

**Vezetői Összefoglaló a Kansasi Állami Egyetem (Kansas State University)
vizsgálata
Ózon és fotokatalízis által végzett biológiai redukció**

Összefoglaló:

A vizsgálatokat a Kansasi Állami Egyetemen (Manhattan Kansas), a Kansasi Állami Élelméstudományi Intézet Állattudományi és Ipar Tanszékén végezték, Dr. James Marsden, a Régeni tanács elismert hústudományi professzora vezetésével. A Kansasi Állami Egyetem Amerika egyik legfontosabb állattudományi egyeteme, és Dr. Marsdent világszerte az élelmiszer-biztonság egyik legfontosabb kutatójaként és szakértőjeként tartják számon.

A tíz leghalálosabb penész-, gomba-, baktérium- és vírusfajtát vetették alá a fotokatalitikus reaktorok egy új, innovatív típusának, a Sugárzó Katalitikus Ionizáció (RCI) módszerének. A kilenc mikroorganizmust rozsdamentes acéllemezre helyezték egy tesztkamra belsejében, majd az RCI-kamrát 24 órára bekapcsolták. A teszteredmények 24 órás időtartamra csökkenést mutattak, a 96,4 és 99,9% közti tartományban.

Ez a teszt igazolja azt a hatékonyságot és sebességet, amellyel az RCI-kamra képes a beltéri környezetet kezelni, egy természetes körülmények között és biztonságos oxidációs szinten zajló folyamat segítségével.

Kifejtés:

Mivel a legtöbb zárt téri, levegő által hordott szennyező anyag különböző felületekről származik, minden olyan erőfeszítésnek, amely a belső terek biológiai szennyeződésének ellenőrzésére irányul, a felületek kezelését kellene megcéloznia.

Az olyan mikroorganizmusok, mint a penész, a baktériumok és a vírusok jól tenyésznek a különböző nedves felületeken, és ezért az élelmiszeriparban bevett gyakorlat szerint az élelmiszerekkel érintkező területeken a fő törekvés a kórokozók ellenőrzése és eltávolítása.

Dr. Marsden pályafutását az élelmiszer-biztonság javításának szentelte, a biológiai szennyeződés terjedésének megértése és ellenőrzése által. A Marsden vizsgálati anyag a közelmúltban a korszerű fotokatalízis alkalmazására fókuszált, egy olyan technológiára, amely olyan oxidálószerket fejleszt ki, amelyek képesek hatásosan csökkenteni a légnemű és a felszíni kórokozókat.

A vizsgálatba kilenc mikroorganizmust vettek be. Mikroorganizmusonként három mintát készítettek elő és helyeztek rozsdamentes acél felületre, lehetővé téve a 2, 6 és 24 órás behatás mellett elvégzett vizsgálatot. A teszt organizmusok a következőket tartalmazták:

- Staph (*Staphylococcus aureus*)
- MRSA (*Methicillin Resistant Staphylococcus aureus*)
- E-Coli (*Escherichia coli*)
- Lépfene baktériumcsalád (*Bacillus spp.*)

- Strep (*Streptococcus* spp.)
- *Pseudomonas aureuginosa*
- *Listeria monocytogenes*
- *Candida albicans*
- Fekete penész (*Stachybotrys chartarum*)

Az organizmusokat a Sugárzó Katalitikus Ionizációs kamra, azaz RCI néven szabadalmaztatott fotokatalitikus reaktoron keresztül keringetett levegőbehatásnak tették ki. Több paramétert vizsgáltak, beleértve a hőmérsékletet és a páratartalmat. A fotokatalitikus cellában lévő UV-lámpát a levegőellátó vezetékben helyezték el, így biztosítva a lámpa által előállított UVGI hatásának kiküszöbölését. Tudatosítva a tényt, hogy az ózon a fotokatalitikus folyamat során létrejövő oxidálószerkegyike, valamint a túl magas ózonbehatás okozta egészségügyi bántalmakat, monitorozták az ózonszintet, hogy soha ne haladhassa meg a 20 milliomodrészt (ppb), ami folyamatos expozíció esetén jóval az EPA maximális szintje alatt van.

Az RCI-vel kezelt tesztkamrán és a koronakisülést alkalmazó ózongenerátoron kívül egy kontrollkamrát is felállítottak, a tesztorganizmusok természetes bomlását is figyelembe véve. Mivel néhány biológiai kórokozó ha levegőnek van kitéve magától megsemmisül, az ilyen pusztulást minden komoly tanulmánynak figyelembe kell venni. A jelentésben bemutatott vizsgálati eredmények az életképes mikroorganizmusok csökkenési arányát mutatják be a kontrollmintához viszonyítva.

