

# Nano-kerámia bevonatok konyhai edényeken.

Barta Emil, Lampart Zrt, MZE

## Előzmények

Ismertetőm megtartására az ösztönzött, hogy az elmúlt időben serpenyőt és palacsintasütőt szándékoztam vásárolni.

Volt egy kiváló serpenyőm, bonyhádi, vastag falú, teflonbevonattal, ami a harmadik használatnál saját hibámból túlhevült, felhólyagosodott. (8000 Ft)

Volt egy kiválónak mondott TEFAL palacsintasütőm, teflonbevonattal (3500 Ft), aminek a feneke befelé púposodott.

Voltak zománcozott serpenyőim, melyeknek tapadásmentessége hagyott némi kívánnivalót maga után.

Úgy döntöttem, kell valami, ami nem zománc, nem teflon, nem rozsdamentes acél, és nem öntöttvas.

Szétnéztem az üzletekben. Találtam különböző teflonszerű bevonatokat, szilikonos bevonatokat, de egyiket sem akartam.

Kb egy éve jelentek meg a magyar üzletekben a nano-kerámia bevonattal ellátott edények. Akkor még kis számban, magas áron. Az eladók nem tudták, mi ez. Nekem mindig azt mondták, olyan, mint a teflon. Persze én ezt nem hittem el és tovább nyomoztam.

Közben eltelt fél év, és betérve az üzletekbe azt tapasztaltam, egyre több nano-kerámia bevonattal ellátott edény van, különböző gyártóktól, különböző márkánév alatt futó bevonatokkal, egy azonban azonos volt, mindegyik nano-kerámia bevonat volt. Többnyire alumínium (lemez, kovácsolt vagy öntött) edények voltak, de volt rozsdamentes és kívül zománcozott acél edény belül nano-kerámia bevonattal.

Azt vettem észre, hogy a vevők inkább ezeket veszik, nem a teflonbevonattal ellátottakat, nem a zománcozottakat és nem a rozsdamentest.

De még mindig nem tudtam, hogy mi ez a bevonat, miből áll, és hogyan készülhet. Most már sejtem és ezt szeretném megosztani veletek.

## Bevezetés

A kerámia bevonat kétségtelenül az utóbbi évek legnagyobb újítása a konyhai eszközök területén. Legalább olyan nagy dobás, mint annak idején a DuPont TEFLON bevonata volt, amit 1954 óta alkalmaznak főzőedények tapadásmentes bevonataként.

Napjainkig a tapadásmentes bevonatok szerves (széntartalmú) polimereken alapulnak. A legismertebb ezek közül a PTFE (Teflon). Az ilyen polimereknek számos jól dokumentált hátránya van. Gyártásának anyaga a PFOA (perfluoroktánsav, C8) mely rákkeltő, környezetszennyező mesterséges anyag, maga a PTFE pedig pl. 206°C felett mérgező és rákkeltő összetevőket tartalmazó alkotókra bomlik.

Az ilyen bevonatok gyártása, az eszközök ilyen bevonatokkal történő bevonása, és az ilyen bevonatokkal bevont eszközök főzés során történő használata az emberi szervezetre és a környezetre egyaránt káros.

Ezért az U.S. EPA (Amerikai Environmental Protection Agency) a fő gyártókkal közösen megegyezve szabályozta az ilyen anyagok alkalmazását és gyártását. (PFOA Stewardship Program, <http://www.epa.gov/oppt/pfoa/pubs/stewardship/index.html>).

A gyártók vállalták, hogy 2015-ig nullára csökkentik a gyártás során a PTFE és PFOA kibocsátást. Gyakorlatilag ez annyit jelent, hogy a PTFE és PFOA tartalmú agyagok, mint a TEFLON, alkalmazása 2015-re megszűnik.

A bevonatgyártók ezért kifejlesztették a tapadásmentes bevonatok új generációját. Az új bevonatok, az ún. nano-kerámia bevonatok, melyek szeretlenek (azaz ásványi eredetűek), és alapvetően szilíciumot (Si) és oxigént (O) tartalmaznak. A kerámia bevonat előállítása a nanotechnológia, mégpedig a Szol-Gél technológia elvén alapszik, melynek segítségével létrehoznak egy sima, tömör, nem porózus szerkezetű „kerámia” felületet a konyhai eszközökön.

