



PANNON EGYETEM

MÉRNÖKI KAR

Anyagmérnöki Intézet



Wojnárovitsné Hrapka Ilona
MTA doktora
SZIKKTI Labor Kft.
1034 Budapest, Bécsi út 122.

Veszprém, 2018. április 19.

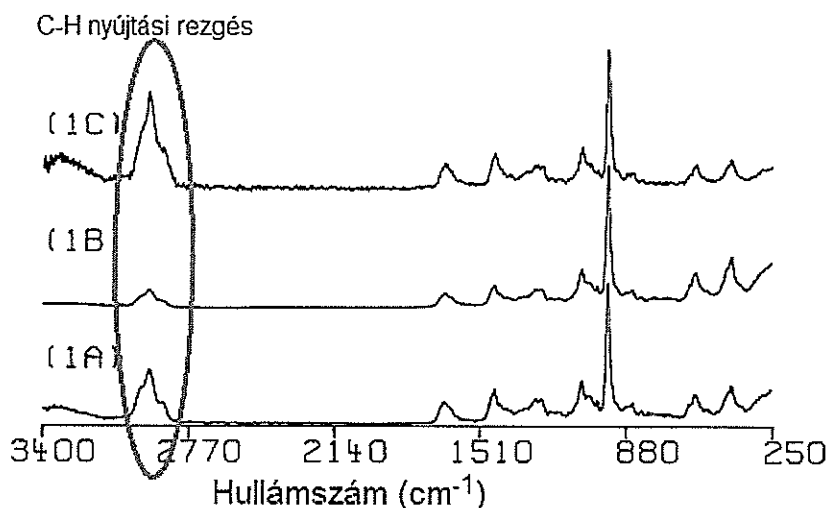
Tárgy: Válaszok az opponensi kérdésekre

Tisztelt Professor Asszony!

Megkaptam opponensi véleményét és nagyon köszönöm az abban leírt hasznos észrevételeket és megjegyzéseket. Az Ön kérdéseire a válaszaim a következők:

1. A szerző vizsgálataihoz egy adott helyről beszerzett, előkezelt marha-lábszárcsontot használt. Feltételezhető, hogy a kiinduló csontanyag összetétele, jellemzői az állat fajtájától, életkorától, táplálkozási viszonyaitól, a csont előkezelésének körülményeitől függően jelentős variációt mutatnak. Hogyan befolyásolhatja ez a hosszas procedúrával előállított „termékek” jellemzőit?

A kiindulási csontanyag teljes összetétele és jellemző tulajdonságai valóban függenek az állat fajtájától, életkorától és táplálkozási viszonyaitól. Az eltérések azonban túlnyomó részt a csontanyag élő összetevőiben, a fehérjékben és más szerves anyagokban mutatkoznak meg.



1. ábra: FT-Raman spektrumok
(1A) emberi csont FT-Raman spektruma
(1B) majom csont FT-Raman spektruma
(1C) szarvasmarha csont FT-Raman spektruma

(Rehman, I., Smith, R., Hench, L. L., Bonfield, W. (1994) FT-Raman spectroscopic analysis of natural bones and their comparison with bioactive glasses and hydroxyapatite. Bioceramics 7, 79-84)

Kimutatták például, hogy az öregebb szarvasmarhák csontja kevesebb porcanyagot (osszeint) és több ásványi sót tartalmazhat, mint a fiatalabb állatoké. Ezek a különbségek az alkalmazott kémiai és termikus előkészítési eljárások során, a szerves anyagok eltávolításával eltűnnek, azonban megmaradhatnak kisebb különbségek az ásványi összetételben. Az emberi csontokhoz hasonlóan az állati csontoknál is az ásványi összetételben jelentkező kisebb eltéréseket a hidroxipatitban előforduló $\text{OH}|\text{CO}_3^{2-}$ ionhelyettesítések, a $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$ és a CaF_2 tartalom (csontok típusától függő) ingadozása jelentheti. A kalcium-foszfátok összmenyisége - ezen belül a HA/TCP arány - stabilnak tekinthető. (Otto-Albrecht Neumüller: *RÖMPP vegyészeti lexikon, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1981*). A csontok $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$ és CaF_2 tartalmában jelentkező ingadozások az implantátum felhasználási területétől függően (például fogászati implantátumok) mesterséges adalékokkal korrigálhatók. A hidroxipatit mellett a hidroxikarbonátpatit eltérő mennyiségű jelenléte az implantátum oldódását és beépülési sebességét kismértékben befolyásolhatja. A kezelt állati csontok ipari alkalmazásánál is – a többi természetes eredetű alapanyaghoz hasonlóan - rendszeres minőség-ellenőrzés, szükség esetén a technológiai folyamat korrigálása szükséges.

2. *Kérem, értelmezze az értekezés 101. oldalán található következő mondatot: A saválló acél hordozó keresztmetszeti csiszolatán a saválló acélnek a bevonatnál lényegesen nagyobb lineáris hőtágulási együtthatójából adódóan a bevonatban nyomófeszültség keletkezhet, így nem jelentkeznek mikrorepedések, a bevonat hézag- és repedésmentesen kötődik a fémhez.*

A saválló acél lineáris hőtágulási együtthatója ($15,3 \cdot 10^{-6} \text{ 1/K}$) nagyobb, mint a plazmaszórással felvitt üvegkerámia rétegé ($10 \cdot 10^{-6} \text{ 1/K}$), ezért lehűlés közben a kerámia rétegben nyomófeszültség alakul ki. A nyomófeszültség megakadályozza a bevonatban a mikrorepedések kialakulását, az esetlegesen meglévő mikrorepedések összehúzódnak és nem növekednek tovább. A plazmaszórással felvitt viszonylag vékony bevonat így jól tapad a fémhez. A bevonat meghibásodásának is kisebb a valószínűsége, mivel a nyomószilárdsága nagyságrenddel nagyobb a hajlítósilárdságánál.

3. *A plazmaszórás Ar/H_2 gáz eleggyel történt, tehát redukáló atmoszférában. Vajon ez hogyan befolyásolja a végterméket?*

A bioüvegkerámia réteg egyetlen alkotója sem hajlamos a redukcióra, ezért a redukáló atmoszférában nem alakulhat ki oxigénhiányos állapot és összetételi vagy szerkezeti változás. Az alapanyagot előzetesen oxidáló atmoszférában égettem és vizsgáltam elemi- és fázisösszetételét. Az Ar/H_2 gáz redukáló körülményei között ez az elemi- és fázisösszetétel változatlan maradt. A redukáló atmoszféra alkalmazása ugyanakkor előnyös a hordozóanyag (saválló acél, Ti-ötvözet) tulajdonságai szempontjából. A felületükön kisebb a valószínűsége az oxidréteg kialakulásának, az esetlegesen meglévő oxidréteg vastagodásának, ezáltal a kémiai ellenálló-képességük (biokompatibilitásuk) csökkenésének.

Ismételten köszönöm bírálatát és kérdéseit.

Tisztelettel:


Dobrádi Annamária