

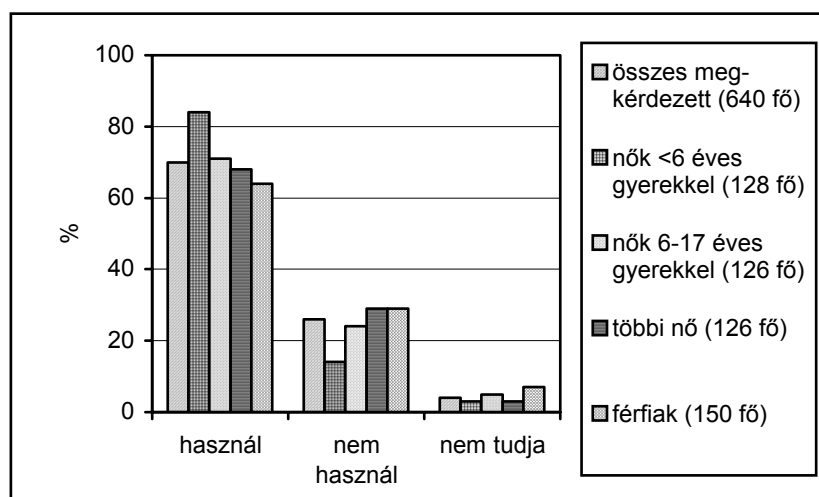
## Higiénikusabb eszközök antibakteriális műanyagokból

*Tárgyszavak: higiénia; baktericid; fertőtlenítés; hatóanyag; gyártó; vizsgálati módszer; szabvány; hatásosság.*

A fogkrémtől elvárható, hogy fertőtlenítő hatása is legyen, és a televízióban a reklámok azt sugallják, hogy ha egy bizonyos mosogatószeret vagy tisztítószert használunk, az utolsó undorító baktériumot is kiirtjuk a lakásunkból. Megjelentek az antibakteriális adalékot tartalmazó műanyagból készített háztartási eszközök, szemétdödrök, gyermekjátékok. Japánban antibakteriális telefon, számítógép és golyóstoll kapható.

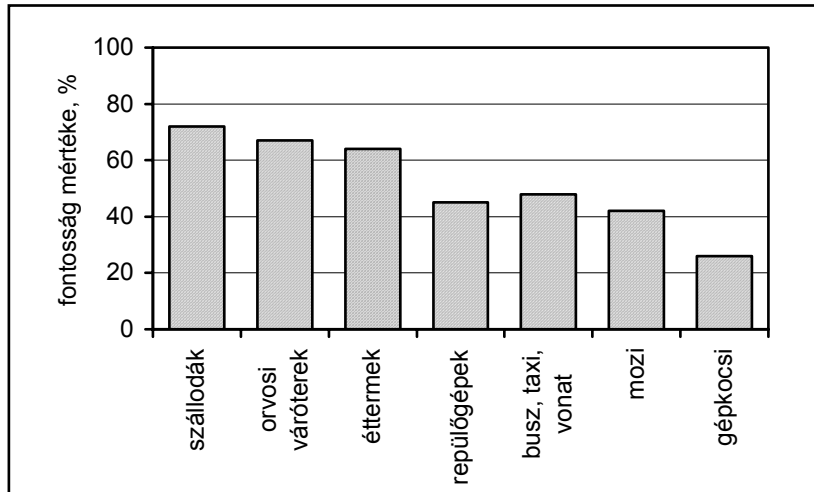
### Mekkora a valódi igény az antibakteriális eszközökre?

Az USA-ban telefonos felmérést végeztek annak vizsgálatára, hogy mekkora a valódi igény az antibakteriális eszközökre. A válaszokat az 1. ábra tükrözi. Látható, hogy az összes megkérdezett 70%-a vásárol ilyen eszközöket, a leginkább a kisgyerekes anyák, akik fokozottan törekszenek a tisztaságra.



1. ábra  
Az antibakteriális hatású áruk megoszlása a különböző vásárlói csoportok között

Arra a kérdésre, hogy milyen környezetben lenne a legnagyobb szükség az antibakteriális eszközökre, és milyen mértékben volna ez fontos, a 2. ábrán látható sorrend alakult ki. Amikor a kérdezők azt firtatták, hogy mennyivel többet volnának hajlandóak fizetni az ilyen eszközökért, kiderült, hogy ha ezek ugyanannyiba kerülnének, mint az ilyen hatás nélküliek, a vásárlók 85%-a döntene ezek mellett. Ha áruk 20%-kal magasabb volna, már csak 15% vásárolná meg őket.



