

Grósz Zoltán – Kuti Rajmund – Takács Krisztina

grosz.zoltan@uni-nke.hu kuti.rajmund@sze.hu takacskr@nebih.gov.hu

BIOLÓGIAI FERTŐTLENÍTŐ ANYAGOKKAL SZEMBEN TÁMASZTOTT KÖVETELMÉNYEK

Absztrakt

A híradások naponta beszámolnak különféle biológiai veszélyhelyzetekről, járványokról. A megfelelő megelőző intézkedések nélkül, a humán és technikai feltételek hiányában a vírusok gyorsan terjednek, pandémiás veszélyhelyzetek alakulnak ki. A járványveszély kezelése, a fertőzések továbbterjedésének megakadályozása, a megfelelő fertőtlenítőszerrel történő hatékony fertőtlenítési eljárások alkalmazása nélkül nem valósulhat meg. Kutatásaink során fizikai, kémiai tulajdonságok, továbbá hatásspektrum szerint vizsgáltuk a Magyarországon elérhető fertőtlenítő anyagokat. Eredményeinkkel hozzá szeretnénk járulni a hatékony gyakorlati alkalmazáshoz, valamint segítséget kívánunk nyújtani a beavatkozásokat legtöbb esetben végrehajtó hivatásos szervezetek egységeinek.

The news reports about several biological threat situation and, epidemics every day. Without proper preventive measures, viruses spread rapidly because of the lack of human and technical conditions which develops pandemic emergency. The pandemic risk management and preventing infections from spreading could not be achieved without the implementation of effective disinfection procedures done by the appropriate disinfectants. During our study, available disinfecting substances were examined in Hungary, according to their physical, chemical properties and spectrum of activity. The detected results would contribute the effective practical application and would also help the professional organizations participants in interventions.

Kulcsszavak: *járvány, biológiai veszély, kárfelszámolás, fertőtlenítési eljárás, fertőtlenítő anyag ~ epidemic, biological hazards, remediation, disinfection, disinfection materials.*

BEVEZETÉS

A különféle járványok, fertőzések megelőzésének, kezelésének problémái mindig komoly kihívás elé állították az emberiséget. Kezdetben a betegek elkülönítésével, a városokba történő bezárkózással próbálták elkerülni a fertőzések továbbterjedését. Felismerték, hogy legtöbb esetben a halottak terjesztik a kórt, a tűz megakadályozza a járványok terjedését, ezért az érintett területeken a halottakkal együtt mindent elégettek. Földünkön jelenleg is pusztítanak járványok, a tudomány azonban lehetővé tette, hogy az érintett területek felégetése helyett különféle eljárásokkal, vegyi anyagok alkalmazásával gátolják meg a biológiai kórokozók terjedését.

A globális felmelegedés hatásairól sem lehet megfeledkezni, ugyanis azok a veszélyhelyzetek kialakulásában és a kárfelszámolás hatékonyságában is szerepet játszanak [1]. Napjainkban egyre többször alakulnak ki biológiai veszélyhelyzetek, melyek során különféle kórokozók veszélyeztethetik a kárfelszámolást végzőket, a humán környezetet, ezért a fertőzésveszély kezelése fontos feladat. A biológiai szennyező anyagok közömbösítése, vagy eltávolítása érdekében biológiai mentesítést, más néven fertőtlenítést (dezinfekció) kell végezni. A fertőtlenítés rendkívül költséges, időigényes folyamat, hatékony végrehajtásához hatékony fertőtlenítő anyagok és eljárások alkalmazása szükséges. Cikkünkben a Magyarországon leggyakrabban alkalmazott fertőtlenítő anyagokat mutatjuk be, elősegítve ezek gyakorlati alkalmazását.

FERTŐTLENÍTŐ ANYAGOK

A fertőtlenítő anyagok alkalmazásához elengedhetetlen a feladatokat végző állomány elméleti és gyakorlati oktatása, felkészítése a biológiai veszélyekre [2]. Meg kell ismerniük a fertőtlenítő anyagok fizikai kémiai tulajdonságait, az alkalmazhatóságuk követelményeit, a személyi védőfelszerelések használatának szabályait. Korábbi írásunkban már foglalkoztunk a fertőtlenítési eljárások fajtáival, bemutattuk a feladatok végrehajtásához szükséges személyi és tárgyi feltételeket is.

