

INSTITUTUL DE SANATATE PUBLICA BUCURESTI

GHID

**privind implementarea tehnologiilor neincinerante de
inactivare a deșeurilor medicale din România**

Gabriela Bălan

GHID
privind implementarea tehnologiilor neincinerante de
inactivare a deșeurilor medicale din România

Autor:

Biolog principal Gabriela Bălan – coordonator Laborator de
Microbiologia Aerului

Colaboratori:

Inginer Oana Curea – coordonator colectiv Inginerie Sanitară
Inginer Ana – Maria Bratu

**INSTITUTUL DE SANATATE PUBLICA BUCURESTI
SECTIA SANATATEA IN RELATIE CU MEDIUL**

Copyright c 2009

Toate drepturile apartin Institutului de Sanatate Publica Bucuresti

Institutul de Sanatate Publica Bucuresti

Str. Dr. Leonte 1-3, sect.5

Tel: (40 1) 3183620

Fax: (40 1) 3123426

E-mail: gabibalan@ispb.ro

Tiparit la

Tehnoredactare

CUPRINS:

Cuvântul autorului.....	5
Introducere.....	6
I. Tehnologiile alternative, neincinerante si incinerarea deșeurilor medicale.....	6 - 9
II. Scurt istoric al introducerii tehnologiilor alternative, neincinerante în Europa și în România.....	9-10
III. Deșeurile medicale (definiții, clasificare)	11-13
IV. Tehnologiile neincinerante – categoriile mari si procesele (prezentare generală, clasificare).....	13-14
V. Factorii care trebuiesc luați în considerare în selectarea tehnologiilor neincinerante	15-18
VI. Echipamentele de inactivare termica care operează în România la momentul actual (scurtă prezentare).....	18-19
VII. Evaluarea si monitorizarea eficienței microbiologice a inactivării deșeurilor medicale tratate prin procese termice. (metodologie de testare, bioindicatori etc.)	19-26
VIII. Bibliografie.....	26-27

Cuvântul autorului

Organizația Mondială a Sănătății (OMS) recunoaște faptul că, poluarea aerului determinată de incinerarea deșeurilor medicale este o problemă majoră ce trebuie rezolvată. În documentul ” *Managementul deșeurilor din unități sanitare* ” apărut în martie 2004, sub egida OMS, se menționează că pentru statele afiliate la OMS **scopul** pe termen lung va fi: “*Promovarea efectivă a tehnologiilor neincinerante pentru rezolvarea finală a problemei deșeurilor din unitățile sanitare, pentru a preveni: a) îmbolnăvirile determinate de managementul necorespunzător al deșeurilor medicale și b) evitarea expunerii populației la dioxine și furani*”.

Acest ghid își propune să ofere informații generale despre: eliminarea finală a deșeurilor medicale, tehnologiile alternative neincinerante, factorii care trebuie luați în considerare în selectarea tehnologiilor neincinerante și evaluarea și monitorizarea eficienței microbiologice a inactivării deșeurilor medicale tratate prin procese termice. Prezenta lucrare reprezintă rezultatul efortului autorului și colaboratorilor care au dorit să pună la îndemana specialiștilor din unitățile sanitare un ghid privind tehnologiile alternative, neincinerante de inactivare a deșeurilor rezultate din activitatea medicală.

Ghidul se adresează personalului din administrațiile spitalelor, managerilor de unități sanitare, personalului medical din cabinetele medicale de orice tip și membrilor organizațiilor de protecție a mediului în vederea îndeplinirii scopului enunțat mai sus de OMS.

Adresăm mulțumirile noastre conducerii institutului care a făcut posibilă apariția și distribuția prezentului ghid, cât și sponsorilor care au contribuit la finanțarea editării acestuia.

Introducere

Până nu demult, incinerarea a fost metoda predilectă de tratare a deșeurilor medicale periculoase. În anul 1994, Agenția de Protecție a Mediului din SUA (EPA), a făcut o reevaluare a conținutului de **2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-Dioxin** (TCDD) și a compușilor derivați din aerul atmosferic și a constatat faptul că incinerarea deșeurilor medicale este principala sursă de poluare a aerului cu dioxină în SUA. În 1997, EPA a promulgat noi reglementări pentru incineratoarele existente și pentru cele care se vor produce, stabilind noi limite pentru emisiile în aer. Astfel, s-a impus ca toate incineratoarele existente să fie echipate cu aparate de control al poluării aerului pentru a respecta cerințele noii legislații. Pentru marea majoritate a spitalelor și a firmelor ce prestează servicii de incinerare a deșeurilor medicale, a investi în filtre eficiente a reprezentat o activitate prea scumpă.. În SUA, acest lucru a determinat închiderea a peste 5.000 de incineratoare de deșeuri medicale.