2. ábra  
Az antibakteriális hatású eszközök fontosságának megítélése a különböző létesítményekben

## Az antibakteriális hatás mérése

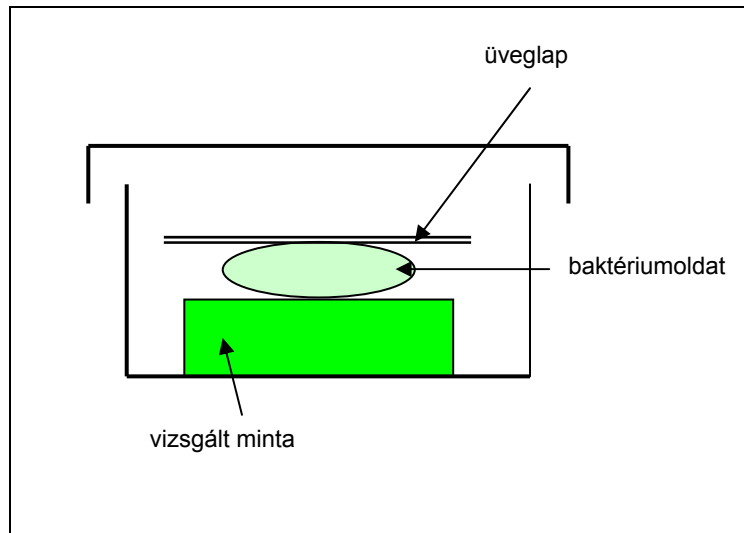
Gombás fertőzés elleni védőszereket viszonylag régen adagolnak műanyagokba. A gombák legtöbbször a műanyagban levő lágyítót használják fel tápanyagként, maga a polimer viszont ritkán tölti be ezt a szerepet.

*A baktériumok ezzel szemben könnyen megtelepsznek a műanyagok felületén, különösen ha a rajta levő szennyezés tápanyagul szolgál számukra, és ha elegendő nedvesség van a környezetükben.*

A műanyagok antibakteriális jellege vizsgálható agarlemezzel és földbe fektetéssel, de ez a két módszer távol áll a műanyagok alkalmazásának körülményeitől. Ezért célszerűbb egy japán szabvány, a JIS Z2801 szerinti módszert használni.

A kiválasztott baktériumtörzset egy éjszakán keresztül tápoldatban tartják, majd a tenyészetet úgy hígítják, hogy ml-ként kb.  $10^5$  élő szervezet legyen benne. Ha a hígításhoz tiszta sóoldatot használnak, a baktériumok nem jutnak (elég) táplálékhoz, és elpusztulnak (vagy csak vegetálnak). Ha tiszta tápoldattal hígítanak, robbanásszerű a szaporodás. A gyakorlatban legtöbbször 5–25% tápoldatot kevertek a sóoldathoz.

A oldatból egy cseppet a vizsgálandó műanyagra visznek, ezt üveglappal lefedik (3. ábra), hogy el ne párologjon a nedvesség, majd 18–24 óra hosszat inkubálják az így előkészített rendszert. Minden esetben ellenpróbát is csinálnak antibakteriális adalék nélküli műanyaggal.



3. ábra Az antibakteriális hatás JIS Z2801 szabvány szerinti vizsgálatának elve

Ha az inkubációs idő után az élő szervezetek számának változása egy nagyságrenden belül van (ml-enként  $10^4 \dots 10^6$  élő baktérium mutatható ki az oldatban), vagy másképpen kifejezve az eredeti baktériumkoncentráció ( $C_0$ ) és az inkubálás utáni koncentráció ( $T_t$ ) hányadosának logaritmusára,

$$\log_{10} (C_0/T_t) = +1 \dots -1$$

a vizsgált műanyag „bakteriálisan sztatikus”. Ha a baktériumok száma több mint 1 nagyságrenddel csökken (a koncentrációhányados logaritmusára  $>1$ ), a műanyagnak baktériumölő (antibakteriális vagy baktericid) hatása van. Ha a baktériumszám 1 nagyságrenddel nő (a logaritmusérték  $<1$ ), a vizsgált anyagnak nincs baktériumpusztító hatása, sőt, még tápanyagot is szolgáltat a mikroorganizmusok számára.

