do dostatečně kyselého roztoku se dají po 24 hodinách dále opracovávat.



Obr. 1 1. etapa – příprava suroviny (příčné členění parohu). ■ Stage one - preparation of material (dividing across the antler). ■ 1. Etappe – Rohstoffvorbereitung (Geweihquergliederung). ■



Obr. 7 Třetí etapa – povrchová úprava a zdobení. ■ Surface finish and decoration. ■ 3.Etappe – Oberflächeausstattung und –verzierung. ■



obr. 5 2. etapa – plastické opracování změkčeného polotovaru (parohové hobliny vzniklé při podélném členění parohu čepelkou). ■ Stage two - working of softened roughout (antler shavings from dividing along the antler with a blade). ■ 2.Etappe – Plastische Bearbeitung des erweichten Halbfabrikates (die bei der länglichen Gliederung des Geweihs durch eine Rasierklinge entstandenen Geweihhobelspäne). ■

2.2. Vlastní opracování polotovaru

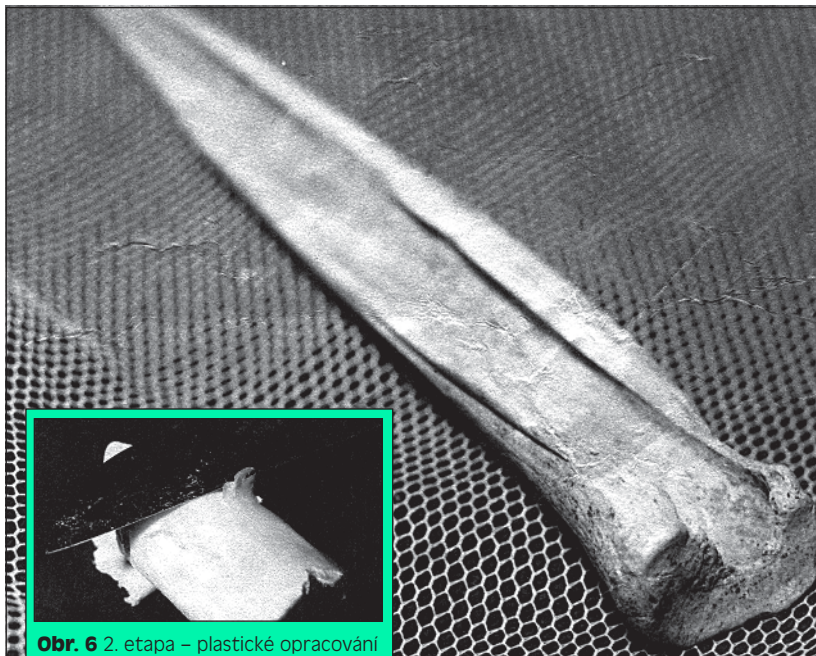
Plastické opracování změkčeného polotovaru probíhalo ořezáním, struháním (škrabáním) a dlabáním, popř. štipáním, rytím a vrtáním. Při experimentu byly předměty stále odkládány do změkčovadla.

2.3. Povrchová úprava

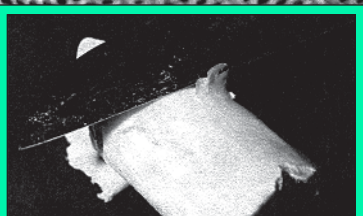
Povrchová úprava probíhala broušením a hlazením kamennými brousky. Vyleštěné části některých artefaktů jsou však stopami pracovního procesu.

Některé artefakty byly na závěr zdobený - a to rýhováním, žlábkováním, popř. vruborezem a zvláštním kružidlovým rýhovadlem.

Poznání změkčování, které může být prováděno nejprimitivnějšími způsoby, umožnilo přesnější a snazší opracování. Znamenalo tedy i úsporu pracovních nástrojů a vynaložené námahy.



Obr. 3 1. etapa – příprava suroviny (podélně členěná kost). ■ Stage one - preparation of material (dividing along the bone). ■ 1.Etappe – Rohstoffvorbereitung (länglich gegliederter Knochen). ■



Obr. 6 2. etapa – plastické opracování změkčeného polotovaru nožem. ■ Stage two - working of softened roughout with a knife. ■ 2.Etappe – Plastische Bearbeitung des erweichten Halbfabrikates mit dem Messer. ■

3. Závěr

Experiment ukázal možnosti měkčení parohu a kosti za využití běžně dostupných prostředků. Nejúčinnějším způsobem se ukázalo využití slabých přírodních kyselin. Kusy parohu ponořené do nádrže s rozmačkanými šťovíkovými listy změkly po týdnu do hloubky 3 mm a po 6 týdnech se parohovina dala krájet jako dřevo. K experimentu bylo dále jako změkčovadlo využito snadno dostupné mléko, kterým se podařilo změkčit paroh do hloubky 4 mm. Optimální kyselost prostředí pro změkčování kosti a parohu byla stanovena v hodnotách kolem 4 pH. Při vyšší kyselosti přestává být chemická reakce vratnou.