I. Tehnologiile alternative, neincinerante și incinerarea deșeurilor medicale

Apariția și dezvoltarea pe scară largă a tehnologiilor alternative, neincinerante au fost determinate de o serie de factori:

1. Incineratoarele emit poluanți toxici în aer

Incineratoarele de deșeuri medicale emit în atmosferă dioxine, furani, metale grele (cum sunt plumbul, mercurul și cadmiu), particule fine de praf, acid clorhidric, dioxid de sulf, oxid de carbon, funingine, produși de ardere incompletă și alți poluanți. Acești compuși au un impact deosebit de negativ asupra sănătății lucrătorilor din incineratoare, a sănătății publice și a mediului. Agenția Internațională de Cercetare a Cancerului (IARC) a clasificat dioxina -**2,3,7,8 - TCDD** în grupa I de produse carcinogene umane (ca cea mai toxică), deși și alte dioxine sunt considerate a fi substanțe cu potențial carcinogen pentru om. De asemenea, dioxinele afectează sistemul endocrin, slăbește rezistența organismului și ele sunt asociate cu aberațiile genetice, diabetul, endometrioza și cu un spectru larg de boli.

În același timp, echiparea adițională sau instalarea diferitelor dispozitive de reducere a emisiilor gazoase va determina creșterea conținutul

acestor poluanți în deșeul în stare solidă, rezultat din incinerare și reprezentat de cenușă, zgură, funingine, etc. De cele mai multe ori, eficiența filtrelor în captarea particulelor este limitată. Se estimează că filtrele rețin numai 5% - 30% din cantitatea de particule foarte fine, mai mici de 2,5 μm. Particulele sub 1 μm sunt greu de reținut. Aceste particule ultrafine sunt înalt reactive, chiar atunci când provin dintr-un material inert. Mai mult, cercetările recente au arătat că inhalarea acestor particule ultrafine poate avea efecte nocive asupra sănătății umane.

2. Reziduurile rezultate din incinerare sunt foarte periculoase

De regulă, nici un echipament aditional sau nici un dispozitiv de reducere a emisiilor gazoase încorporat unui incinerator, nu va reduce cantitatea de dioxine produse în mediu. În schimb, el le va concentra în alt tip de reziduu, în stare solidă reprezentat de: cenușă, zgură, funingine, etc. În practică, s-a constatat că un incinerator care utilizează cea mai avansată tehnologie (tip BAT – the Best Available Technology) produce emisii de gaze în care dioxina cu potențial cancerigen a fost de numai 2% din totalul conținutului de dioxină rezultată din incinerarea deșeurilor medicale. În schimb, conținutul de dioxina din grupa I determinat în reziduu în stare solidă a fost de: 6% - în cenușa, 72% - în zgura, 2% - în depuneri pe instalații și 18% pe filtre din întreaga cantitate de dioxine eliminate. De asemenea, alături de dioxine și furani, cenușa mai conține și alte substanțe periculoase. Ea are un conținut crescut de metale grele (crom, cupru, mercur, nichel, zinc) care pot fi eliberate în mediu.

Funinginea conținând metale grele, dioxină, furani și alte substanțe toxice este purtată de aerul cald și emanațiile de gaze în aer, prin coșul incineratorului. Eficiența reținerii acestor substanțe prin utilizarea dispozitivelor de tratare a emanațiilor de gaze, depinde de eficiența și calitatea filtrelor (chiar cele mai bune filtre nu pot reține toate emisiile de gaze). Pe timpul procesului de tratare a emanațiilor de gaze, se produce concentrarea substanțelor periculoase și acestea se depun pe instalații, filtre, în zgura, etc. Acest reziduu în stare solidă rezultat din incinerare este catalogat drept **periculos** și el trebuie tratat în consecință.

Atât reziduu periculos (cenușa) rezultată din incinerarea deșeurilor medicale cât și deșeul rezultat din tratarea neincinerantă a acestora sunt

deversate la groapa de gunoi. Prin comparație, deșeul produs din activitatea tehnologiilor alternative, neincinerante este **nepericulos** și este **similar celui menajer**. În schimb, reziduul rezultat din incinerare este periculos și trebuie depozitat în gropi de gunoi speciale deoarece acesta necesită un timp mai îndelungat de depozitare. Mai mult decât atât, prețul pentru depozitarea reziduului periculos rezultat din incinerare este mai ridicat decât prețul necesar pentru depozitarea deșeurilor rezultat din inactivarea deșeurilor medicale prin tehnologii alternative, ceea ce determină creșterea costurilor unităților sanitare. Deșeul rezultat din inactivarea prin tratare termică în echipamente speciale a deșeurilor medicale este preferat în locul reziduului periculos rezultat din incinerare.

3. Incineratoarele sunt scumpe

Costurile de construire și funcționare a unui incinerator de deșeuri medicale sau de utilizare a unei tehnologii neincinerante pot să difere de la țară la țară. Acest lucru se datorează legislației diferite, clasificării diferite a deșeurilor, costurilor diferite ale deșeurilor menajer și deșeurilor periculos, tehnologia disponibilă diferită și alți factori. În general, variatele tehnologii alternative, neincinerante sunt mai ieftine decât incineratoarele de deșeuri medicale. Ca un exemplu, costurile pentru construcția unui incinerator este de 3-4 ori mai mare decât activitatea de procesare a aceleiași cantități de deșeuri în autoclave, iar costurile de funcționare a tehnologiilor neincinerante sunt de obicei mai scăzute decât cele de funcționare a unui incinerator.