A fertőző anyagok jelenlétében történő különféle beavatkozások során törekedni kell a folyamatos fertőtlenítés végrehajtására. A hatékony fertőtlenítés feltételeinek és logisztikai hátterének megteremtése alapos és körültekintő tervezést igényel [3]. A folyamat fontos része a megfelelő fertőtlenítési eljárás és fertőtlenítő anyag megválasztása. Ismert eljárások a kémiai eljárás, a sugárzó energiával történő fertőtlenítés, valamint a hőenergia alkalmazása.

Terepen, különféle kárhelyszíneken történő fertőtlenítési feladatok során legtöbb esetben a kémiai eljárások kerülnek alkalmazásra, ezért az ezekhez szükséges fertőtlenítő anyagok a következőkben részletesen is bemutatásra kerülnek.

Az alkalmazni kívánt fertőtlenítő anyag kiválasztásánál a kívánt hatás elérése érdekében, fontos a következő követelmények figyelembe vétele.

A kémiai fertőtlenítő anyagokkal szemben támasztott követelmények:

- Széles határspektrum,
- Gyors hatásidő,
- Kiváló fertőtlenítő hatás,
- Jó vízdékonyság,
- Megbízhatóság,
- Kémiai stabilitás,
- Ne legyen korrozív,

- Ne legyen tűzveszélyes,
- Legyen környezetbarát,
- Alkalmazása gazdaságos legyen [4].

Kémiai eljárások hatását befolyásoló tényezők:

- Koncentráció,
- Kémhatás,
- Szelektivitás,
- Kapilláráktív hatás,
- Mechanikus hatás.

A kémiai fertőtlenítő anyagok fertőtlenítő hatás szempontjából történő csoportosítása:

- Baktériumok szaporodását gátló hatás (bakteriosztatikus),
- Baktériumölő (baktericid),
- Csíraszám csökkentő hatás (szalációs effektus),
- Spóraölő (sporicid),
- Vírus inaktiváló (virucid),
- Gombaelemeket pusztító (fungicid),
- Parazitákat pusztító (paraziticid) [5].

A fenti követelményeknek megfelelő fertőtlenítő anyagok előállítása figyelembe véve a magas kritériumrendszert komoly feladat. Ebből adódóan a komplex hatásmechanizmusú termékek beszerzése költséges, ezért Magyarországon több olyan fertőtlenítőszer is a rendszerben van, amelyek nem minden feltételnek felelnek meg [6].

Következőekben a leggyakrabban alkalmazott kémiai fertőtlenítő anyagokat mutatjuk be. Oxidálva fertőtlenítő anyagok (vízzel való reakciójával erős fertőtlenítő hatású naszcenz oxigén keletkezik)

Klór és vegyületei

- $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \Rightarrow \text{HOCl} + \text{HCl}$; $\text{HOCl} \Rightarrow \text{HCl} + \text{'O'}$ (redukál, a fehérjét oxidálja)
- Nátrium-hipoklorit: $\text{NaOCl} \Rightarrow \text{NaCl} + \text{'O'}$ (só, lúgos kémhatású, vizes oldata sárga)
- Kalcium-hipoklorit (klórmész): Ca(OCl)_2 (vízben oldódó por, átlátszó folyadék, savak hatására klórgáz fejlődik)
- Klóraminok: (hidrolízise során NaOCl keletkezik. Kevésbé izgatják a bőrt. Ilyen anyag a Flórasept.