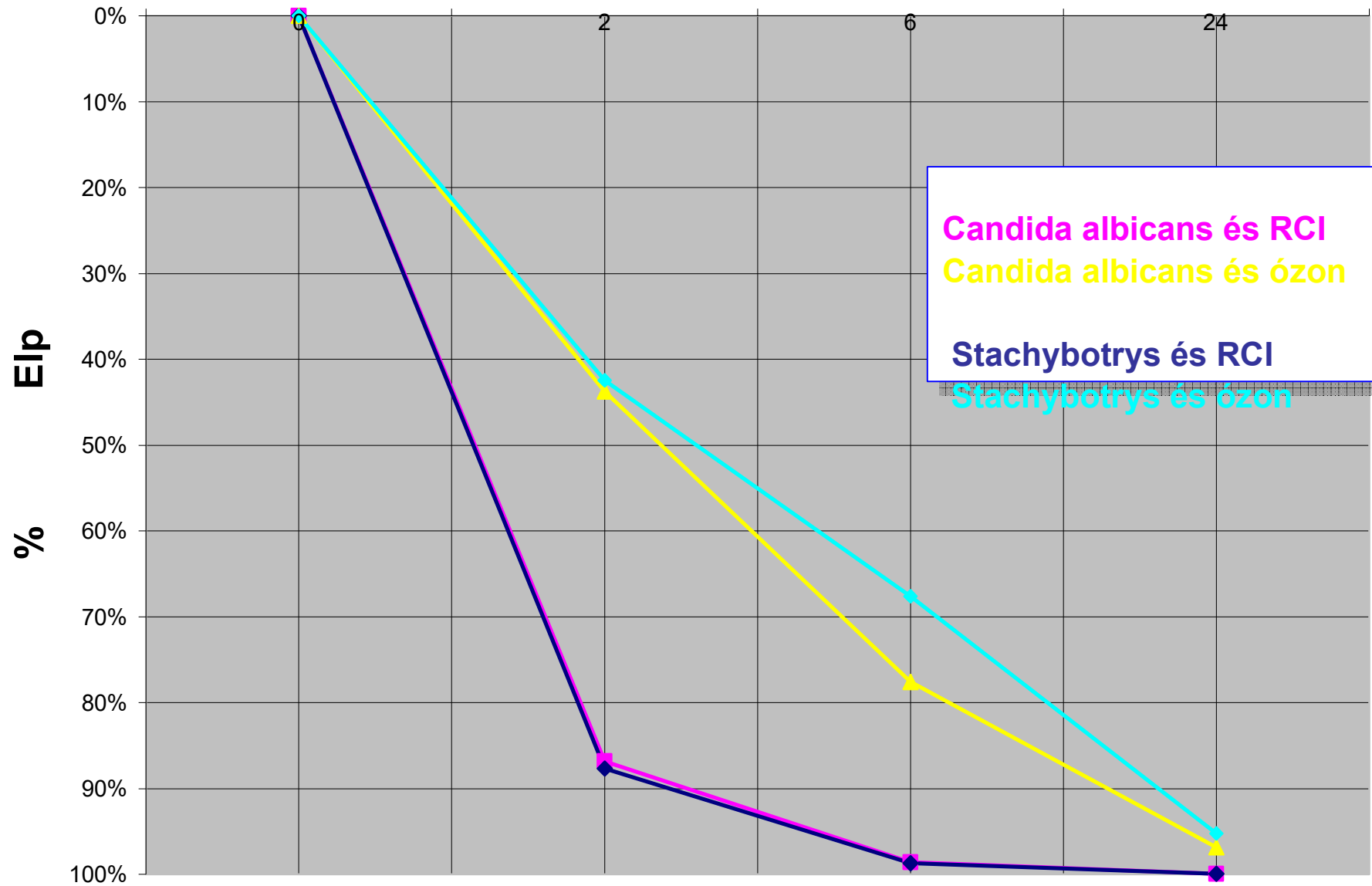
A vizsgálati eredmények megdöbbentőek voltak. 24 órás behatás után a kilenc mikroorganizmus életképességének a csökkenése a 96,4% és 99,9% közötti tartományban mozgott. Megjegyzendő, hogy a kettős vak vizsgálat a természetes pusztulást igazolta. A kutatók számára még meglepőbb volt, hogy az RCI mennyire gyorsan okozta a kórokozós szám csökkenését. A 2-órás behatási ideig kezelt mintánál az átlagos csökkenés jóval meghaladta a 80%-ot. A 6-órás mintánál az átlagos csökkenés jóval meghaladta a 90%-ot.

Kiegészítő tesztet végeztek koronakisüléssel ózongenerátorral (Breeze AT) a *Candida albicans* (élesztő) és a *Stachybotrys chartarum* (fekete penész) ellen 50 milliomodrészt (ppb). (az US EPA, OSHA és más nemzetközi egészségbiztonsági szervezetek által biztonságosnak ítélt szint). A vizsgálat megmutatta a biztonságos ózinszintek alkalmasságát a mikrobiális szennyeződések mérséklésére. Meg kell jegyezni, hogy bár az eredmények igazolták az ózon biztonságos szintjének hatékonyságát, azt is megmutatták, hogy az ózon önmagában nem olyan hatékony, mint a korszerű RCI fotokatalitikus oxidációs készülék által előállított oxidálószerkegyike az ózon, de ebben kétszer-ötször alacsonyabb az ózonszint, mint az ózon kizárólagos alkalmazásakor.

Ezt a vizsgálati jegyzőkönyvet szakértői értékelésnek vetették alá majd a Journal of Rapid Methods & Automation in Microbiology szakfolyóirat közölte. (2007. 15. szám. 359–368.

Az RCI és az O³ a mikrobaszám százalékos csökkenésével szemben

O³ behatási idő (óraszám) @ 0,02 ppm az RCI-nél és 0,05 ppm csak ózon esetében



AZ *ECOQUEST* SUGÁRZÓ KATALITIKUS IONIZÁCIÓS KAMRA ÉS A *BREEZE AT* ÓZONGENERÁTOR HATÉKONYSÁGA MIKROBAPOPULÁCIÓK ELPUSZTÍTÁSÁBAN ROZSDAMENTES ACÉLFELÜLETEKEN

M.T. ORTEGA, L.J. FRANKEN, P.R. HATESOHL and J.L. MARSDEN ¹

*Kansasi Állami Élelmiszertudományi Intézet
Állattudományi és Ipar Tanszék
Kansasi Állami
Egyetem, Manhattan, KS
66506*

Közlésre elfogadva: 2007 július 11.