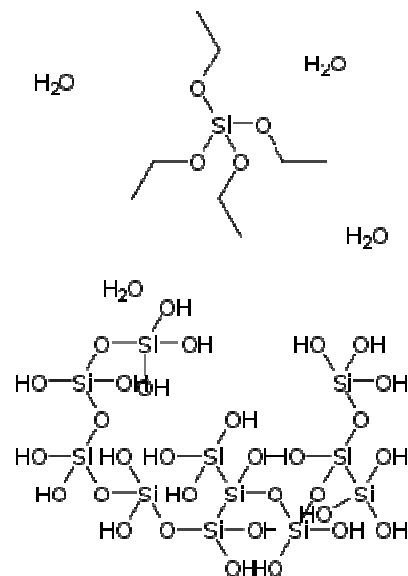
### Szol-Gél folyamatok

A Szol-Gél eljárás egy nedves kémiai eljárás, melyet üveges és kerámia anyagok előállítására használnak. Ebben a folyamatban a szol (solution-oldat) fokozatosan szilárd és folyadék fázist egyaránt tartalmazó gélszerű hálóvá alakul át. Jellemző kiindulási anyagok a fém-alkoxidok és fém-kloridok, melyek hidrolizáció után polikondenzációs reakcióval képesek kolloiddá alakulni.

A különálló részecskéket vagy azok polimer hálóit tartalmazó **szol** megfelelő kémiai környezetben folyadék fázist tartalmazó szeretlen hálóvá, **gél**é alakul. Oxo (M-O-M) és hidroxó (M-OH-M) hidakon keresztül kapcsolódó fém-oxo és fém-hidroxó polimer oldata keletkezik.

A száradási folyamatban a gél elveszíti folyadéktartalmát, és mikróporózus amorf üveg vagy mikrokristályos kerámia keletkezik. További hőkezelés szükséges a teljes polikondenzáció és a kiváló mechanikai tulajdonságok elérése érdekében.

Kerámia bevonatok kialakítására alkalmas, jól ismert alkoxid a szilícium-tetraetoxid, más néven tetraetoxi-szilán vagy tetraetil-ortoszilikát, (TEOS).



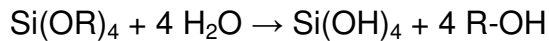
**TEOS, víz és polimerizált szol-gél**

A TEOS kémiai képlete:  $\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_4$ , vagy  $\text{Si}(\text{OR})_4$  ahol az alkil csoport  $\text{R} = \text{C}_2\text{H}_5$ .

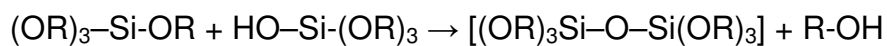
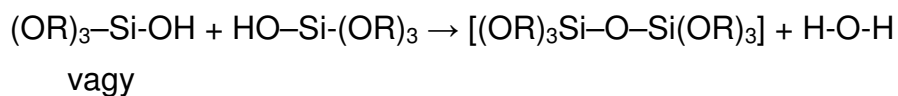
A TEOS ideális prekursor, kiinduló anyag, a Szol-Gél szintézis számára, mert könnyedén reagál a vízzel. A reakciót hidrolízisnek nevezzük, mivel hidroxil ion kapcsolódik a szilícium atomhoz az alábbi egyenlet szerint:



A víz és a katalizátor mennyiségétől függően, a hidrolízis teljesen végbemehet, azaz az összes OR csoport kicserélődhet OH csoportra, az alábbiak szerint:



vagy megállhat úgy, hogy a részleges hidrolízis eredményeként parciálisan hidrolizált fémmolekula  $[(\text{OR})_2\text{-Si-(OH)}_2]$  vagy  $[(\text{OR})_3\text{-Si-(OH)}]$  keletkezhet. De a két parciálisan hidrolizált molekula is képes összekapcsolódni kondenzációs reakció során, sziloxán (Si-O-Si) kötés kialakítása mellett:



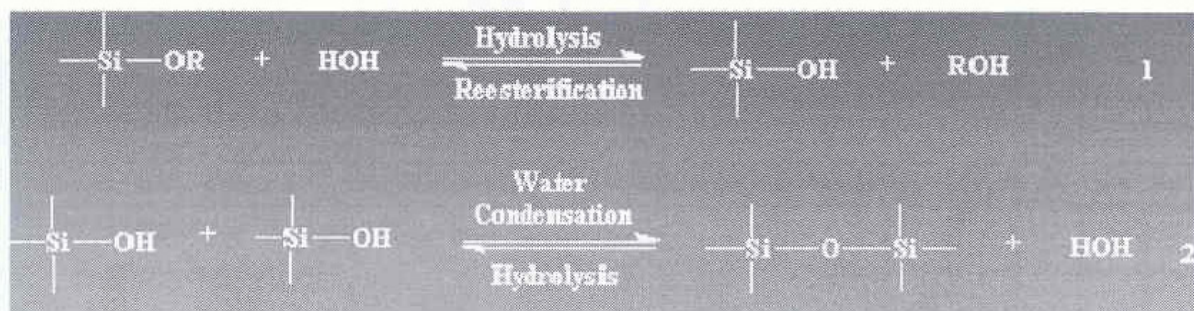
Így a szilícium-alkoxid polikondenzációja 1,2 vagy 3-dimenziós sziloxán (Si-O-Si) kötések tartalmazó, bonyolult, elágazó, háromdimenziós szerkezetet eredményez.

A kondenzációs folyamat mellékterméke víz és alkohol.

A reakció egyre nagyobb és nagyobb, szilíciumtartalmú molekulák polikondenzációs folyamat által történő kialakulását teszi lehetővé.

Az így keletkező molekula egy óriásmolekula (makromolekula) mely több százezer egységből, un. monomerből áll. A monomereket alkotó kötések száma jelenti az alkalmazhatóságot. A szilícium-alkoxid polimerizációja például komplex elágazásokhoz vezet, mivel a teljesen hidrolizálódott monomer  $\text{Si(OH)}_4$  tetrafunkcionált (négy különböző irányban képes kötést létesíteni).

A folyamatokat a nano-kerámia bevonatokra lefordítva tehát az első lépés a hidrolízis (1). Ezt egy kondenzációs folyamat követi (2) melyben egyszerű molekulák (víz és alkohol) távoznak.



A bevonat felhordását követően 180-320°C-on történő hőkezelés (erősítés) következik. Ez az a folyamat, melyben a keresztkötések teljes kialakulása és megerősödése révén, a végleges tulajdonságokkal rendelkező, háromdimenziós mátrix kialakul.

## **Nano-kerámia bevonatok jellemzői**

A nano-kerámia bevonatok legfontosabb jellemzője, hogy szervesetlen bevonatok, melyek:

Nem tartalmaznak PTFE-t

Nem tartalmaznak PFOA-t

Garantáltan egészségesek és biztonságosak élelmiszerekkel való érintkezéskor

Környezetbarát bevonatok

Kiváló tapadásmertességet mutatnak

Lótusz-effektus (hidrofób felületek öntisztuló képessége)

Kiemelkedően rugalmasak

Karc és dörzsállóak

Kemények (> 9H)

Kémiai ellenállóak

Magas a hőállóságuk (> 450 °C)

Túlhevítéskor nem bocsátanak ki mérgező alkotókat

Alacsony szénlábnyom érték

## **Aggodalmak a nano-kerámia bevonatokkal szemben**

Az elmúlt 50 év bebizonyította a PTFE származékok egyérszégre és a környezetre való káros hatását. Bár ezek a hatások részben már a bevonat bevezetésének időpontjában is ismertek voltak, 50 év kellet ahhoz, hogy teljes bizonyítást nyerjenek. A felhasználók elhitték, hogy a TEFLON bomlása csak 260 °C felett következik be, de azt kevesen tudták és kevesen foglalkoztak vele, hogy edényeink sütéskor ezt a hőmérsékletet gyakran túllépik.

Bár a nano-kerámia bevonatok a hőállóság és hőstabilitás szempontjából megnyugtatóak, senki sem vizsgálta az esetleg felszabaduló nanorészecskék szervezetre való hatását. A nanorészecskék vándorlása a szervezetben más módon történik, mint a normál méretű részecskéké. A nanorészecskék élő szervezetre való hatását pedig még nem is ismerjük.

Ezek ismeretében valóban felmerül a kérdés: Bátran használhatjuk ezeket az edényeket?

Azt hiszem, a választ sokkal hamarabb fogjuk megkapni, mint a TEFLON esetében. Addig is azt javaslom, a rendelkezésre álló ismeretei birtokában mindenki döntse el saját maga, hogy használ e TEFLON bevonattal ellátott edényt vagy sem.

## **Nano-kerámia bevonat felvitele**

Napjainkban különböző alapanyagból készült konyhai edények vannak a piacon. Az alapanyag lehet hengerelt alumínium lemez, alumínium öntvény, rozsdamentes acél, zománcozható acél és öntöttvas.