4. Incineratoarele trebuie să îndeplinească limite impuse pentru emisiile poluante

În conformitate cu Directiva Uniunii Europene (UE) nr. 2000/76/EC cu privire la incinerarea deșeurilor, incineratoarele de deșeuri medicale trebuie să îndeplinească limita maximă admisă pentru emisii de 0,1 ng TEQ/m³ pentru dioxină și furani. S-a constatat că marea majoritate a incineratoarelor de deșeuri medicale din unele țări vest-europene și din statele noi, membre UE, nu a putut îndeplini limitele acestui standard. În multe cazuri, pentru a îndeplini această limită, incineratoarele au trebuit să fie reconstruite sau echipate cu filtre eficiente. Acest lucru necesită o investiție de ordinul miilor sau milioanei de Euro. De aceea, a investi în

tehnologii neincinerante, mai puțin costisitoare și care protejează mediul înconjurător pare să fie o alternativă mult mai profitabilă.

TEQ = toxicity equivalence.

5. Convenția internațională pentru eliminarea poluanților organici persistenti (POPs)

Convenția Internațională pentru eliminarea poluanților organici persistenti (POPs) a fost semnată la Stockholm, Suedia, în mai 2001 și a intrat în vigoare în mai 2004. Articolul 5 stipulează ca țările să facă eforturi de a elimina producerea de POPs incluzând și dioxinele produse din procesele industriale.

Mai multe țări europene au semnat Convenția de la Stockholm și apoi au elaborat un plan de reducere a substanțelor organice persistente din mediu. Spre deosebire de incineratoare, tehnologiile neincinerante nu generează POPs când inactivează deșeurile medicale. De aceea, introducerea tehnologiilor alternative pentru inactivarea deșeurilor medicale este o cale potrivită pentru îndeplinirea obligațiilor care rezultă din Convenția de la Stockholm.

II. Scurt istoric al introducerii tehnologiilor neincinerante

a. În Europa

În anul 2000, în țările Uniunii Europene au fost introduse limite mai stricte de emisii pentru incineratoarele de deșuri medicale. Aceasta a determinat închiderea multor incineratoare și creșterea numărului de unități neincinerante de inactivare a deșeurilor medicale periculoase. Totuși, viteza de introducere a tratamentelor alternative este mult mai lentă decât în SUA și incinerarea rămâne metoda predilectă de tratarea a deșeurilor medicale în Europa.

Deși incinerarea este folosită pe scară largă, tehnologiile neincinerante câștigă teren în Europa.

În Slovenia, încă din anul 1995, toate deșeurile medicale infecțioase au fost tratate folosind sisteme pe baza de abur.

Portugalia și-a închis majoritatea incineratoarelor și a promovat inactivarea deșeurilor medicale în autoclave.

În Franța, din 1993, peste 50 de operatori au introdus inactivarea deșeurilor medicale prin sistemul mărunțire/abur/uscare.

Ulterior, alte 12 noi țări au intrat în UE. Incineratoarele din aceste țări sunt în mare lor majoritate vechi și nu corespund limitelor de emisii pentru incineratoarele din UE. De exemplu, în Republica Cehă și Polonia marea majoritate a incineratoarelor de deșeuri medicale a depășit limitele emisiilor de dioxină de $0,1 \text{ ng/m}^3 \text{ TEQ}$.

Există două căi ca aceste noi țări membre să poată îndeplini în viitor limitele statuate: ori ele își pot echipa incineratoarele cu filtre foarte scumpe, ori să le închidă pe cele existente și să le înlocuiască cu tehnologii alternative, neincinerante. Ultimele sunt mult mai nepoluante pentru mediul înconjurător și mai ieftine decât incineratoarele. Tehnologiile neincinerante nu produc dioxină (produs toxic persistent) și introducerea lor este în concordanță cu Convenția de la Stockholm privind POPs (poluanții organici persistenți), care a intrat în vigoare în mai 2004.

În mediile științifice, s-a acceptat pe scară largă că incinerarea deșeurilor determină producerea de poluanți organici persistenți (inclusiv dioxine), în felul acesta amplificând emisiile globale de POPs. Deși, instalarea noilor dispozitive de control a emisiilor în aer poate reduce emisiile de dioxină din totalul gazelor, aceasta este de obicei însoțită de o creștere a dioxinei în cenușă, zgură, funingine etc. Convenția de la Stockholm recunoaște eliberările de substanțe toxice în aer, apă și sol, în schimb menținerea în viitor a incinerării deșeurilor medicale va fi o măsură opusă scopului primordial al acestei convenții, care este reducerea POPs.

b. În România

Până în 2005, în România nu au existat reglementări privind activitatea de inactivare a deșeurilor medicale periculoase cu ajutorul tehnologiilor alternative, neincinerante. Pentru a suplini aceasta lipsă, autoritățile în domeniu au emis *Ordinul nr. 940/07.09.2005 și respectiv nr.698/10.08.2005 privind aprobarea Criteriilor de evaluare a echipamentelor de neutralizare prin sterilizare termică a deșeurilor rezultate din activitatea medicală*, emise în comun de Ministerul Sănătății și Ministerul Mediului și Gospodăririi Apelor din România, publicat în Monitorul Oficial al României, partea I, nr. 858/23.IX.2005.