ABSZTRAKT

*Az egészségügyben, az élelmiszer-feldolgozásban, az iskolákban és a lakókörnyezetekben előforduló érintkezési felületek fertőtlenítési technológiáinak tökéletesítése döntő fontossággal bír a betegségeket okozó mikroorganizmusok elleni védekezésben és megelőzésben. Hagyományosan mind az ózon-, mind a peroxid-alapú technológiákat alkalmazták fertőtlenítésre, számos alkalmazásban. A vizsgálat során meghatározták az EcoQuest Sugárzó Katalitikus Ionizációs kamra (RCI=Radiant Catalytic Ionization) által generált oxidatív gázok, többek között az ózon és a peroxid lehetséges felhasználását olyan kórokozók rozsdamentes acél felületeken történő hatástalanítására, mint az *Escherichia coli*, a *Listeria monocytogenes*, a *Streptococcus pneumoniae*, a *Pseudomonas aeruginosa*, a *Bacillus globigii*, a *Staphylococcus aureus*, a *Candida albicans* és a *Stachybotrys chartarum*. Ezenkívül, elvégezték az EcoQuest Breeze AT ózongenerátor értékelését a *C. albicans* és az *S. chartarum* kórokozók rozsdamentes acél felületeken való hatástalanítása szempontjából, különféle érintkezési időpontokban, szabályozott légáramlású fülkében. Az eredmények azt mutatták, hogy az RCI-kamra által termelt oxidatív gázok mintegy 90%-kal csökkentették az összes vizsgált mikroorganizmus előfordulását 24 órás behatási időt követően rozsdamentes acélfelületeken. Az RCI-kamra nagyobb hatékonysággal csökkentette a mikroorganizmusok számát rövidebb behatási idő alatt, mint a Breeze AT ózongenerátor.*

GYAKORLATI ALKALMAZÁSOK

A vizsgálat célja az volt, hogy elvégezze a Sugárzó Katalitikus Ionizáció (RCI) nevű technológia pontos értékelését környezeti érintkezési felületek fertőtlenítésére vonatkozóan. Megfelelő és biztonságos használat esetén ez a technológia költséghatékony eszköznek bizonyulhat olyan környezeti mikroorganizmusok elpusztításában, mint pl. a

Bacillus globigii, *Staphylococcus aureus*, *Candida albicans*, *Stachybotrys chartarum*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Streptococcus pneumoniae* és *Listeria monocytogenes* olyan iparágakban, mint az élelmiszerfeldolgozás és az egészségügy.

BEVEZETÉS

A beltéri levegő mikrobiális szennyezettsége jelentős közegészségügyi problémát jelent, továbbá egyik lehetséges forrása a „beteg épület” szindrómának. Így például, egyes penész- és baktériumfajok okozhatnak otthonokban, iskolákban, irodákban és egészségügyi intézményekben keletkező egészségügyi problémákat. (Hota 2004). Amellett, hogy a penészgombák a szem és az orr számára sem nyújtanak kellemes élményt, a bennük képződő spórák és mikotoxinok irritációt, allergiás reakciókat vagy betegségeket okoznak az immunhiányos betegekben. (Banfleth és Kowalski 2005).

A *nozokomiális fertőzés* kifejezés a kórházban vagy egy egészségügyi ellátó intézményben szerzett fertőzéseket jelöli. (Chotani és *mtsai*. 2004). A környezetben jelen lévő szennyeződések a közelmúltban pusztító következményekhez vezettek az ellátó intézményekben, és évente több tízezer beteg megbetegedését és elhalálását okozzák. A kórházakba, idősotthonokba vagy egészségügyi klinikákra látogató emberek ki vannak téve az ott szerzett fertőzések veszélyének. (Tilton 2003). Becslések szerint körülbelül tízből egy beteg szerez fertőzést az ilyen egészségügyi intézmények valamelyikében történt tartósabb látogatása következtében. (Tilton 2003). A kórházban szerzett fertőzések körülbelül 100000 haláleset kiváltó okai, és éves költségük megközelíti a 29 milliárd dollárt. (Kohn és *mtsai* 1999).

A kórházi fertőzéseknek számos olyan lehetséges oka van, amelyek elősegítik a betegségek terjedését. Az olyan mindennapi egészségügyi felületek, mint a pultok, az ágyneműk, az ágytálak és az orvostechikai eszközök szintén alkalmasak a betegségek emberről emberre történő továbbítására és terjesztésére. (Hota 2004). Hektikus, stresszes körülmények között az ilyen felületek könnyen szennyeződhetnek, sokszor a túlzottan leterhelt alkalmazottak révén. Az egészségügyi intézményekben a költségvetési megszorítások miatt történt munkaerő leépítés nagyobb terhet rótt az egészségügyi intézményekre az azzal

vívott harcban, hogy sikerüljön módszereket találni a szennyeződésmegsejtésre a korlátozott erőforrások mellett. (Chotani és mtsai. 2004). Az ódonabb és rosszabb tervezésű épületekben olyan szennyeződések találhatók, amelyek a hagyományos fertőtlenítési módszerekkel nehezen eltávolíthatóak. Több vizsgálatban kimutatták, hogy az olyan mikroorganizmusok, mint a *Staphylococcus aureus* and *Candida albicans*, életképesek tudnak maradni az egészségügyi intézményekben található környezeti víztározókban. (Hota 2004).