Nano-kerámia bevonat kialakítható alumínium (lemez, kovácsolt, öntött), rozsdamentes acél, zománcozható acél és öntöttvas felületén. Továbbá üveg, kerámia és tűz-zománc felületen.

A nano-kerámia bevonat már egy rétegben felhordva is alkalmas bevonatot alkot.

A felvitel folyamata sokkal egyszerűbb és hatékonyabb, mint PTFE esetében.

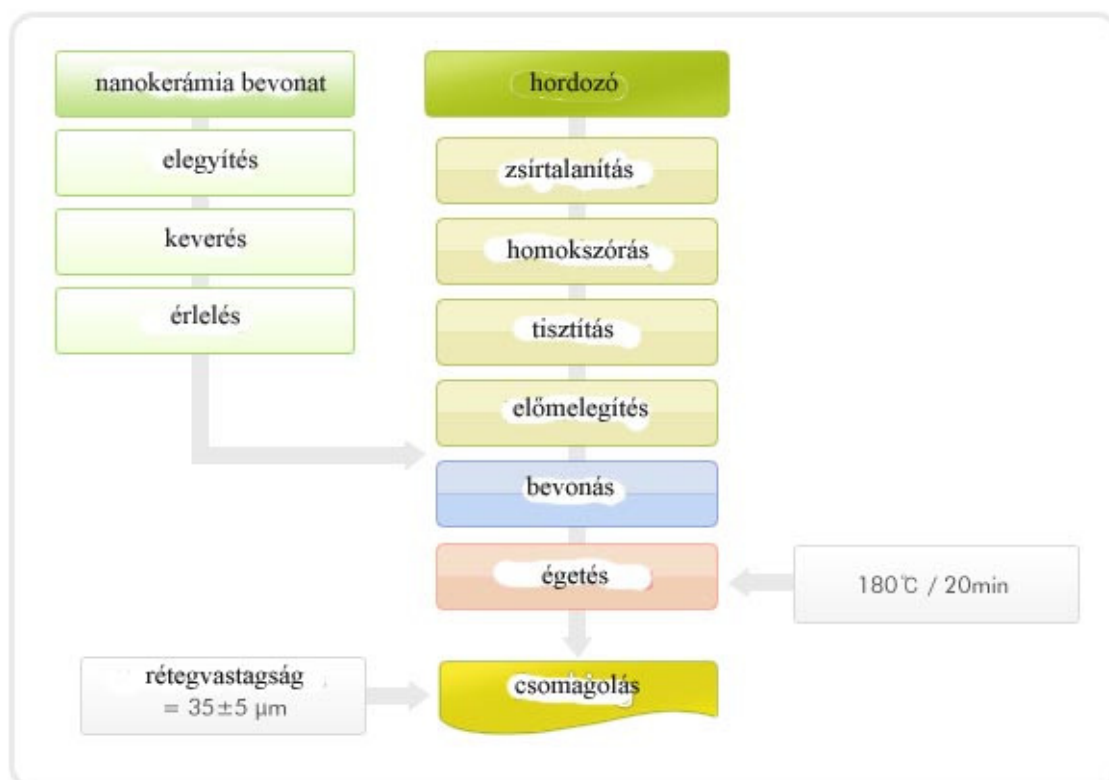
A megfelelően zsírtalanított, homokszórással érdesített, majd megtisztított felületre alacsony hőmérsékletű (70 °C) előmelegítést követően, többnyire szórással felhordjuk az előzetesen bekevert és megfelelően érlelt nano-kerámia szol-gélt. A felhordott réteget szárítjuk, majd alacsony hőmérsékletű (180-300 °C) kemencében kikeményítjük, „égetjük”.

Az így kialakított bevonat vastagsága 30-40 µm, akár egy rétegben felhordva is kielőgítő végeredményt biztosít a termékek használhatósága szempontjából.

Nano-kerámia bevonat a Teflon bevonatot felhordani képes technológiát alkalmazó üzemekben megvalósítható. Csak sokkal környezetkímélőbbben, sokkal alacsonyabb költségekkel, sokkal nagyobb termelékenységgel.