Néha nem az a cél, hogy a felület baktériummentes legyen, csupán elszaporodásukat kell meggátolni, pl. a kellemetlen szag elkerülése érdekében. Ilyenkor összehasonlítják a kontrollmintán inkubálás után kimutatott baktériumkoncentrációt ( $C_t$ ) az antibakteriális adalékkal kezelt mintán mért értékkel ( $T_t$ ). Ha  $\log (C_t/T_t) < 1$ , a kezelés hatástalan, ha ez  $>1$ , a kezelés „kordában tartja” a baktériumok szaporodását. A gyakorlatban az utóbbi értéknél legalább 3 nagyságrendű különbségre törekszenek, ami a baktériumszám 99,9%-os csökkenését jelenti.

## Antibakteriális adalékok műanyagokhoz

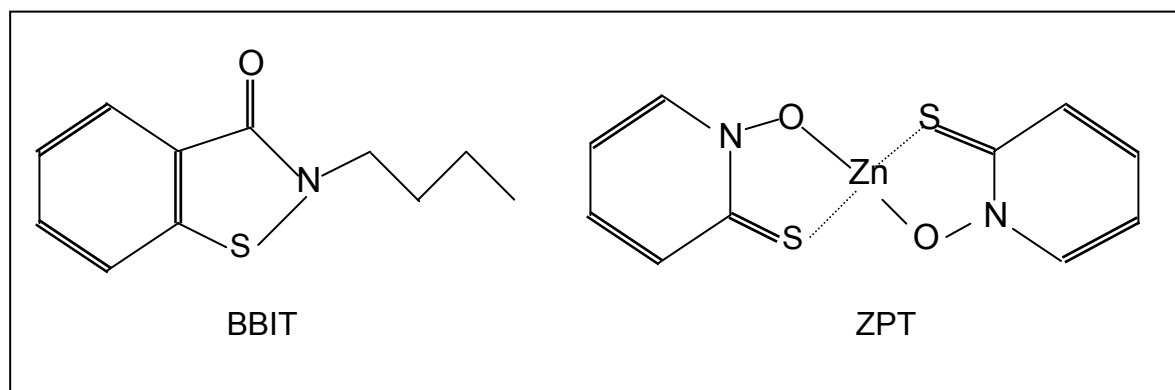
Az **Avecia** cég világszerte kínálja mikroorganizmusok (gombák, élesztőgombák, baktériumok) elleni védőszereit. Európa több országában is van kép-

viselete, pl. az **Avecia GmbH** (Frankfurt am Main, Németország). *Termékei alkalmazhatók háztartási vegyszerekben, textilek kezelésére, testápoló szerekben, festékekben, ragasztókban és műanyagokban stb.)* Polimeremulziókhoz *Proxel* és *Densil*, szilárd műanyagokhoz (PVC-hez, poliuretánokhoz, poliolefinokhoz, poliakrilátokhoz) *Vanquish* márkanevű termékeit ajánlja. Legtöbbjük hatóanyaga N-butil-1,2-benzizotiazolinon (BBIT), és némely készítményben emellett szinergetikus hatású cink-pirition (ZPT) (4. ábra). A termékcsalád különböző típusait az 1. táblázat foglalja össze.

