

Műanyagok antibakteriális védelme különböző módszerekkel

Kórházakban, közösségi terekben a műanyagok felületén különböző kórokozók telepedhetnek meg, amelyek súlyos fertőzéseket okozhatnak. A fertőtlenítés sokszor nem elegendő elpusztításukhoz, a műanyagot adalékolni kell, pl. ezüstionokkal. Egy másik eljárás, amikor a titán-dioxid antibakteriális hatását használják ki, ehhez azonban a hatás kiváltásához UV fényre van szükség.

Tárgyszavak: antimikrobiális adalék; titán-dioxid; mesterséges öregítés; kórokozók elleni védelem; UV fény.

Napfényel a kórokozók ellen

A kórházakban és a közösségi helyiségekben élősködő multirezistens *staphylococcus aureus* baktériumokkal szemben leggyakrabban ezüstion bevonatú műanyagot alkalmaznak, amely azonban – más fémekhez hasonló módon – allergiás reakciót válthat ki.

A titán-dioxid jól ismert biokompatibilis és antiallergén hatásáról. Hasonlóan az ezüsthöz több fronton támadja a kórokozók csíráit. Fotokatalitikus tulajdonsága révén az UV fény aktiválja ezeket és reaktív, csíraölő oxigéntartalmú részeket (ROS) képez. Ezek megtámadják a csírák sejtmembránjait, ami a csíra szétesését okozza.

A titán-dioxid nagyfokú hatékonysága, valamint kedvező ára révén ma már intenzív antibakteriális adaléknak számít a nanoméretű ezüst mellett.

A Lehrstuhl für Medizintechnik (TU München) együttműködve a Süddeutsches Kunststoff-Zentrum (SKZ), Würzburg kutatóival az *AntiMik* projekt keretében behatóan vizsgálta a TiO₂ különféle műanyag kompozitokban kifejtett tartós antimikrobiális hatását. A kísérleti munka az alábbi lépésekből állt:

- egy irányban forgó kétcsigás extruderben a titán-dioxidból és a polimer-mátrixból homogén keveréket készítettek, hogy a megfelelő felület/térfogat arányt beállítsák,
- a keverékekből Battenfeld mikrofröccsgépen speciális méretű próbatesteket gyártottak, amelyeket a *DIN EN 13697* szabvány előírásai szerint a szennyeződésektől megtisztítottak,
- 365 nm hullámhosszúságú UV fényel 48 órán át tartó előaktiválást végeztek a próbadarabok felületén lévő anyaghibák, illetve a még megtapadt kórokozók minimumra csökkentése céljából,

- a próbadarabokat 10 µl *Escherichia coli* baktériumot tartalmazó szuszpenzióval vonták be, majd 1 órán keresztül ismét besugározták 365 nm hullámhosszúságú UV-fénnyel,
- a mintákon fotokatalitikus aktiválással kiváltott antimikrobiális kezelés hatékonyságát a kolóniaképző egységek (kbE) mennyiségével állapították meg.

A kutatók a titán-dioxid antibakteriális hatását polipropilén (PP) és néhány műszaki műanyag mátrixú kompozíciókban vizsgálták. A PP fényérzékenysége miatt a P25 adalékot is tartalmazó kompozíciókat hő- és fénystabilizátorok (BASF Schweiz AG, Basel) megfelelő kombinációjával (*Irgafos*, *Irganox*, *Tinuvin*, *Uvinul* típusok) stabilizálták.

A stabilizátorokat tartalmazó mintákat Suntest XXL+ berendezésben a *DIN EN ISO 4892-2B5* szabvány alapján (de nedvesítés nélkül!) 300–400 nm közötti hullámhosszúságú fénnyel 500 órán át besugározták. Utána vizsgálták az antimikrobiális hatást és az öregedésállóságot.