A bevonat kialakításának folyamata összehasonlítva a PTFE felvitelének folyamatával az alábbi előnyökkel rendelkezik:

- egylépcsős szórás
- Két alacsony hőmérsékletű kemence beüzemelése szükséges.
  - 1 – a felvitel előtti előmelegítéshez (70 °C)
  - 2 – Kikeményítő kemence (300-320 °C, 20 perc)
- a kemencén történő áthaladás sebessége nagyobb
- alacsonyabb energia felhasználás és CO<sub>2</sub> kibocsátás



	<b>PTFE</b>	<b>Tűzzománc</b>	<b>Nano-kerámia</b>
Egyszerű felvitel	igen	igen	igen
Alacsony „égetési” hőmérséklet	nem	nem	igen
Megnövelt gyártósorkapacitás	nem	nem	igen
PFOA mentes	nem	igen	igen
PTFE mentes	nem	igen	igen
Egylépcsős szórás	nem	nem	igen
Egylépcsős „égetés” lehetséges	nem	nem	igen
Alacsonyabb CO2 emisszió	nem	nem	igen
Szervetlen bevonat	nem	igen	igen

### **Nano-kerámia bevonatok tulajdonságai**

Összehasonlítva a PTFE és nano-kerámia bevonat tulajdonságait megállapítható, hogy a nano-kerámia bevonat keményebb a PTFE bevonatnál, így karcállóbb, kopásállóbb. Hőterhelhetősége magasabb, és túlhevülve sem bocsát ki káros anyagokat.

A tűzzománc bevonattal összehasonlítva egyértelműen megállapítható, hogy a tűzzománc bevonat csak tapadásmentesség tekintetében teljesít gyengébben.

Az is megállapítható, hogy a bevonatok hordozóhoz történő tapadása (kötése) tekintetében a tűzzománc felülmúlhatatlan.







	<b>PTFE</b>	<b>Tűzzománc</b>	<b>Nano-kerámia</b>
Bevonat vastagsága (µm)	25-50	300	30-50
Keménység (ceruza)	2	7	9
Kötés	jó	kiváló	jobb
Kémiai ellenállóképesség	jó	kiváló	jobb
Kopásállóság, karcállóság	gyenge	kiváló	jó
Hőállóság	260 °C	500 °C	450 °C
Tisztíthatóság	jobb	jó	legjobb
Lótusz hatás	jó	gyenge	legjobb
Antibakteriális hatás	gyenge	kiváló	Jó
Tapadásmentes hatás	jó	gyenge	kiváló

## Márkák, bevonatok, árak – piaci körkép

A magyar piacon több edénygyártó nano-kerámia bevonatos edénycsaládját lehet kapni. Az alapanyag többnyire alumínium, ezen belül az olcsóbb árszegmensben préselt alumínium lemez egyszerű fenékkivittel, a közepes árszegmensben kovácsolt alumínium vastag fenékkal és fallal, míg a felső árszegmensben öntött alumínium, vastag fallal, fenékkal akár indukciós tűzhelyre alkalmas kivitelben. Található a piacon rozsdamentes acél alapanyagú edény is a felső árszegmensben.

Az edények kívülről vagy hőálló bevonattal, vagy kerámia bevonattal, vagy tűzzománc (alumínium zománc) bevonattal vannak ellátva.

Az alábbi táblázat néhány gyártót és bevonatot tartalmaz. Továbbá, megpróbáltam a bonyhádi TEFLON edényekhez viszonyítva ár ízelítőt adni a piacon kapható edényekről.

Edény márka	Bevonat			Serpényő 24 cm	Lábas fedővel 24 cm
	márkanév	logo	gyártó		
GreenPan	Thermolon		Thermolon	6.600,-	
Bialetti	Ceramic OK		Greblon/ Weilburger	6.500,-	8.200,-
Delimano	Ceramica		Greblon/ Weilburger	7.000,-	9.900,-
Fagor	EcoForza		Greblon/ Weilburger	4.800,-	
Natura MIA	Natural Ceramic		Accademia Mugnano	6.700,-	9.100,-
Bergner				5.500,-	8.900,-
Kaiserhof				3.000,-	
LIDL	Ceralon		Ilag	5.000,-	
WS TELESHOP	Ceramicore			5.000,-	
Supreminox				5.700,-	9.500,-
Peterhof	Greenline			3.200,-	
EMA-LION	TEFLON Platinum		DuPont	5.800,-	11.100,-

Jellemzően a piacon megtalálhatók az ismert gyártók, ismert bevonattal ellátott termékei, melyek feltüntetik termékeiken a bevonat típusát és gyártóját, valamint az ismeretlen márkák, ismeretlen bevonatú termékei, akikről semmit nem tudunk.

A minőség első ránézésre nem látható, valószínűleg használat során derül ki, melyik ismeretlen gyártó terméke megfelelő.