1. táblázat

A Vanquish antibakteriális készítmények különböző változatai

Márkanév	Fizikai forma	Hatóanyag	Ajánlott alkalmazás
Vanquish 100	folyadék	92% BBIT	PVC, PUR, szilikongumi, poliolefinok, poliészterek felületi kezelésére gombásodás, algásodás, baktériumok megtelepedése ellen
Vanquish AM	vizes diszperzió	ditio-2,2-bisz(benzometilamid)	vizes felületkezelő szer, gátolja a mikroorganizmusok szaporodását
Vanquish AQ	vizes emulzió	40% BBIT	meggátolja a gombák, élesztőgombák és baktériumok elszaporodását polimerekben és latexekben
Vanquish C10	PVC alapú granulált mesterkeverék	9,5% BBIT	meggátolja gombák, élesztőgombák és baktériumok elszaporodását PVC-ben
Vanquish CS10	PVC alapú granulált mesterkeverék	9,5% BBIT + ZPT	a két hatóanyag szinergetikus keveréke meggátolja gombák, élesztőgombák és baktériumok elszaporodását PVC-ben
Vanquish DINP5	folyadék	5%-os BBIT diizononil-ftalát lágyítóban	meggátolja gombák, élesztőgombák és baktériumok elszaporodását PVC-ben
Vanquish DOP	folyadék	9,5% BBIT dioktil-ftalát lágyítóban	meggátolja gombák, élesztőgombák és baktériumok elszaporodását polimerekben
Vanquish ED6	folyadék	9,5% BBIT nem ftaláttípusú lágyítóban	meggátolja gombák, élesztőgombák és baktériumok elszaporodását PVC-ben
Vanquish ESBO	folyadék	9,5% BBIT epoxidált szójaolajban	meggátolja gombák, élesztőgombák és baktériumok elszaporodását PVC-ben
Vanquish SE10	folyadék	BBIT+ZPT kevert zsírsavak epoxidált észtereiben	a két hatóanyag szinergetikus keveréke meggátolja gombák, élesztőgombák és baktériumok elszaporodását PVC-ben,
Vanquish SL10	folyadék	BBIT+ZPT diizononil-ftalát lágyítóban diszpergálva	a két hatóanyag szinergetikus keveréke hosszú időn át meggátolja gombák, élesztőgombák és baktériumok elszaporodását PVC-ben, annak felületén és földbe fektetett termékeken



4. ábra A hatóanyagok kémiai képlete

2. táblázat

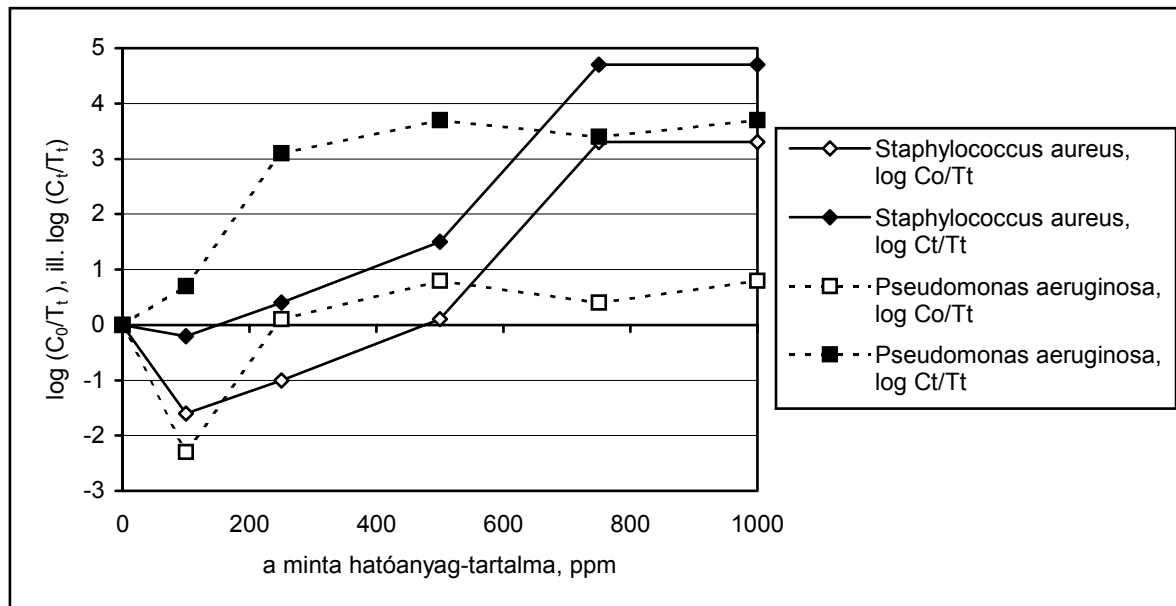
Baktériumszám a különböző mennyiségű antibakteriális hatóanyagot tartalmazó mintákon