Experimentem byla prověřena poměrně snadná opracovatelnost parohu a kosti za použití prostředků v pravěkém a raně středověkém prostředí snadno dostupných. Používání těchto materiálů bylo tedy ideálním využitím odpadu, který nutně vznikal při zajišťování potravy. Surovina pro výrobu kostěných předmětů tak vznikala neustále. Nemusela být získávána těžbou, nemusela se vyhledávat, nebyla zapotřebí taková míra poznání, jako např. při metalurgii. Výhodou také byla značná tvrdost kosti a relativně snadná opracovatelnost.

Summary

Experimental Production of Bone and Antler Artefacts

The experiment presented intended to test various ways of working bone and antler in prehistoric and early mediaeval contexts. We paid a special attention to the process of softening. The work used antler of red deer and bones.

The experiment showed the possibilities of softening of antler and bone with various commonly accessible means, of which using weak natural acids proved to be the most effective. Bits of antler submerged into a vessel with crushed sorrel leaves soften within a week to a depth of 3 mm and after 6 weeks it was possible to cut the antler like wood. The experimenters also used milk which softened the antler to the depth of 4 mm. The optimal acidity of the environment was about 4 pH. With higher acidity the reaction would cease to be reversible.

The experiment showed that it is possible to work fairly easily with antler and bone with means commonly accessible in the prehistoric and early mediaeval environment. Using this material would be an ideal exploitation of refuse from food processing. The material for making bone artefact was produced constantly. It didn't need to be obtained by quarrying, or foraged for, nor there was a necessary amount of knowledge to be acquired as for example in metallurgy. The considerable hardness and relative easiness of working are the advantages of bone use.

Experimentelle Herstellung der urzeitlichen Knochen- und Geweihgegenstände

Das vorliegende Experiment zielte zur Überprüfung der vorzeitlichen und frühmittelalterlichen Knochen- und Geweihbearbeitungsarten. Eine besondere Aufmerksamkeit wurde vor allem den Erweichungsmöglichkeiten gewidmet. Das Experiment wurde auf einem Hirschgeweih und auf Knochen realisiert.

Es zeigten sich Möglichkeiten, Geweih und Knochen mit Benutzung der gewöhnlichen Mittel weicher zu machen. Schwache Natursäuren zeigten sich am effektivsten. Die in den Behälter mit zerdrückten Saerampferblättern eingetauchten Geweihstücke wurden nach einer Woche in die Tiefe von 3 mm weich und nach 6 Wochen konnte man die Geweihmasse als Holz schneiden. Als Erweichungsreagens benutzte das Experiment die leicht zugängliche Milch, der es gelungen ist, die Geweihmasse in die Tiefe von 4 mm weicher zu machen. Der optimale Umgebungssäurewert für die Knochen- und Geweihweichung wurde auf rund 4 pH festgesetzt. Bei der höheren Säure geht es um eine chemische Reaktion, die nicht mehr rückzukehren ist.

Das Experiment überprüfte eine relativ leichte Bearbeitungsfähigkeit der Knochen- und Geweihmaterials, und zwar mit Benutzung der in der Vorzeit und auch im Mittelalter leicht zugänglichen Mittel. Die Anwendung dieser Arbeitsstoffe war also eine ideale Ausnutzung des Abfalls, der bei der Nahrungssicherung notwendig entstand. Rohstoffe für die Herstellung der Knochenobjekte kam praktisch täglich auf. Sie mussten durch keine Förderung gewonnen werden, sie mussten nicht ausgesucht werden und sie verlangten nicht so hohes Kenntnissniveau wie z.B. die Metallurgie. Weitere Vorteile beruhten auf der beträchtlichen Knochenhärte und relativ einfachen Bearbeitungsfähigkeit.

Travail de l'os et de la corne à la protohistoire

Le but des expérimentations étaient de tester les méthodes de travail de l'os et de bois dans un contexte protohistorique et médiéval. Une attention particulière à été apportée aux moyens d'amollissement. Les tests ont été réalisés sur des os et bois de cerfs. Des moyens simples ont été utilisés. Le plus efficace fut celui de l'emploi d'un faible acide naturel. Les bois immergées avec des feuilles d'oseilles pendant une semaine perdaient de leurs résistances sur 3 mm. au bout de 6 semaines, on pouvait les couper comme du bois. Ensuite, l'on a testé le lait, comme agent amolissant. Les bois étaient plus moles sur une profondeur de 4mm. Le taux d'acidité optimale pour le travail des os et bois est de 4 pH. Au delà, la réaction chimique est irréversible. Ces méthodes efficaces, simples, demandant des matières faciles à obtenir démontrent la possibilité de leurs emplois pendant la protohistoire et pendant le haut moyen-âge. Il ne demandait pas un savoir faire particulier comme pour la métallurgie. L'avantage était la possibilité de travailler facilement les os très résistants.