A kísérleti munka kiértékelése

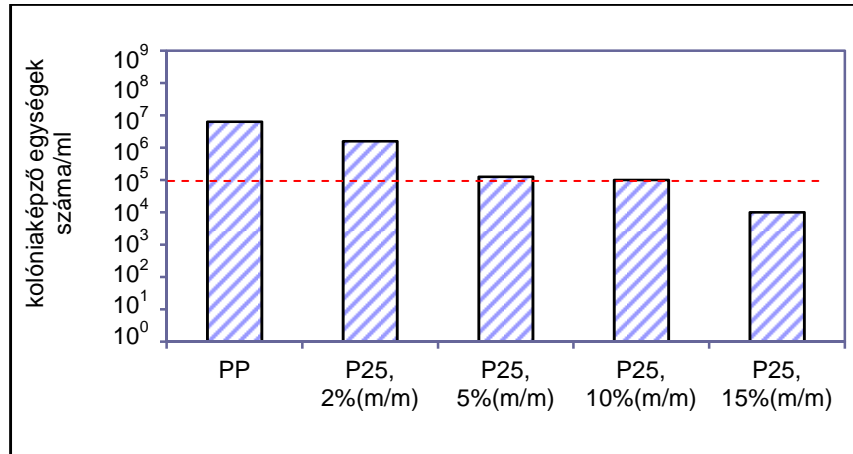
Első lépésében hatféle, a kereskedelemben forgalmazott, azonos mennyiségű nano- és mikroméretű titán-dioxidot tartalmazó PP kompozit vizsgálata alapján kiválasztották a legjobb antibakteriális hatást nyújtó titán-dioxid típust (*1. táblázat*). A kolóniaképző egységek mennyisége alapján megállapították, hogy a vizsgált titán-dioxidok közül egyedül az Evonik Industries AG, Essen *Anatas/Rutil(80/20)* P25 adaléka biztosította az elvárt antimikrobiális hatást (a kolóniaképző egységeknek 10^5 -nél kevesebbnak kell lennie). Legkevesbé hatásosnak a 2900 jelű rutilpigment bizonyult, amelynél a kolóniaképző egységek száma megközelítette a 10^8 értéket, ami meghaladta a tiszta PP-ben mért értéket (10^7).

1. táblázat

A kísérletekhez használt, kereskedelmi titán-dioxidok jellemzői

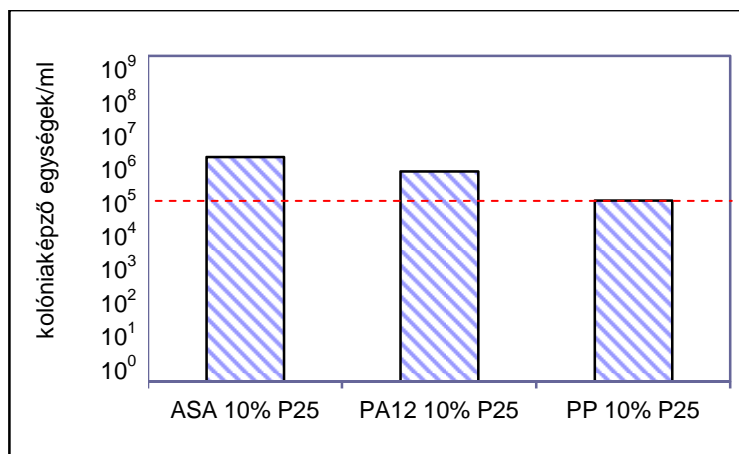
Kereskedelmi név	Módosulat	Megjelenési forma	A termék gyártója
P 25	Anatas/ Rutil(80/20)	keverék, nanoméretű	Evonik Industries AG, Essen
1001	Anataspigment	pigment	Kronos International, Inc., Leverkusen
2900	Rutilpigment	pigment	Kronos International, Inc., Leverkusen
7050	Anatas	nanoméretű	Kronos International, Inc., Leverkusen
7000	Vis. Anatas	nappali fény	Kronos International, Inc., Leverkusen
UV 100	Anatas	nanoméretű	SachtlebenChemie GmbH, Duisburg

Második lépésben a PP-mátrixba bevitt *P25* optimális koncentrációját határozták meg. Az 1. ábrán látható, hogy már 5 % (m/m) *P25* jelenlétében a kolonialeképző egységek mennyisége alig több, mint 10^5 , 10 % (m/m) *P25* pedig már elegendőnek bizonyult a határérték eléréséhez.