Az étel- és italgyártásban egy biztonságos, egészséges termék előállítása során számos kérdéssel kell szembesülni. Az olyan étel- és italgyártók, mint az *Escherichia coli* O157:H7, a *Listeria monocytogenes* és a *Salmonella spp.* évek óta egyre nagyobb gondot jelentenek. Ezenkívül a feldolgozók számára nagy gondot jelentenek a bomló mikroorganizmusok, amelyek lerövidítik az eltarthatósági időt és a megromlott termékek miatt évente több millió dolláros veszteséget okoznak a vállalatok számára. Az érintett területek közé tartozik a hús-, a tenger gyümölcsei-, a baromfi-, a termelő-, a sütő-, a konzervipar és a tejipar. Az Egyesült Államok Mezőgazdasági Minisztériuma becslései szerint az étel-eredetű megbetegedésekkel járó költségek éves szinten gyermekeknél mintegy 2,3 milliárd dollárt, míg felnőtteknél 4,6 milliárd dollárt tesznek ki (USDA 2001), a kidobásra vagy alacsonyabb áron értékesítésre kerülő romlott termékek miatti éves dollármilliárdos veszteségeken túl. Az étel- és italgyártással érintkező felületeken a kórokozók és a további mikrobiális szennyeződés mérséklése csökkenti a keresztszennyeződést, és ezáltal javítja az étel- és italgyártás minőségét és eltarthatóságát. (Kusumaningrum és mtsai. 2003). Az olyan dezinfekciós és mikrobiológiai ellenőrző intézkedések, amelyekkel hatékonyan kiküszöbölhető vagy csökkenhető a mikrobaszám az étel- és italgyártás minden területén, egyértelműen jó befektetést jelentenek az étel- és italgyártás számára.

Mint fertőtlenítőszer, az ózon figyelemre méltó képességgel rendelkezik különböző anyagok oxidálására. Amikor az ózon szerves vegyületekkel vagy baktériumokkal kerül érintkezésbe, a szabad oxigénatom oxidáció révén elpusztítja a szennyező anyagot. Az ózon a felhasználása után oxigénné bomlik, így nem keletkeznek káros melléktermékek (Purofirst 2000). Az ózon oxidációs potenciálja nagyobb, mint a klóré. (ózon: 2,07, klór: 1,36.) Az ózon három-négyszer hatékonyabban fertőtleníti az olyan anyagokat, mint pl. a víz. Amint oxidál egy anyagot, az ózon szó szerint megsemmisíti az anyag molekuláját, gyakorlatilag semmilyen maradványt nem hagyva maga után. (Fink 1994).

Az ózon étel- és italgyártással és étel- és italgyártással érintkező felületekkel való felhasználásának nemrégiben történt kormányzati jóváhagyása számos izgalmas lehetőség előtt nyitotta meg a kapukat a technológia számára. Az Étel- és Gyógyszerügyi Hatóság (FDA) 2001 júniusában jóváhagyta az ózon használatát étel- és italgyártással érintkező felületek fertőtlenítésére, valamint étel- és italgyártás során történő közvetlen alkalmazásra. (FDA 2001, 2003). Korábban a klór volt a legszélesebb körben alkalmazott fertőtlenítőszer az étel- és italgyártásban annak ellenére, hogy az ózon hatékonyabb megoldás lehet felület-fertőtlenítésére, mint a klór. A klór a húsfeldolgozás során alkalmazott általános fertőtlenítőszer; megfelelő

koncentrációban alkalmazva hatásos és biztonságos. A klór, kémiai nevén nátrium-hipoklorit néven is ismert, halogén alapú vegyi anyag, amely korróziós hatással van az élelmiszer-feldolgozó berendezések gyártásához használt rozsdamentes acélra és egyéb fémekre. A klór jelentős egészségügyi kockázatot jelenthet a munkavállalók számára, ha kis mennyiségben ammóniával vagy savtisztító szerekkel keverik, mert ilyenkor a vegyület mérgező klórgázt termel, ami masszív sejtkárosodást okozhat a behatásnak kitett orrjáratokban, a légcsőben és a tüdőben. (Gunnarsson és mtsai. 1998; Martin és mtsai. 2003; Russell és mtsai. 2006). Élelmiszer-növényekben a klór kölcsönhatásba léphet a hússal, igen mérgező és rákkeltő vegyületeket, ún. trihalometán vegyületeket képezve belőlük, rontva ezáltal a termék minőségét. (Cunningham és Lawrence 1977). A reakció eredményezheti kloroform, széntetraklorid és klór-metán képződését. Másrészt, az ózon esetében az oxidációs reakció során nem marad hátra maradványanyag.

Az ózon élelmiszer-feldolgozásban való fontos előnye, hogy a mai napig biotermékeknek nevezhető. A szerves fertőtlenítőszer - élelmiszerekkel érintkező felületfertőtlenítőként szükséges bejegyeztetni az Egyesült Államok Környezetvédelmi Hivatalánál. Az ózon FDA engedélyt kapott élelmiszerekkel érintkező felületek fertőtlenítésére, valamint élelmiszereken történő közvetlen alkalmazásra.