Aderarea țării noastre la UE în 2007 a dus la necesitatea implementării legislației europene în domeniu. Agenții economici importatori/producători de tehnologii și operatorii au trebuit să ia măsuri de respectare a noii legislații. În același timp, unitățile sanitare s-au confruntat

tot mai mult cu problema deșeurilor rezultate din activitatea lor și cu perspectiva închiderii incineratoarelor existente și învechite.

Prin adoptarea acestor măsuri, autoritățile au creat cadrul legal pentru implementarea tehnologiilor alternative, neincinerante de tratare a deșeurilor rezultate din activitatea medicală în România.

III. Deșeurile medicale

1. Definiții

Deșeurile rezultate din activitatea medicală reprezintă toate deșeurile periculoase sau nepericuloase care se produc în unitățile sanitare.

Deșeurile periculoase sunt deșeurile care prezintă un risc real pentru sănătatea umană și pentru mediu, fiind generate în procesul spitalizării, în activitățile de diagnostic, tratament, supraveghere, prevenție și recuperare medicală, cercetare medicală și producerea, depozitarea, testarea și distribuția medicamentelor și biopreparatelor.

Deșeurile nepericuloase sunt deșeurile asimilabile celor menajere, rezultate din activitatea serviciilor medicale, tehnico-medice, administrative, de cazare, a blocurilor alimentare și a oficiilor de distribuție a hranei. Aceste deșeuri se colectează și se îndepărtează la fel ca deșeurile menajere. Deșeurile asimilabile celor menajere încetează să mai fie nepericuloase atunci când sunt amestecate cu o cantitate oarecare de deșeuri periculoase. În categoria deșeurilor nepericuloase se includ următoarele materiale: ambalajele materialelor sterile, flacoanele de perfuzie care nu au venit în contact cu sângele sau cu alte fluide biologice, atele ghipsate necontaminate cu lichide biologice, hârtia, resturile alimentare (cu excepția celor care provin de la secțiile de boli contagioase), sacii și alte ambalaje din material plastic, recipiente din sticlă care nu au venit în contact cu sângele sau cu alte fluide biologice, etc.

2. Clasificare

Deșeurile periculoase rezultate din activitatea medicală se clasifică astfel:

- **deșeuri anatomo-patologice și părți anatomice** – deșeurile care cuprind părți anatomice, material biopsic rezultat din blocurile operatorii de chirurgie și obstetrică (fetusi, placentă), părți anatomice rezultate din laboratoarele de autopsie, cadavre de animale rezultate în

urma activitațiilor de cercetare si experimentare. Toate aceste deșeuri se considera periculoase, conform Precauțiilor Universale ;

- **deșeuri infecțioase** - deșeurile lichide sau solide care conțin sau au venit în contact cu sângele sau alte fluide biologice, precum și cu virusuri, bacterii (forme vegetative sau de rezistență), paraziți și/sau toxinele microorganismelor. Exemple: seringi, ace, ace cu fir, catetere, perfuzoare cu tubulatura, recipiente care conțin sau au conținut sânge sau alte lichide biologice, câmpuri operatorii, mănuși, sonde și alte materiale de unică folosință, comprese, pansamente și alte materiale contaminate, membrane de dializă, pungi de material plastic pentru colectarea urinei, materiale de laborator folosite;

- **deșeuri înțepătoare-tăietoare** - deșeurile care pot produce leziuni mecanice prin înțepare sau tăiere. Acestea cuprind: ace, ace cu fir, catetere, seringi cu ac, perfuzoare, lame de bisturiu de unica folosință, pipete, sticlărie de laborator sau altă sticlărie sparta sau nu, care au venit în contact cu material infectat. Aceste deșeuri se consideră periculoase, conform Precauțiilor Universale. Sticlăria de laborator spartă necontaminată se încadrează la categoria deșeuri înțepătoare-tăietoare deoarece cioburile au caracter agresiv și prezintă pericolul de înțepare sau tăiere;

- **deșeuri chimice și farmaceutice** – deșeurile reprezentate de substanțele chimice solide, lichide sau gazoase, care pot fi toxice, corozive sau inflamabile, pot include serurile și vaccinurile cu termen de valabilitate depășit, medicamentele expirate, reziduurile de substanțe chimioterapice, reactivii și substanțele folosite în laboratoare. Substanțele de curățenie și dezinfecție deteriorate ca urmare a depozitării lor necorespunzătoare sau cu termenul de valabilitate depășit, vor fi considerate deșeuri chimice, de exemplu: substanțe dezinfectante, substanțe tensioactive, etc.