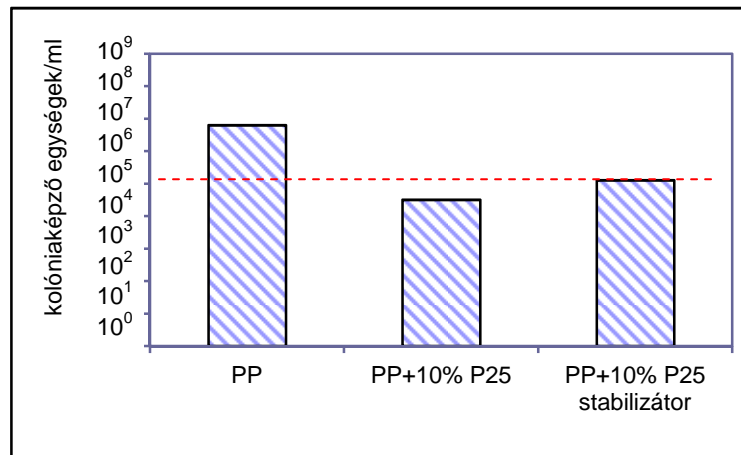
1. ábra Különböző koncentrációban adagolt *P25* típusú titán-dioxid hatása PP antibakteriális védelmére

Ezt követően a *P25* titán-dioxidot kipróbálták PA 12 és a kiváló időjárásállóságú ASA (akrilnitril-sztirol-akrilát) kopolimer mátrixban is. A 2. ábrán látható mérési eredmények jól tükrözik, hogy a PP-hez képest a két műszaki műanyagban az azonos kezelési eljárás ellenére kisebb mértékű (a határérték feletti) csírátlanítás jött létre. A kutatók véleménye szerint a mérési eredmény nem volt váratlan, mivel a PP kompozitok esetén az UV fény már a 48 órán át tartó UV előaktiválás során behatolt a próbatest felületi pórusaiba, repedéseibe, és a képződő aktív csoportok a többi polimerhez képest intenzívebben tudták kifejteni antibakterizáló hatásukat.



2. ábra 10 % (m/m) *P25* jelű titán-dioxid antimikrobiális hatásának összehasonlító vizsgálata UV előaktiválást követően ASA, PA 12 és PP kompozitokban

A kutatók feltételezték, hogy a TiO_2 fotoaktiválásával képződő reaktív gyökök nemcsak a mikroorganizmusokra hatnak, hanem kiválthatják a polimermátrix öregedését is. Ezt fénystabilizátorokkal lehet megakadályozni. Kérdés azonban, hogy a stabilizátorok befolyásolják-e a csírátlanítás hatékonyságát. A 3. ábrán látható eredmények szerint a kiválasztott stabilizátor ugyan kismértékben csökkenti a *P 25* csírátlanító hatását, azonban a csírák mennyisége még a határérték alatt marad. A minták felületének összehasonlításakor kiderült, hogy a stabilizátort tartalmazó minta felülete az 500 órás UV besugárzás után sem krétásodik, ellentétben az adalék nélküli PP és a 10% *P 25*-öt tartalmazó PP-vel.



3. ábra Stabilizátor hatása 10% *P25* titán-dioxidot tartalmazó PP UV fény fotoaktiválásával kiváltott csíraölő képességére 500 órás UV besugárzás után

Az eredmények bebizonyították, hogy a titán-dioxid hatékony csíraölő, de mivel ezt UV fényvel való megvilágítás váltja ki, figyelemmel kell lenni a PP fényöregedésére is. A gyakorlatban kell eldönteni, hogy a műanyag termék alkalmazásához a felület teljes csírátlanítása, vagy a polimermátrix tartóssága a fontosabb.

Antibakteriális műanyag kialakítása ezüstréteggel

A német Lamilux Composites GmbH (Rehau) olyan antibakteriális műanyagot fejlesztett ki *Lamilux Antibac* néven, amelynek felületét nanoméretű ezüstréteggel vonták be. Az ezüstréteg kialakításában a rent a scientist GmbH-val működtek együtt.