Jód és vegyületei

- A jód kristályos, halogén elem. A bőrt és nyálkahártyát is izgatja, szublimál, szilárból légnemű lesz. Vízben jól oldódik, oxidáló hatású. Fertőtlenítésre a jódtinktúrát használják.
- Jódtinktúra: 82 % alkoholos oldatban 5 % jód és 4 % kálium-jodid, mely a szövetizgató hipo-jodidok keletkezését gátolja.
- Lúgos oldat: a jód 5 % Kálium-jodidos vizes oldata.
- Jodforok: Az elemi jód felületaktív anyagokkal alkotott komplexei. A komplexekből felszabaduló elemi jódtól függ a fertőtlenítő hatás.

Hidrogén-peroxid (H_2O_2)

- Színtelen, nagy tömegben halványkék. A víznél sűrűbb, folyékony. Kémhatása gyengén savas. Erős oxidálószer, ezért hatékonyan használható fertőtlenítésre.

Kálium-permanganát (KMnO₄) (hipermangán):

- Ibolyaszínű, kristályos anyag, vízben jól oldódik, oldata lila színű, naszcensz oxigén felszabadulása közben bomlik. Fertőtlenítő hatása kiváló, mert a test szöveteivel érintkezve naszcensz oxigén hasad le belőle, amely fertőtlenít, szagtalanít.

Redukálva fertőtlenítő anyagok

Aldehidek

- Aldehyd származékok: (széles spektrumú fehérje kicsapó hatású fertőtlenítők, melyek a baktériumok citoplazmatikus membránját és az enzimrendszerét károsítják.
- Formalin (HCHO) a formaldehyd 40 %-os vizes oldata. Helyiségek és eszközök fertőtlenítésére használják.
- Lysoform: a formaldehyd alkoholos oldata
- Kálicszappanos oldat 2-3 %, gombaellenes, eszközfertőtlenítő.
- Hexametilén-tetramin: formalin és az ammónia addíciós vegyülete. Tartalmazzák: virusept, klórhexidin.

Fenol származékok

- Fertőtlenítő hatása abban rejlik, hogy a kórokozók sejtmembránjának áteresztőképességét fokozza.
- Krezol: színtelen vagy sárga folyadék, vízben kevésbé oldódik
- Hexaklorofén: fehér por, erős bakterocid, fungicid hatású, dezodoráns, fertőtlenítő szappanokban is alkalmazzák.

Fehérje kicsapódással fertőtlenítő anyagok

- Alkoholok: Leghatékonyabban az 1-2 értékűek alkalmazhatók. Hatásuk: a fehérje koaguláción (fehérje kicsapódás) alapul, csak a vegetatív állapotban lévőket öli meg, a latenszt nem. Vízelvonó hatású.
- Etil-alkohol (CH₃-CH₂-OH) (spiritus concentricutinius)
- 96 %-os alkohol: spiritus cencentratissimus
- 90 %-os alkohol: spiritus concentratus
- 70 %-os alkohol: spiritus dilitus
- Propanol: 70 %-os oldatát használjuk fertőtlenítésre
- Izopropanol: izopropil-alkohol 60%-os töménységben
- Glikol: 2 értékű alkohol. A bőrre közvetlenül nem használjuk, levegő fertőtlenítésére a gőzei megfelelőek.

Fémek, fémsók:

- Elsősorban a nehézfémek hajlamosak a fehérjekicsapásra.
- Ezüst és vegyületei: ezüst-nitrát (lapisz), állatorvosok mai napig használják
- Higan-y-klorid (HgCl₂): Fehér, kristályos anyag, vízben jól oldódik, fehérjéket kicsapja, 0,1-0,2 m/m %-os oldatát használjuk fertőtlenítésre

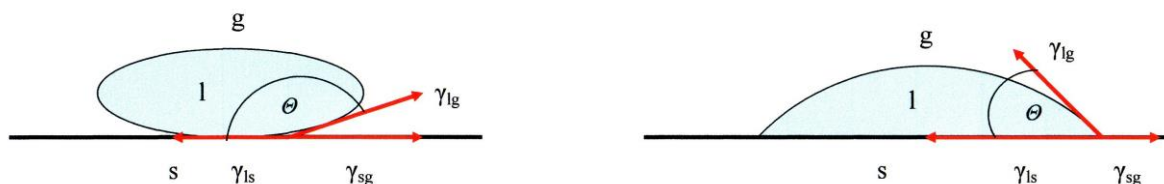
Savak:

- Bórsav
- Szalicilsav
- Benzoésav, sói: nátrium-benzoátok
- Para-oxi-benzol
- Metil észterek: nipagin M
- Etil észterek: nipagin A
- Solotio-conservans nipasol M (nipagin M alkoholos oldata) [7].