Az ózon felhasználása az élelmiszer-feldolgozásban az utóbbi években széles körben elfogadottá vált, és felhasználási köre túlmutat a felszíni alkalmazási módokon. Az FDA (2004) nyilatkozata szerint: „az ózon olyan anyag, amely képes csökkenteni a káros mikroorganizmusok szintjét, így például a patogén *E. coli* törzsek és a *Cryptosporidium* kórokozók szintjét levekben. Az ózon olyan élelmiszer-adalékanyagként lett elfogadva, amely biztonságosan alkalmazható antimikrobiális szerként egyes élelmiszerek kezelésében, tárolásában és feldolgozásában a 21 CFR 173.368 szabványban előírt felhasználási feltételek mellett.”

Jelen vizsgálat fő célja az oxidációs gázok alkalmazásának az értékelése volt, beleértve az EcoQuest Sugárzó Katalitikus Ionizációs kamra (RCI) és az EcoQuest Breeze AT ózongenerátor által generált oxidatív gázok alkalmazását rozsdamentes acél felületeken olyan környezeti mikroorganizmusokkal szemben, mint az *E. coli*, az *L. monocytogenes*, a *Streptococcus pneumoniae*, a *Pseudomonas aeruginosa*, a *Bacillus globigii*, az *S. aureus*, a *C. albicans* és a *Stachybotrys chartarum*.

ANYAGOK ÉS MÓDSZEREK

Tenyészetek előkészítése

A vizsgálat során a következő baktérium- és gombakultúrákat használtuk: *B. globigii* (Amerikai típus törzsanyag-gyűjteményi szám [ATCC]: #31028, 49822, 49760);

S. aureus (ATCC #10832D, 25178, 11987); *C. albicans* (ATCC #96108, 96114, 96351); *S. chartarum* (ATCC #18843, 26303, 9182); *P. aeruginosa* (ATCC #12121, 23315, 260); *E. coli* (ATCC #27214, 19110, 67053); *S. pneumoniae* (ATCC #27945, 29514, 10782); és *methicillin-rezisztens S. aureus* (ATCC #33591). A tenyészetek az ATCC által ajánlott utasítások alapján lettek újjáélesztve. *L. monocytogenes* (KSU #56 and 70).

A baktérium-, az élesztő- és a penészfajták egymástól függetlenül lettek kitenyésztve triptikáz szója agar (Difco Laboratories, Detroit, MI) és élesztőkivonatos táptalajban (Difco Laboratories) közepes exponenciális fázisig, amit átmosás és reszuszpendálás követett 0,1% peptonvízben. A mikrobatenyészetek fajtípusonként voltak kombinálva, kb. 10^8 cfu/ml-ig. **Minta előkészítése és a kezelés**

Az ózongenerátorok validálásához használt mikroba-fajokat mikrobiális koktélokként vizsgáltuk, amelyeket 6,3 \times 1,8 cm, #8 fényezésű rozsdamentes acél szelvényekre oltottunk. (kétoldali terület: 17,64 cm²). Négy rozsdamentes acél szelvény lett bemeztve minden egyes mikrobiális oltóanyagba, majd a szelvényeket 15 másodpercig vortexelésnek vetették alá, így optimalizálva a mikrobiális szétesztelést (diszperzió). Autoklavozással sterilizált csiptetők (Universal Brand, Des Plaines, IL) segítségével a rozsdamentes acélszelvények hűtőrácsra lettek függesztve, ahol 1 órán át száradtak lamináris áramlású biológiai biztonsági fülkében. A rozsdamentes acél szelvényekhez kapcsolódó kiindulási mikrobiológiai populációk a 10^5 - 10^6 cfu/cm-es tartományban voltak. A beoltott rozsdamentes acélszelvényeket vezérelt légáramlású vizsgálati fülkébe (Mini-Environment Enclosure, Terra Universal, Anaheim, CA) helyeztük át, ahol 26°C hőmérsékleten, 46% relatív páratartalom (környezeti feltételek) mellett az EcoQuest RCI-kamrával kezeltük 0, 2, 6 és 24 órás behatási idővel. Az EcoQuest Breeze AT ózongenerátort külön ki lett értékelve 0, 2, 6 és 24 órás behatási időkre. Az EcoQuest Ozone Breeze AT ózongenerátor értékelése során az ózonszinteket a Model 500 Aeroqual ózommérő készülékkel (Auckland, Új-Zéland) vizsgálták. Az EcoQuest Ozone Breeze AT ózongenerátorral végzett kezelés során a kamrában az ózonszintet 0,02 ppm értéken tartották. A kezeletlen beoltott szelvényeket 0 és 24 óra elteltével kiértékeltek, mint negatív kontrollmintákat.

Mintavétel

Az ózonnal való érintkezési idő leteltével a szelvényeket 30 ml 0,1%-os peptonvízbe helyezték és 30 másodpercig vortexelték; a mintákat sorozatosan hígították és triptikáz szója agarra (Difco Laboratories) szélesztették a baktériumok visszanyerése érdekében. Az élesztő- és penész kultúrákat burgonya-dextróz-agarra (Difco Laboratories), illetve kukoricadara-agarra (Difco Laboratories) szélesztették. A négyzetméterenkénti telepkepző egységek számát 24 óra (35 °C) vagy 5 napos (30 °C) inkubálás után becsülték meg baktériumok és élesztők, illetve penészgombák esetében.

EREDMÉNYEK:

A felületi vizsgálatot a kezeletlen kontrollminták kiértékelésére az 1. ábra mutatja.