- **deșeuri radioactive** sunt deșeurile solide, lichide și gazoase rezultate din activitățile nucleare medicale, de diagnostic și tratament, care conțin materiale radioactive. Acestea sunt gestionate în țara noastră, conform “Normelor Republicane de Securitate Nucleară; regimul de lucru cu surse radioactive”.

3. Colectarea, separarea si ambalarea deșeurilor periculoase

Colectarea și separarea deșeurilor rezultate din activitatea medicală se face direct la locul de producere (sursă). Ambalajul în care se face colectarea este de unica folosință și respectă codul de culori stabilit prin lege, și anume: galben pentru deșeurile medicale periculoase (taietoare-înțepatoare, infecțioase, chimice și farmaceutice) și respectiv negru pentru deșeurile nepericuloase, asimilabile celor menajere.

Pentru mai multe detalii consultați capitolul V din Ordinul Ministerului Sănătății și Familiei nr. 219 publicat în Monitorul Oficial al României nr.386 din 6 iunie 2002 (reglementare aflată în curs de revizuire) .

Nota: Echipamentele sau containerele care conțin sau au fost contaminate cu prioni (boala Creutzfeldt Jakob) sau cu agenți microbieni ce produc boli cu risc înalt de infecție (febra Lassa, SARS, Ebola, febra hemoragică Marburg și altele) se distrug prin incinerare.

IV. Tehnologiile neincinerante – categoriile mari și procesele (clasificare)

Tehnologiile alternative, neincinerante de inactivare pot fi clasificate în multe feluri – în funcție de mărimea echipamentului, pretul de achiziție, tipul de deșeu procesat. Pe baza proceselor fundamentale utilizate pentru inactivarea deșeurilor, tehnologiile se clasifică în 4 categorii:

- 1. Procese termice**
- 2. Procese chimice**
- 3. Procese de iradiere**
- 4. Procese biologice**

1. Procesele termice sunt acelea care utilizează energia termică pentru distrugerea agenților patogeni din deșeurile medicale. Din aceasta categorie fac parte următoarele tipuri de procese:

- A) la temperatură scăzută (+105°C-+177°C) ;
- B) la temperatură medie (+177°C-+370 °C);
- C) la temperatură ridicată (+ 540 °C-+8300 °C).

Marea majoritatea a tehnologiilor alternative, neincinerante care sunt autorizate să opereze în România utilizează **procesele termice la temperatură scăzută (+105°C-+177°C)**. Aceste procese utilizează energia termică pentru inactivarea deșeurilor. Exista trei categorii de procese termice la temperatură scăzută: a) *dezinfecția cu aer cald*, b) *dezinfecția cu căldura umedă (abur)*, și c) *dezinfecția cu microunde*.

a) In *dezinfecția cu aer cald*, se utilizează căldura uscată pentru inactivarea deșeurilor încălzit în cuptoare în mod natural, prin conducție sau prin convecție.

b) In *dezinfecția cu căldura umedă*, se utilizează aburul pentru inactivarea deșeurilor și se face în mod curent în autoclavă.

c) In *dezinfecția cu microunde*, deșeul este stropit cu apă și dezinfecția se produce prin acțiunea căldurii umede și a aburului generat de energia microundelor.

2. Procesele chimice

Procesele chimice utilizează soluții dezinfectante cum sunt: hipocloritul de sodiu, acidul peracetic sau substanțele chimice anorganice. De obicei, deșeurile medicale sunt mai întâi mărunțite și amestecate pentru a crește expunerea acestora la acțiunea agenților chimici, iar soluția dezinfectantă este reciclată.

3. Procesele de iradiere

Tehnologiile bazate pe iradiere se refera la expunerea deșeurilor medicale la acțiunea particulelor electronice, a razelor Cobalt-60 sau a razelor UV. Utilizarea acestor tehnologii necesită măsuri speciale pentru prevenirea riscului de expunere profesională.

4. Procesele biologice

Procesele biologice utilizează enzime pentru a descompune materia organică. Există extrem de puține tehnologii neincinerante care au la bază procesele biologice.

V. Factorii ce trebuiesc luati in considerare în alegerea tehnologiilor neincinerante

Stabilirea celei mai bune tehnologii sau combinații de tehnologii pentru o anumita unitate sanitară depinde de numeroși factori specifici acesteia. Ei includ printre altele: cantitatea și compoziția deșeurilor medicale produse, spațiul disponibil, respectarea reglementărilor în vigoare, acceptarea comunității, costul etc. Factorii de luat în considerare sunt menționați în tabelul I și sunt discutați în acest capitol.

Tabel I.