A minta jellemzői	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>
Kontrollminta		
inkubálás előtt, (C <sub>0</sub> )	2,0x10 <sup>5</sup>	3,0x10 <sup>5</sup>
inkubálás után (C <sub>t</sub> )	4,6x10 <sup>6</sup>	2,9x10 <sup>8</sup>
Vanquish SE10 adalékot tartalmazó minta inkubálás után (T <sub>t</sub> )		
hatóanyagtartalom, ppm		
100	7,4x10 <sup>6</sup>	6,0x10 <sup>7</sup>
250	1,9x10 <sup>6</sup>	2,2x10 <sup>5</sup>
500	1,5x10 <sup>5</sup>	5,2x10 <sup>4</sup>
750	<10 <sup>2</sup>	1,3x10 <sup>5</sup>
1000	<10 <sup>2</sup>	6,0x10 <sup>4</sup>

## Egy antibakteriális adalék vizsgálata lágy PVC-ben

Egy szokásos összetételű lágy PVC-hez 0–1000 ppm (0–0,1%) hatóanyagot megfelelő *Vanquish SE 10* antimikrobiális adalékot keverték, majd *JIS Z2801 szabvány* szerint vizsgálták a hatást. A minták felületére kétféle mikroorganizmust (*Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*) vittek. A hatóanyag nélküli kontrollmintán és a különböző mennyiségű hatóanyagot tartalmazó mintákon t inkubációs idő után talált mikroorganizmusok számát a 2. táblázat, a kontrollmintán és a hatóanyagot tartalmazó mintákon kimutatható mikroorganizmusok hányadosának logaritmusát az 5. ábra tartalmazza. Látható, hogy 100 ppm antibakteriális hatóanyagot nem sikerült semmilyen kedvező

hatása. 250–500 ppm hatóanyag mindkét mikroorganizmussal szemben „bakteriálisan sztatikus” állapotot idéz elő. A hatóanyag-tartalom további növelése a *Pseudomonas aeruginosa*-val szemben nem ad magasabb rendű védelmet, de >750 ppm hatóanyag a *Staphylococcus aureus* ellen „baktericid”-dé teszi a PVC-t.



5 ábra A minták antibakteriális hatása a hatóanyag mennyiségének függvényében

## Mit lehet elvárni az antibakteriális adaléktól?

A kísérletek alapján *megállapítható, hogy* az antibakteriális adalék megfelelő koncentrációban

- csökkenti a polimer felületén a baktériumok számát (a *S. aureus*-ét erőteljesen, a *Ps. aeruginosa*-ét mérsékeltebben),
- gátolja szaporodásukat,
- ennek következtében „higiénikusabbá” teszi a műanyagot,
- meggátolja a baktériumok okozta kellemetlen szag kialakulását.

*Nem várható el az adaléktól, hogy*

- sterilizálja, csíramentessé tegye vagy
- fertőtlenítsen a műanyagot.

Mivel a vásárlók határozottan érdeklődnek az antibakteriális hatású termékek, mindenképp csecsemők és kisgyerekek számára gyártott ilyen tulajdonságú készítmények, továbbá szállodai és éttermi eszközök iránt, az igényeket ki kell elégíteni. Az érdeklődést növelheti az Avecia cégnél bevezetett

„Purista” jelző, amelyet az antibakteriális kezelést kapott termék nevével együtt használnak. Ez a kiegészítő jelzés pozitív kicsengésű, a tisztaságra, a hosszabb élettartamra utal, és nem kelt negatív asszociációt, mint pl. az „antibakteriális”, amely azt sugallja, hogy valami tisztátalan dolog lehet a termékben. Ahhoz, hogy a termék nevében a „Purista” jelzőt lehessen használni, szabvány szerint mérve legalább 3 nagyságrenddel kisebb baktériumszámnak szabad megjelennie a kezelt terméken, mint a kezeletlen.

**Pál Károlyné**

Payne, J.: Responding to the consumers' desire for improved hygiene with antibacterial plastics. = *Polymers & Polymer Composites*, 12. k. 2. sz. 2004. p. 135–142.

Avecia Vanquish antimicrobials for plastics. = [www.avecia.com](http://www.avecia.com)

Avecia Biocides. = *Chemical Market Reporter*, 2003. máj. 19. – [www.findarticles.com](http://www.findarticles.com), 2004. ápr. 1.