A negatív kontrollminták mikrobacsökkenése 24 óra elteltével az *S. aureus* esetében 0,68 log cfu/cm²), *E. coli* (0,27 log cfu/cm²), *Bacillus* spp. (0,35 log cfu/cm²), *S. aureus* (0,47 log cfu/cm²), *Streptococcus* spp. (0,31 log cfu/cm²), *P.aeruginosa* (0,52 log cfu/cm²), *L.monocytogenes* (0,39 log cfu/cm²), *C. albicans* (0,45 log cfu/cm²) és az *S. chartarum* (0,30 log cfu/cm²). A kezeletlen kontrollmintáknál a csökkenés 24 óra elteltével a 0,3 és 0,6 log cfu/cm² közötti tartományban volt.

Az EcoQuest RCI-kamra által a #8 fényezésű rozsdamentes acél szelvényekre gyakorolt kórokozós szám csökkenés 0, 2, 6 és 24 órás behatási idő után a 2. ábrán látható. A 0,02 ppm ózonszint expozíció az összes vizsgált mikrobapopulációt legalább 0,7 log cfu/cm²-rel csökkentette az összes vizsgált mikroorganizmusban, mindössze 2 óra behatási idő után. A hosszabb behatási idők nagyobb csökkentést eredményeztek, ahol a legnagyobb

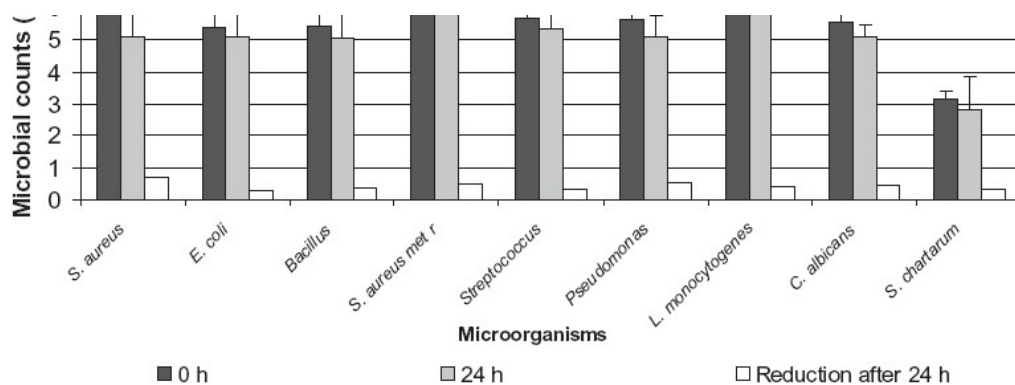


FIG. 1. MICROBIAL SURVIVAL AFTER 24 H INOCULATION ON STAINLESS STEEL COUPONS

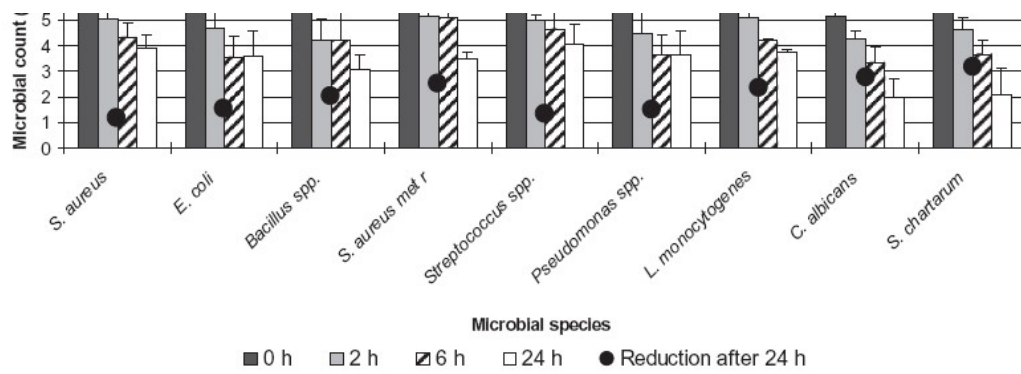


FIG. 2. DECONTAMINATION OF HIGHLY POLISHED STAINLESS STEEL SURFACES USING THE ECOQUEST RADIANT CATALYTIC IONIZATION CELL

csökkenés a 24 órás behatási időnél volt kimutatható. Az össz kórokozószám-csökkenés átlagértéke 24 órás behatási idő után *S. aureus*² esetében 1,17 log cfu/cm², *E. coli* (1,53 log cfu/cm²), *Bacillus* spp. (2,02 log cfu/cm²), methicillin-resiztant *S. aureus* (2,50 log cfu/cm²), *Streptococcus* spp. (1,33 log cfu/cm²), *P. aeruginosa* (1,48 log cfu/cm²), *L. monocytogenes* (2,35 log cfu/cm²), *C. albicans* (2,75 log cfu/cm²) and *S. chartarum* (3,16 log cfu/cm²) volt. A csökkenést úgy számoltuk ki, hogy vettük a 0–24 órás eredményeket + a negatív kontroll 24 óra elteltével mutatott csökkenését.