Factorii ce trebuiesc luați în considerare în selectarea tehnologiei alternative

- 1. Capacitatea de procesare**
- 2. Tipul de deșuri tratate**
- 3. Eficacitatea inactivării microbiene**
- 4. Emisiile și deșeurul residual**
- 5. Respectarea reglementarilor**
- 6. Cerințele de amplasare**
- 7. Existența utilităților**
- 8. Reducerea masei și volumului deșeurilor**
- 9. Sănătatea și securitatea profesionala**
- 10. Zgomotul și mirosul**
- 11. Gradul de automatizare**
- 12. Siguranța, rezistența**
- 13. Modul de funcționare**
- 14. Credibilitatea firmei**
- 15. Costurile**
- 16. Acceptarea comunității și conducerii**

In cele ce urmeaza detaliem cerințele prioritare pentru achiziționarea unei anumite tehnologii, astfel :

Capacitatea de procesare

După ce și-a determinat rata de producere a deșeurilor medicale pentru diferite fluxuri și după implementarea unui plan serios de minimizare a deșeurilor, unitatea sanitară este în postura de a selecta tehnologia de tratare neincinerantă adecvată pentru tipurile și cantitatea de deșuri medicale.

Atunci când compară capacitatea de procesare cu rata de producere a deșeurilor, unitatea sanitară trebuie să ia în considerare anticiparea creșterii viitoare și variabilele în producerea deșeurilor medicale.

Tipurile de deseuri tratate

În general, pentru a descrie tipurile de deșeuri pe care o tehnologie o poate prelucra, pe baza recomandărilor producătorului, sunt folosite anumite categorii. După ce se stabilește nivelul și tipul de contaminare și se realizează segregarea deșeurilor conform legislației în vigoare, unitatea trebuie să se asigure ca tehnologia aleasă de tratare poate întradevar sa trateze fiecare categorie din perspectiva distrugerii mecanice, inactivării microbiene, emisiilor, respectării reglementarilor și securității. În general, tehnologiile alternative, neincinerante sunt proiectate să inactiveze deșeurile medicale periculoase din categoria celor **infecțioase și taietoare-ințepătoare**.

Utilizarea echipamentelor de supraveghere, cum sunt dispozitivele de detectare a deșeurilor radioactiv de nivel scăzut, poate ajuta la îndepărtarea deșeurilor special din masa de deșeuri. Unii comercianți de tehnologie neincinerantă de tratare oferă dispozitive de supraveghere pentru excluderea materialelor necunoscute din fluxul de deșeuri care intră la tratare. Alții își proiectează echipamentul așa încât el să fie compatibil cu astfel de dispozitive.

Eficiența inactivării microbiene

Tehnologiile alternative, neincinerante au ca scop principal să decontamineze deșeurile prin distrugerea germenilor patogeni. Unitățile sanitare trebuie să facă dovada că tehnologia utilizată poate îndeplini criteriile pentru activitatea de neutralizare. Multe țări solicită aprobarea utilizării tehnologiilor alternative pe baza eficienței inactivării microbiologice. Un consorțiu al agențiilor de stat de reglementare din SUA denumită STAATT (Asociația de Stat și Teritorială pentru Tehnologii Alternative de Tratament) s-a întrunit între anii 1994 și 1998 ca să elaboreze

un consens privind criteriile pentru definirea eficacității tratării deșeurilor medicale.

Prima întâlnire a STAATT s-a soldat cu elaborarea următoarelor definiții ale nivelelor de inactivare microbiană:

Nivel I Inactivarea formelor vegetative ale bacteriilor, fungilor și virusurilor lipofilice prin reducere de $6 \log_{10}$ sau mai mult;

Nivel II Inactivarea formelor vegetative ale bacteriilor, fungilor, virusurilor lipofilice/hidrofilice, paraziților și micobacterilor prin reducere de $6 \log_{10}$ sau mai mult;

Nivel III* Inactivarea formelor vegetative ale bacteriilor, fungilor, virusurilor lipofilice/hidrofilice, paraziților și micobacteriilor prin reducere de $6 \log_{10}$ sau mai mult; și inactivarea *sporilor* de *Bacillus stearothermophilus* și *Bacillus subtilis* prin reducere de $4 \log_{10}$ sau mai mult;

Nivel IV Inactivarea formelor vegetative ale bacteriilor, fungilor, virusurilor lipofilice/hidrofilice, paraziților, micobacteriilor și *sporilor* de *Bacillus stearothermophilus* prin reducere de $6 \log_{10}$ sau mai mult.

O reducere de $4 \log_{10}$ (sau o distrugere de 10^4) este echivalentă cu o probabilitate de supraviețuire într-o populație microbiană de 1/10000 sau o reducere de 99,99% a microorganismului ca rezultat al procesului de tratare.

O reducere de $6 \log_{10}$ (sau o distrugere de 10^6) este echivalentă cu o probabilitate de supraviețuire într-o populație microbiană de 1/1000000 sau o reducere de 99,9999% a microorganismului ca rezultat al procesului de tratare.

La a doua întâlnire a STAATT au fost recomandați indicatorii microbiologici reprezentativi, cu rezistență cunoscută, nepatogeni și aparținând colecțiilor internaționale de tulpini (“ATCC” se refera la American Type Culture Collection).

*Nivelul III a fost selectat de STAATT drept criteriu minim recomandat pentru a demonstra ca echipamentele de inactivare a deșeurilor medicale sunt eficiente.