A nanoméretű ezüstréteg rövid időn belül elpusztítja a kórokozókat a műanyag felületén. A gyártó cég nyilatkozata szerint az új antibakteriális hatású műanyag a legmagasabb fokú higiéniai védelmet biztosítja.

A kórházakban jelen lévő és ellenálló kórokozók halálos veszélyt jelentenek, ezért alapvető követelmény a higiéniai előírások betartása, a fertőzések megelőzése. Kiemelten fontos a műtő és az azt kiszolgáló egységek állapota, mivel a rettegett MRSA (methicillin-resistens staphylococcus aureus) a legváratlanabb időpontokban üti fel a fejét, évente 15 000 halálos áldozatot követelve.

Az új termék nem csak a gyógyászatban, hanem az élelmiszeriparban, a hűtőházakban, hűtőcellákban, de a vágóhidakon is távol tartja a nem kívánatos veszélyes kórokozókat.

Antimikrobiális mesterkeverék

A Biesterfeld Plastic GmbH (Hamburg) a Firma Heroc-kal közösen antimikrobiális mesterkeveréket fejlesztett ki. A műanyag felületére tapadó mikroorganizmusok ellen hatékony védelmet nyújtó új szer biocidmentes, nem tartalmaz nanorészecskét, és *valódi alternatívát nyújt az ezüst és a nehézfém tartalmú antimikrobiális anyagokhoz képest.* Hatóanyaga nem mérgező, nem allergén, és nem migrál ki a felületre. Antimikrobiális védőhatása tartós, amit szabványos vizsgálatokkal ellenőriztek.

Az elvárt csíramentesítés erősségétől függő mennyiségben adagolva a műanyag tulajdonságai – beleértve a feldolgozhatóságát – nem változnak.

A Biesterfeld Plastic GmbH a Heroc céggel közösen kidolgozott találmányát több évre kiterjedő know-how oltalommal védi. Az újonnan kifejlesztett antimikrobiális mesterkeverékkel készült műanyagok megbízható biztonságot nyújtanak a fertőző kórokozók megtelepedésével szemben a háztartásban, az élelmiszeriparban, vizes rendszerekben, közösségi épületekben, valamint a tömegközlekedésben. Különösen fontos szerepet töltenek be a kórházakban, egészségügyi központokban használt műanyagok, gyógyászati segédeszközök védelmének biztosításában.

Összeállította: Dr. Pásztor Mária

Antimikrobielle Masterbatches bei Biesterfeld = K-Zeitung, 8. sz. 2016. p. 15.

Keine Chance für Keime = Kunststoffe, 106. k. 4. sz. 2016. p. 67.

Kampf dem Keim durch Sonnenkraft = Kunststoffe, 104. k. 5. sz. 2014. p.104–107.

A BASF 200 millió EUR- értékű beruházási tervei

Az elkövetkező öt évben a BASF, a világ legnagyobb vegyipari vállalata több mint 200 millió EUR-t – felét Ázsiában – kíván a műanyagadalékok gyártásának fejlesztésére fordítani. Növelni kívánják az antioxidánsok és fénystabilizátorok gyártási kapacitását és korszerűsítik európai és észak-amerikai üzemeiket.

A műanyag-adalékanyagok iránt folyamatosan növekszik a globális kereslet. Az innováció is szerves része a BASF üzleti stratégiájának. A K 2016 kiállításon Düsseldorfban két új fénystabilizátort mutattak be a *Tinuvin* termékcsaládból:

A *Tinuvin 880* egy közepes molekulatömegű fénystabilizátor, amely jelentős mértékben növeli a termék fénystabilitását, miközben hőstabilitása is jobb az eddigi stabilizátorokénál. Elsősorban gépkocsik belső terébe ajánlják.

A *Tinuvin XT 55* kiváló másodlagos tulajdonságokkal rendelkezik, mint pl. a színtabilitás, fakulással, extrakcióval szembeni ellenállás. Ezzel az új stabilizátorral a végfelhasználói igényeknek megfelelő, többféle adalékot tartalmazó gazdaságos receptúrákat lehet összeállítani.

J. P.

www.plasticstoday.com, 2016. november 10.