Az EcoQuest Breeze AT ózongenerátorra bevizsgált mikroorganizmusok eredményei a 3. ábrán láthatók. A 0,02 ppm ózonszint-behatás legalább 0,2 és 0,4 log cfu/cm² csökkenést eredményezett 2 és 6 órás ózon

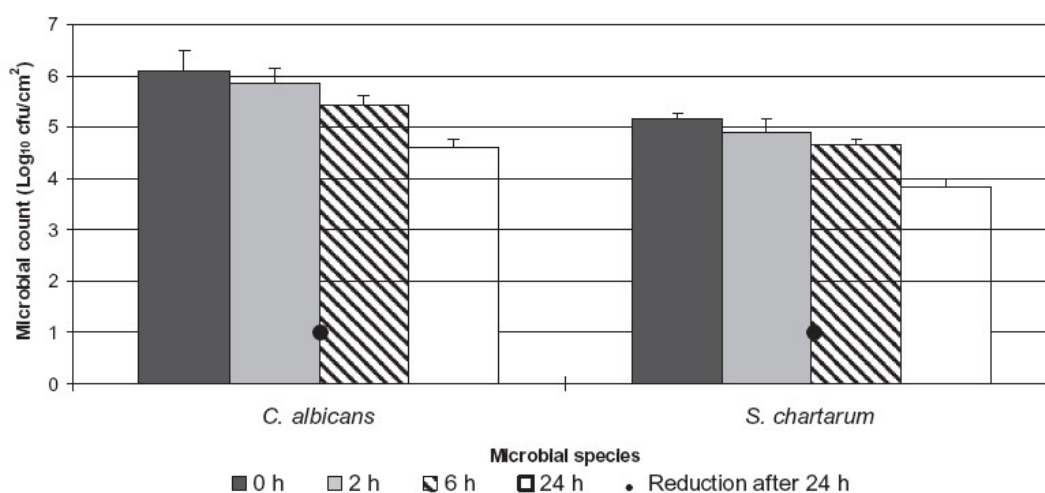


FIG. 3. OZONE DECONTAMINATION ON HIGHLY POLISHED STAINLESS STEEL SURFACES USING THE ECOQUEST BREEZE AT OZONE GENERATOR

behatást követően. 24 órás behatás után (a korábban leírtak szerint számítva) a *C. albicans* és a *S. chartarum* átlagos csökkenése 1,02, illetve 1,01 log cfu/cm² volt.

KIFEJTÉS:

Az ipar már sok éve alkalmaz olyan oxidatív gázokat, mint például az ózon, ráadásul többféle alkalmazásban, így például szagsemlegesítés, víztisztítás és fertőtlenítés céljából. Ózonnal oxidálhatóak az olyan szerves anyagok, mint a baktériumok és a penész, sterilizálható a levegő és semlegesíteni lehet szagokat és mérgező füstöket. (Mork 1993). Az a terület, ahol az ózontechnológia a jövőben jobban felhasználható, a környezeti szennyeződések eltávolítása. Beszámoltak arról, hogy a beteg levegőjű épületek helyreállításához vagy a professzionális fertőtlenítéshez mindössze 9 ppm alatti ózonszint is elegendő. (Khurana 2003). Jelen vizsgálat során beigazolódott, hogy már a 0,02 ppm és annál alacsonyabb szintek is hattással vannak a környezeti mikroorganizmus- populációk csökkentésére.

Az ilyen típusú technológiák alkalmazása azokon a területeken lehet a legelőnyösebb, ahol a környezeti szennyezettség egyre nagyobb gondot okoz, így

például az egészségügyben. A krónikus osztályokon a kórházi fertőzéstől való félelem problémát jelent, mivel a betegek tartósabban ki vannak téve a fertőzések kockázatának. Az idős népesség várható növekedése az elkövetkező néhány évtizedben kiemelt fontosságú feladattá teszi a fertőzések megelőzését a tartós ápolást/gondozást biztosító intézményekben. (Nicolle 2001).

Az élelmiszeriparban alkalmazott ózon nagyhatású széles spektrumú antimikrobiális szernek bizonyult, amely eredményesen felhasználható baktériumok, gombák, vírusok, protozoonok, valamint baktérium- és gombaspórák ellen. Kim és *mtsai*. egyik vizsgálata (1999) megállapította, hogy a mindössze 1,3 ppm 5 percig tartó ózonos öblítés több mint 99,9%-kal csökkentette a salátán található pszichotróf és mezofil baktériumok számát. Az ebben a tanulmányban értékelt ózontechnológia erőforrást biztosítana a feldolgozók számára a környezeti szennyeződések csökkentésére, kiegészítve azok bevett higiénés gyakorlatát.

Tudomásunk szerint ez az első vizsgálat a rozsdamentes acél felületeken jelenlévő mikrobák csökkentésének tesztelésére, a kórokozókat oxidatív gázok és gáznemű ózon hatásának kitéve. Ebben a vizsgálatban az alacsony ózonkoncentráció (0,02 ppm) az összes vizsgált mikroorganizmus mennyiségét legalább 90%-kal csökkentette rozsdamentes acél felületeken történő 24 órás behatást követően.

Rövid behatási idő (2 óra) 0,02 ppm ózonszint esetén az összes vizsgált mikrobapopulációt legalább 0,7 log cfu/cm²-rel csökkentette az összes tesztelt mikroorganizmusban. Beszámoltak arról, hogy az ózon antimikrobiális aktivitása a sejtmembránt károsító, erőteljes oxidációs hatásán alapul. (Pope és *mtsai*. 1984). Az ózon néhány másodpercen belül képes elpusztítani a baktériumokat a sejtlyzisz néven ismert eljárás révén. Az ózon molekulárisan felszakítja a sejtmembránt, szétszórja a sejt citoplazmáját és lehetetlenné teszi a mikrobiális túlélést. Mindezek miatt, a mikroorganizmusok nem képesek ózonrezisztens törzsek kifejlesztésére, ezért nincs szükség a biocidok időszakos cseréjére. (Pope és *mtsai*. 1984).