Emisiile in mediu si reziduurile provenite din deșeuri

Unitățile sanitare trebuie sa ia în considerare deversările sau emisiile în toate mediile înconjurătoare posibile – aerul de la locul de muncă, aerul exterior, reziduurile din deșeuri, apa reziduală, gropi de gunoi, etc –și să aleagă tehnologiile cu cel mai scăzut impact asupra mediului. *Unitățile sanitare sunt în măsură să obțină informații de la organismele de stat de reglementare privind orice incident provocat de alți utilizatori de tehnologie și care au determinat violarea legislației din domeniu..*

VI. Echipamente de inactivare termică a deșeurilor medicale care operează în Romania la momentul actual (scurta prezentare)

Informațiile se bazează pe documentația pusă la dispoziție de firmele importatoare/producătoare de echipamente pentru tratarea termică a deșeurilor medicale periculoase și sunt publicate cu acceptul acestora.

a) Echipamente de inactivare cu aer cald

Sterilizarea sticlăriei și a altor instrumente refoșosite în cuptoare cu aer cald este o procedură care a fost extinsă și pentru inactivarea deșeurilor medicale periculoase.

Echipamentele cu aer cald fac parte din categoria proceselor termice la temperatură scăzută care realizează dezinfecția deșeurilor medicale cu ajutorul unui flux de aer cald, uscat.. Deșeurile medicale sunt încălzite prin expunere termică în mod natural, prin conducție sau prin convecție.

b) Echipamente de inactivare cu abur sub presiune

Sterilizarea cu abur sub presiune este un procedeu termic folosit pe scară largă pentru a decontamina instrumentarul reutilizabil și dezinfectia deșeurilor din activități de laborator. El a fost extins și pentru a inactiva deșeurile medicale provenite din alte activități sanitare și de spital. Autoclavele sunt echipamentele curent folosite ce pot fi utilizate și pentru inactivarea cu abur a deșeurilor medicale.

c) Echipamente de inactivare prin iradierea cu microunde

În esență, dezinfectia cu microunde este un proces bazat pe acțiunea căldurii umede (abur) care este generat de deșeurile umede sub acțiunea energiei degajate de microunde. Principiul este același cu cel utilizat în cuptoarele cu microunde pentru prepararea hranei și se bazează pe denaturarea proteinelor sub acțiunea căldurii. Căldura degajată de microunde denaturează proteinele din celulele microbiene patogene conținute în deșeurile medicale.

d) Echipamente de inactivare prin procedeul maruntire, abur, uscare

Procesul de tratare (inactivare) a deșeurilor medicale solide în încăperi închise determină: măcinarea și granulara deșeurilor solide din încăperea de tratare prin rotația unui ax cu lame, la viteză mare, ceea ce determină frecarea materialului tratat la nivel extra- și intramolecular și creșterea temperaturii în masa de deșeurile la +150°C timp de 10 min.

VII. Evaluarea și monitorizarea eficienței inactivării microbiologice a deșeurilor medicale tratate prin procese termice. (metodologie de testare, bioindicatori, etc.)

Fiecare producător/importator de tehnologie trebuie să pună la dispoziția utilizatorilor de tehnologie alternativă, neincineranta de inactivare a deșeurilor medicale **protocolul (metodologia) de testare a eficienței inactivării microbiologice** recomandat de organismele abilitate. Informațiile prezentate mai jos nu se constituie într-un document oficial și reprezintă exemple de evaluare a eficienței microbiologice rezultate în urma

experinței acumulate din studiul tehnologiilor alternative care operează în țara noastră.

1. Indicatorii biologici – suport pentru evaluarea eficienței inactivării microbiologice a deșeurilor medicale cu tehnologii alternative, neincinerante

1.1. Definiții

Decontaminare = acțiunea generală de îndepărtare prin reducere a microorganismelor (patogene sau saprofite) de pe suprafețe, obiecte sau tegumente.

Dezinfecție = este procesul prin care sunt distruse cele mai multe sau toate microorganismelor patogene în forma vegetativă și o mica parte din **sporii bacterieni** (în proporție de 99,99%), de pe obiectele din mediul inert.

Steril = lipsit de microorganisme viabile.

Sterilizare = este procesul prin care sunt distruse toate microorganismele în forma vegetativă și sporii bacterieni în proporție de 99,9999% sau mai mult. Este un proces validat pentru a obține un produs lipsit de microorganisme viabile. Într-un proces de sterilizare, natura inactivării microbiene este descrisă ca funcție exponențială. De aceea, prezenta unui microorganism viabil pe orice produs individual se poate exprima în termeni de probabilitate. Această probabilitate poate fi redusă la o valoare foarte mică ($< 10^{-6}$), dar niciodată nu poate fi redusă la zero.

Inactivare microbială = este acțiunea de distrugere a microorganismelor patogene de pe obiecte inerte, contaminate.

Nivel de inactivare microbială = gradul de distrugere a unei categorii de populație microbială (forme vegetative sau spori) de concentrație cunoscută, supusă unui proces de inactivare.