FELÜLETAKTÍV ANYAGOK ALKALMAZÁSA FERTŐTLENÍTŐ OLDATOKBAN

A különféle fertőtlenítő anyagok legtöbb esetben vizes oldatban kerülnek felhasználásra. A víz nagy felületi feszültsége alapvetően nem előnyös a fertőtlenítésre történő alkalmazás szempontjából.

Régi és közismert jelenség, hogy a folyadékok gáztérben, vagy velük nem elegyedő folyadékokban gömbalakot – vagyis a legkisebb felületű alakot – igyekeznek felvenni. A felületi feszültség tulajdonképpen az az ellenállás, amelyet a folyadék felszín tanúsít azzal az erővel szemben, amely a felületét meg akarja növelni. A felületi feszültség tehát a felület egységnyi hosszúságában működő, felületet csökkentő erő. Mértékegysége: N/m. A vízcsepp körülvevő anyagok molekulái a vízcseppre különféle erőket fejtenek ki. Ha az erők vízmolekulára kifejtett hatása elhanyagolható (levegő: g) a kohéziós erőhöz képest, akkor a víz felületén lévő részecskék a kohéziós erő hatására a folyadék belseje felé igyekeznek elmozdulni, vagyis a felület tényleg csökken. Ezeknek az erőknek a víz (l) molekuláira kifejtett hatása nem hanyagolható el, ha a vízcsepp egy szilárd (s) felületre került. A vízcsepp jobban, vagy kevésbé terül szét azon – nedvesíti, vagy kevésbé nedvesíti a felületet – a vonzó és taszító erők függvényében. A nedvesítés mértéke a nedvesítési peremszöggel (θ) jellemezhető. Ha a peremszög nagyobb 90° -nál, akkor részleges nem nedvesítésről, ha kisebb 90° -nál, részleges nedvesítésről beszélünk. A vízcsepp nedvesítés hatására történő változását a következő ábra szemlélteti.



1. sz. ábra: Víz felületi feszültségének változása nedvesítés hatására (Forrás: [8])

A közös határfelületen fellépő erőket a határfelületi feszültséggel jellemezzük γ_{ls} , γ_{sg} , γ_{lg} . A nedvesítés mértéke a határfelületi feszültségek módosításával is befolyásolható. A felületi feszültséget különféle adalékanyagok, nedvesítő szerek (például tenzidek) hozzáadásával lehet csökkenteni. Az adalékanyag csökkenti a víz felületi feszültségét és olyan hatást fejt ki, hogy a fertőtleníteni kívánt anyag felülete és a vízmolekulák között nagyobb lesz a vonzó, mint az egyes vízmolekulák között. Így a víz rátapad az anyagok felületére, könnyebben hatol be a porózus felületi részekbe, ezáltal felgyorsul a folyamat [8]. Fertőtlenítési munkálatok során is jelentkezik ez a probléma, ugyanis a különféle berendezésekből kijuttatott oldatok cseppjei a fertőtleníteni kívánt felületet nem nedvesítik kellően, így a kívánt hatás elérése érdekében több oldat kerül felhasználásra.

Felületaktív anyagok

Leggyakrabban alkalmazott felületaktív anyagok a tenzidek, melyek alkalmazásával a vizes oldatok felületi feszültségét csökkentik. Hatásuknál fogva lehetővé teszik az oldatok megtapadását erősen szennyezett felületeken is. Alkalmazásukkal könnyebbé válik a zsírok, egyéb szerves apoláris szennyeződések fellazítása, eltávolítása így a fertőtlenítő anyag hatásának kifejtését növelik, ezzel a fertőtlenítő folyamatot is felgyorsítják.