Az EcoQuest RCI-kamra és az EcoQuest Breeze AT ózongenerátorok környezeti körülmények között 2 órán belül csökkentették a rozsdamentes acél felületeken megtelepedő mikrobapopulációkat, hosszabb behatási idők mellett nagyobb mikrobiális pusztulást eredményezve. Az RCI-kamra hatékonyabban csökkentette a mikrobiológiai populációkat, mint a Breeze AT ózongenerátor, rövidebb, 2 és 6 órás expozíciós idők mellett. Jelen vizsgálatot bebizonyította, hogy az RCI-kamra által termelt alacsony oxidatív gázsztint hatékony felület-fertőtlenítő eszközként szolgálhat az élelmiszer-feldolgozásban, a beteg épületek helyreállításában és az egészségügyi alkalmazásokban.

HIVATKOZÁSOK

- BANFLETH, W.P. and KOWALSKI, W.J. 2005. Indoor-air quality: Issues and resolutions. *HPAC Eng.* 77(6), 6–16.
- CHOTANI, R.A., ROGHMANN, M. and PERL, T.M. 2004. Nosocomial infections. In *Infectious Disease Epidemiology: Theory and Practice* (N.M.H. Graham, C. Masters and K.E. Nelson, eds.) pp. 655–673, Jones and Bartlett Publishers, London, England.
- CUNNINGHAM, H.M. and LAWRENCE, G.A. 1977. Effect of exposure of meat and poultry to chlorinated water on the retention of chlorinated compounds and water. *J. Food Sci.* 42(6), 1504–1505, 1509.
- FINK, R. 1994. The science of cleaning: Ozone, nature's oxidizer and deodorizer. *Cleaning Management*, ER-4.
- GUNNARSSON, M., WALTHER, S.M., SEIDAL, T., BLOOM, G.D. and LENNQUIST, S. 1998. Exposure to chlorine gas: Effects on pulmonary function and morphology in anaesthetised and mechanically ventilated pigs. *J. Appl. Toxicol.* 18(4), 249–255.
- HOTA, B. 2004. Contamination, disinfection, and cross-colonization: Are hospital surfaces reservoirs for nosocomial infection? *Clin. Infect. Dis.* 39, 1182–1189.
- KHURANA, A. 2003. Ozone treatment for prevention of microbial growth in air conditioning systems. Masters Thesis, University of Florida, Gainesville, FL.
- KIM, J.G., YOUSEF, A.E. and CHRISM, G.W. 1999. Use of ozone to inactivate microorganisms on lettuce. *J. Food Safety* 19, 17–33.
- KOHN, L., CORRIGAN, J. and DONALDSON, M. 1999. To err is human: Building a safer health system. Institute of Medicine, National Academy Press, Washington, DC. <http://www.nap.edu/books/0309068371/html/> (accessed May 20, 2005).
- KUSUMANINGRUM, H.D., PALTINAITE, R., KOOMEN, A.J., HAZELEGER, W.C., ROMBOOTS, F.M. and BEUMER, R.R. 2003. Tolerance of *Salmonella enteritidis* and *Staphylococcus aureus* to surface cleaning and household bleach. *J Food Prot.* 66(12), 2289–2295.
- MARTIN, J.G., CAMPBELL, H.R., IJIMA, H., GAUTRIN, D., MALO, J.L., EIDELMAN, H., HAMID, Q. and MAGHNI, K. 2003. Chlorine-induced injury to the airways in mice. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 168(5), 568–574.
- MORK, D.D. 1993. Removing sulfide with ozone. *Water Conditioning and Purification Magazine (WC & P)* August, 1993, 34–37.
- NICOLLE, L.E. 2001. Preventing infections in non-hospital settings: Long-term care. *Emerg. Infect. Dis.* 7(2), 205–207.
- POPE, D.H., EICHLER, L.W., COATES, T.F., KRAMER, J.F. and SORACCO,

- R.J. 1984. The effect of ozone on *Legionella pneumophila* and other bacterial populations in cooling towers. *Curr. Microbiol.* 10(2), 89–94.
- PUROFIRST. 2000. *Ozone. 411 Information Please: Technical Data for Fire, Smoke, and Water Damage Restoration & Reconstruction*, 8(8), PuroSystems, Inc., Tamarac, FL.
- RUSSELL, D., BLAIN, P.G. and RICE, P. 2006. Clinical management of casualties exposed to lung damaging agents: A critical review. *Emerg. Med. J.* 6, 421–424.
- TILTON, D. 2003. Nosocomial infections: Diseases from within our doors. <http://www.nursingceu.com/NCEU/courses/nosocomial/> (accessed May 15, 2005).
- UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA). 2001. Children and microbial food borne illnesses. <http://www.ers.usda.gov/publications/FoodReview/May2001/FRV24I2f.pdf> (accessed October 27, 2006).
- UNITED STATES FOOD AND DRUG ADMINISTRATION (FDA). 2001. Food ingredients and packing. <http://www.cfsan.fda.gov/~dms/opa-ap01.html> (accessed October 27, 2006).
- UNITED STATES FOOD AND DRUG ADMINISTRATION (FDA). 2003. Food and drugs. <http://www.cfsan.fda.gov/~lrd/FCF173.html> (accessed October 27, 2006).
- UNITED STATES FOOD AND DRUG ADMINISTRATION (FDA). 2004. Recommendations to processors of apple juice or cider on the use of ozone for pathogen reduction purposes. <http://www.cfsan.fda.gov/~dms/juicgu13.html> (accessed July 27, 2005).