## Röviden...

### Gépkocsik üzemanyagtartályának újrahasznosítása

A német Kémiai Technológiai **Fraunhofer Intézet** (Fraunhofer Institut für Chemische Technology, ICT) vezetésével hét ipari cég *új eljárást dolgozott ki az autók élettartamának végén kiszerezelt PE benzintartályok gazdaságos és biztonságos újrahasznosítására. Az üzemanyagtartály a használat időtartama alatt saját tömege mintegy 5%-ának megfelelő benzint vagy dízelolajat abszorbeál.*

Évente kb. 15 E t ilyen hulladékot gyűjtenek be a hulladékudvarokból és a szétszerelő üzemekből Németországban. Ez a mennyiség a jövőben még emelkedni fog, ha az erre vonatkozó európai uniós szabályozás érvénybe lép.

Az ICT tanulmányozta a benzin és a műanyag elválasztási módszereit. *A felaprított tankot nyomás alatti edénybe helyezték, és ezen szén-dioxidot áramoltattak át. Adott hőmérsékleten és nyomáson a gáz nagyon hatékony oldószerként kioldja az üzemanyagot a műanyagból.* Ezután a gázt átszivattyúzzák egy rendszeren, ahol erősen csökken a nyomása, és kiválik belőle a benzin vagy olaj.

A kutatók szerint az extrahálás eredményesebb, ha ömledékállapotban végzik, ekkor a szuperkritikus szén-dioxid lágyítóként viselkedik. Ezt az alapelvet hasznosítják a MuCell nevű mikrocellás habgyártásban is.

*(Modern Plastics International, 33. k. 11. sz. 2003. p. 18.)*

## Sugárzással kikeményített műanyag fedőréteg

Az új autók eladásakor gyakran azt hangoztatják; hogy azok gyorsabbak, szebbek, tisztábbak, mint a régebbiek, de valójában ez a jelszó inkább a sugárzással kikeményített bevonatokra vonatkozik. Az ilyen bevonatok elfogadottsága egyre nyilvánvalóbb, és a következő 5 évben várhatóan rohamosan terjednek a műanyagiparban.

Észak-Amerikában kezdetben csupán a műanyagtermékek 10%-ára vittek fel sugárzással térhálósított bevonatot, de 2002-ben az arányuk már elérte a 16%-ot, és 2008-ra tovább gyorsul a folyamat.

*A besugárzásos térhálósítást a padlóbevonatoktól kezdve a szemüveglencsén át a CD, DVD, bankkártya, kozmetikai cikkek, fóliák, mobiltelefonok, autólámpák bevonatáig alkalmazzák. Az autóiparban a karcálló bevonatokra a legnagyobb az igény, amelyektől elvárják, hogy minél kisebb energiafelhasználással, minél kisebb helyigényű technológiával, minél olcsóbban lehessen őket felhordani.*

A polimerizációt leggyakrabban ultraibolya fénnel (ezt szokás „hideg sugárzás”-nak is nevezni, és különösen alkalmas hőérzékeny vagy alacsony olvadáspontú anyagok lakkozására), látható fénysugárral, elektronsugárral, illetve ezek kombinációjával segítik elő. A megfelelő sugárforrásokat jellemzően a műanyagbevonatokhoz tervezték, mind az UI-lámpák spektruma, mind pedig az elektronsugár fókuszálása a szükséges kémiai változásokat idézi elő.

A sugárzással kikeményített bevonatnak számos előnye van a szerszámban felvitt fedőréteggel szemben (gyorsabb, energiatakarékosabb; keményebb, mégis rugalmasabb).

A sugárzással kikeményített bevonatok jól alkalmazhatók ABS, PS, PA, PC, PP és BMC termékek felületén. A jó tapadás eléréséhez ismerni kell a bevonandó polimer típusát, tulajdonságait, a fröccsöntés paramétereit, az előkezelés módját. A költségek nagyon lényeges tényezők és vannak, akik szerint a sugárzásos bevonat drágább, mint az oldószeres. *A fejlettebb berendezések megjelenése, a rövidebb technológiai idő, valamint a jobb minőség révén azonban az új eljárás ma már versenyképes a korábban bevezetett technológiákkal.*

*(Modern Plastics International, 33. k.11. sz. 2003. p. 24.)*