Egyelőre, a magyar üzletekben még nem láttam acéllemezből készült, kívülről tűz-zománcozott, belülről nano-kerámia bevonattal ellátott edényeket.

## **Bevonat gyártók**

Néhány bevonatgyártó Európából és Távol-Keletről. Az európai gyártók előnye a közelség és ismertség, a távol-keleti gyártók előnye lehet az alacsonyabb ár.

### ***Európa***

#### ***WEILBURGER Coatings GmbH***

Ahaeuser Weg 12-22

D-35781 Weilburg/Lahn (Germany)

Tel.: +49 6471 315-0

Fax: +49 6471 315-116

E-Mail: [info@weilburger-coatings.de](mailto:info@weilburger-coatings.de)

Internet: [www.weilburger-coatings.com](http://www.weilburger-coatings.com)

### ***ILAG***

Industrielack AG

Alpenblickstrasse 5

CH-8853 Lachen

Tel: +41-55-451 29 29

Fax: +41-55-451 29 99

e-mail: [info@ilag.ch](mailto:info@ilag.ch)

web: [www.ilag.ch](http://www.ilag.ch)

<http://www.ilag-ag.com>

### ***Távol-kelet***

#### ***THERMOLON Group***

<http://www.thermolon.com/>

#### ***Zhejiang Saifan New Material Co. Ltd. , Kína***

<http://www.sflcoatings.com/>



## **Összegzés és ajánlás**

A tapadásmentes bevonatok területén bekövetkezett a váltás. A szerves eredetű műanyag bevonatokat (Teflon) szervesen eredetű nano-kerámia bevonatok követik. Az edénygyártók reagálva a változásra váltottak, a Teflon bevonattal ellátott termékek mellett megjelentek a nano-kerámia bevonattal ellátott termékek. Ezek a termékek mára az üzletek polcain is megjelentek, mégpedig a Teflon bevonattal ellátott termékek rovására, növekvő vevő oldali kereslettel és meglepő sikerrel, versenyképes áron.

Az új nano-kerámia bevonat kiváló tapadásmentességgel rendelkezik, hőállóságával (450°C) pedig túlszárnyalja a Teflon bevonatot. Mindamellert keménységének (9H) köszönhetően karcállóbb, hőállóságának és kémiai összetételének köszönhetően a gyártás és a használat során sem veszélyezteteti az emberi szervezetet és a környezetet.

A nano-kerámia bevonattal ellátott edények széles minőségi skálán és áron kaphatók, a Teflon bevonattal ellátott edények viszonylatában is versenyképes áron.

Mi, szakemberek és felhasználók azt hiszem, egyet értünk abban, hogy a tapadásmentesség kivételével a tűzzománc bevonat a legkiválóbb szervesen eredetű bevonat. Kiemelkedő tulajdonságait a háztartási edények piacán eddig is bizonyította. Sikeresen összekötve a zománcozott acél kiváló tulajdonságait a Teflon bevonat kiváló tapadásmentességével, verhetetlen minőségű konyhai edények születtek a bonyhádi EMA-LION gyárban.

Azonban a Teflon bevonatok gyártásának és alkalmazásának már csak percei vannak hátra. Akik nem lépnek a változások irányába, kiszorulnak a piacról, aminek végzetes következményei lehetnek.

Felismerve a változást itt a lehetőség a váltásra és egy új, kiváló minőséggel bíró termékcsalád létrehozására.

### **Ajánlás**

Ajánlom megfontolni a nano-kerámia bevonattal ellátott alumínium vastag falú edények EMA-LION általi gyártásának megfontolását. E mellett feltéve a pontot az i-re talán az európai piacon elsőként az EMA-LION jelenhetne meg a kívülről tűzzománcozott, belül nano-kerámia bevonattal ellátott, vastag falú, indukciós tűzhelyeken is alkalmazható acél edényekkel.

Nano-kerámia bevonatként a Weilburger által gyártott Greblon Ceram bevonatot javasolnám (európai gyártó), alternatívaként a Thermolon bevonat jöhetne szóba.

Bízom abban, hogy figyelemfelkeltő ismertetőmmel sikerül felkeltenem a vágyat a fent említett edények megvalósítására.

A vevők már nagyon várják!

### **Irodalom:**

[http://w.thermolon.net/html\\_e/mn01/mn01\\_08.html](http://w.thermolon.net/html_e/mn01/mn01_08.html)

<http://en.wikipedia.org/wiki/Sol-gel>

<http://www.epa.gov/oppt/pfoa/pubs/stewardship/index.html>)