A felületaktív anyagok lehetnek ionosak és nem ionosak:

Ionos felületaktív anyagok:

Aanionaktív anyagok:

Önmagukban nincs fertőtlenítő hatásuk, de oldják a lipideket, ezzel elősegítve a dezinficiensek mikrobaölő hatásának kifejtését. Ilyen anyagok a különféle szappanok, egyszerű mosogatószer.

Kationaktív anyagok:

Az anion aktív tenzidekhez képes fordított molekula szerkezetűek, bennük a kation a felületaktív, lipideket emulgeáló rész, kémiai szerkezetüktől függően enyhe fertőtlenítő hatást is kifejtenek. Ilyen anyagok az invert szappanok. A kationaktív tenzideket nem szabad keverni anionaktív tenzidekkel, mert azok hatását közömbösítik.

Amfoter tenzidek:

A kationaktív tenzidekhez hasonlóan jó szennyelazító és tisztító tulajdonságúak, egyben fertőtlenítő hatást is képesek kifejteni. Kombinált fertőtlenítő szerekben alkalmazzák.

Nem ionos felületaktív anyagok:

Önmagukban nincs fertőtlenítő hatásuk, de kiváló zsíroltó és szennyeltávolító hatásuknál fogva más dezinficiensek mikrobaölő hatását elősegítik. Ilyenek a mosóaktív szappanok, mosogatószer.

MAGYARORSZÁGI GYAKORLAT

Magyarországon olyan fertőtlenítési feladatokat, melyek során nagy mennyiségű fertőtlenítő anyag kerül felhasználásra leggyakrabban a hivatásos kárfelszámoló szervezetek – Katasztrófavédelem, Magyar Honvédelem – egységei végeznek, elsősorban árvízi védekezés záró fázisaként, vagy biológiai szennyezéssel járó balesetek utómunkálatai során. A fentiekben felsorolt követelményeknek megfelelő fertőtlenítő anyagok beszerzése komoly anyagi ráfordítást igényel, mely források sajnos nem mindig állnak rendelkezésre, ezért a magyar kárfelszámolási szervezetek legtöbb esetben kalcium-hipoklorit $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ oldatot, nátrium-hipoklorit NaOCl oldatot, és etil-alkoholt $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ használnak fertőtlenítésre. Ezeknek az anyagoknak az előnye a széles körben történő alkalmazhatóság, ugyanakkor komoly terhelést jelentenek a környezeti elemekre, főleg a kalcium-hipoklorit.

A különféle állati járványokkal, állatbalesetekkel kapcsolatos fertőtlenítési feladatokat az állategészségügy felügyeli. A hatékony fertőtlenítőszer használata elengedhetetlen az állategészségügyben is, hiszen hazánkban is felbukkannak különféle járványok, melyek sok esetben nem csak az állatokra veszélyesek, hanem zoonózis is kialakulhat. Ilyen esetekben a fertőző betegségek állatról emberre is képesek áterjedni. Az állategészségügyi hatóságok feladata többek között a különböző állatbetegségek, járványok megállapítása, kivizsgálása, továbbá ezek elleni védekezés elrendelése, melyben kiemelt szerephez jut a fertőtlenítés. A fertőző állatbetegségek megelőzéséhez és leküzdéséhez a 41/1997. (V.28.) FM rendelet egy fertőtlenítési útmutatót állított össze, amelyben szabályozzák, hogy a különböző betegségek esetén milyen fertőtlenítőszer, illetve milyen koncentrációban kell alkalmazni.

Az állategészségügyben leggyakrabban alkalmazott fertőtlenítőszer:

Lúgok

- Mésztej,
- Nátriumhidroxid 2-4%-os oldata ,
- Káliumhidroxid 2-4%-os oldata,
- Nátriumkarbonát 3-6%-os oldata ,
- Nátriummetaszilikát 1%-os oldata.

Karbonsavak

- Citromsav 0,4%-os oldata,
- Tejsav 1-2%-os oldata,
- Hangyasav 1-2%-os oldata.

Klórtartalmú fertőtlenítő szerek

- Hipokloritok- Nátriumhipoklorit, (aktív klórtartalma 9–12%) 3–6%-os oldatban,
- Klóros mész (aktív klórtartalom 25–30%) 2,0%-os oldatban,

Aldehidek

- Formalin, (a formaldehid 36–40%-os oldata) 1–6%-os oldatban. 15 °C hőmérséklet alatt hatása mérsékelt, ezért abban a hőmérsékleti tartományban használata nem javasolt.

Egyéb fertőtlenítő anyagok

- Jodforok, 1–5%-os oldatban pH: 2,5–4,0,
- Szulfaminsav 0,2 %-os oldata [9].

ÖSSZEGZÉS

A természeti és a humán környezet megóvására egyre nagyobb figyelmet érdemel a jövőben, ezért a kárfelszámolások során fokozottabban törekedni kell a fertőzésveszély kezelésére, továbbá a fertőtlenítés hatékonyságának növelésére. Cikkünkben a Magyarországon leggyakrabban alkalmazott fertőtlenítő anyagokat mutattuk be, ismertette fizikai, kémiai tulajdonságaikat, alkalmazásuk előnyeit, korlátait. A Magyarországon használt anyagok legtöbbször előnye a széles körben történő alkalmazhatóság, ugyanakkor komoly terhelést jelentenek a környezeti elemekre, főleg a kalcium-hipoklorit. A nemzetközi folyamatok is ösztönzően hatnak arra a törekvésre, hogy a környezetet károsító fertőtlenítő anyagokat ki kell váltani olyan fertőtlenítésre alkalmas anyagokkal, amelyek mind hatékonyságban, mind alkalmazhatóságban magasabb értékeket képviselnek. Kutatásainkkal fel kívántuk hívni a figyelmet a téma fontosságára, a cikkben bemutatott fertőtlenítő anyagok alkalmazása segítséget nyújthat a fertőtlenítési feladatokat végrehajtó beavatkozó egységek számára.

Felhasznált irodalom

- [1] HALÁSZ L., FÖLDI L., PADÁNYI J.: Climate change and CBRN defense. *Hadmérnök*, VII 3 (2012), http://hadmernok.hu/2012_3_halasz_padanyi_foldi.pdf 42 – 49. (downloaded: 13 03 2015)
- [2] Grósz Zoltán: Az ABV védelem alapjai, Tankönyv, Zrínyi Egyetemi Kiadó Budapest, 2003.
- [3] Kuti Rajmund: Mentésítési feladatok új dimenziói, Bolyai Szemle, XVI. 1. szám 62-67. p. 2007. ISSN 1416-1443, URL cím: <http://portal.zmne.hu/download/bjkmk/bsz/bszemle2007/1/05%20Kuti.pdf>
- [4] Grósz Zoltán: Vegyi- sugár és bakteriológiai szennyezések mentesítésének elméleti és gyakorlati kérdései a katonai alkalmazásban, Tanulmány, ZMNE VKBT Letéti Könyvtár, 1996
- [5] Dr. Papp Katalin –Ujváriné Dr. Siket Adrienn: Az egészségügy és az ápolás általános alapelvei, Tankönyv, Debreceni Egyetem Egészségügyi Kar, 2014
- [6] Grósz Zoltán: Biológiai Hadviselés, Bolyai Szemle, 1996/2. pp. 30-38.

- [7] Halász László – Grósz Zoltán: ABV védelem, Egyetemi jegyzet, ZMNE Budapest, 2000.
- [8] Kuti Rajmund: A víz tűzoltói felhasználhatóságának lehetőségei, korlátai, Védelem Online: Tűz-és Katasztrófavédelmi Szakkönyvtár, 536, pp 1-7. 2015, URL cím: <http://www.vedelem.hu/letoltes/anyagok/536-a-viz-tuzoltoi-felhasznalhosaganak-lehetosegei-korlatai.pdf>
- [9] 41/1997. (V. 28.) FM rendelet az Állat-egészségügyi Szabályzat kiadásáról, Budapest, 1997.