Indicator biologic (BI) = un suport inoculat conținut în interiorul ambalajului sau primar, gata de utilizare. Un suport inoculat este un suport pe care a fost depozitat un număr definit de microorganisme de încercare.

Indicatorul biologic este un instrument utilizat pentru confirmarea eficacității proceselor de inactivare cu un dispozitiv și pentru monitorizarea eficienței inactivării în ciclurile de rutină. În alegerea indicatorului biologic (a microorganismului test), se iau în considerare următorii factori:

- rezistența tulpinii-test pentru un proces particular de inactivare > decât a tuturor microorganismelor patogene și a altor microorganisme potențial contaminante;

- sa nu fie patogenă;
- sa fie ușor de cultivat.

Creșterea, după incubare a microorganismului test care a fost subiect al procedurii de sterilizare, demonstrează ca procedura de inactivare este necorespunzătoare.

1.2. Indicatorii biologici utilizați în evaluarea inactivării microbiologice a tratării deșeurilor medicale prin procese termice

a) Echipamente de inactivare cu aer cald

- **Descriere**

In echipamentele de inactivare cu aer cald deșeurile medicale sunt încălzite în mod natural, prin conducție sau prin convecție forțată.

- **Parametri de operare**

Procesele cu aer cald folosesc temperaturi mai înalte și timpi de expunere mai mici decât procesele pe bază de abur sub presiune.

- **Categoriile de deșuri ce pot fi tratate**

Categoriile de deșuri medicale periculoase ce pot fi tratate sunt: culturi microbiene, culturi de celule, deșuri taietoare-intepatoare, materiale contaminate cu sânge și fluide ale corpului uman, deșuri din secțiile de chirurgie, terapie intensivă, deșuri de la laboratoare de analize medicale (cu excepția deșeurilor chimice, anatomo-patologice și radioactive), materiale sanitare rezultate din îngrijirea bolnavilor. (feșe, bandaje, lenjerie, etc...)

Nu pot fi tratate partile anatomice, carcacele de animale, deșeurile citotoxice și cele radioactive.

- **Microorganismul indicator**

Pentru a evalua eficiența inactivării deșeurilor medicale prin procese cu aer cald se utilizează microorganisme rezistente la căldura uscată. *Bacillus subtilis* (atropheus) **ATCC 9372 (10⁴)** poate fi folosit pentru a demonstra o reducere de 4 log₁₀ a sporilor viabili.

- **Procedura de testare**

Sporii-test (gata de utilizare) sunt introdusi într-un suport (recipient permeabil și rezistent la căldura uscată) cum ar fi: o minge de tenis în care sau decupat niște orificii sau cuburi din plastic termorezistente cu orificii. Suportii cu spori sunt introduși, după mărunțirea deșeurilor, direct în camera de tratare și sunt expuși o dată cu deșeurile procesate. După expunere, suportii cu teste sunt recuperați din deșeu, iar testele cu spori sunt extrase din suport. Ele sunt însămânțate în cel mult 24 h de la expunere. Testele cu spori expuși procesului de tratare sunt însămânțate prin tehnici aseptice în tuburi cu 5 ml mediul de cultură bulion din caseină de soia (sau echivalent – bulion simplu) și tuburile cu probe sunt incubate timp de minim 48 ore (la +37⁰ C pentru *B. subtilis*). La sfârșitul perioadei de incubare se examinează probele din punct de vedere al turbidității ca un semn al creșterii bacteriene. Probele în care se observă creștere bacteriană se subcultivă pe un mediu adecvat pentru a se confirma identitatea microorganismului, dacă este microorganismul-test sau un contaminant din mediu.

b) Autoclava cu abur

- **Descriere**

Tratamentul în autoclavele cu abur combină umiditatea, căldura și presiunea pentru inactivarea microorganismelor. Toate autoclavele cu abur au din construcție o camera din metal pentru a rezista la creșterea presiunii/temperaturii. Mărimea dispozitivelor poate varia de la echipamente care se pun pe o masă, la echipamente de capacitate mare care pot trata peste o tonă de deșeuri pe ciclu.

- **Parametri de operare**

Factorii care influențează eficiența tratamentului deșeurilor în autoclavele cu abur sunt:

- temperatura și presiunea atinsă de autoclavă;
- cantitatea de deșeuri;
- gradul de penetrare a aburului în masa de deșeuri;
- modul de ambalare a deșeurilor supuse tratamentului;
- orientarea încărcăturii de deșeuri în interiorul autoclavei.

Autoclavele cu abur funcționează cel mai bine când temperatura măsurată în centrul încărcăturii de deșeuri atinge între $+121^{\circ}\text{C}$ - $+134^{\circ}\text{C}$ și există o penetrare bună a aburului în masa de deșeuri procesate.

- **Categoriile de deșeuri ce pot fi tratate prin autoclavarea cu abur sub presiune**

Prin autoclavare se pot inactiva toate categoriile de deșeuri periculoase care se inactivează cu caldura uscată (deșeurile tăietoare-înțepătoare și infecțioase).

Nu pot fi tratate părțile anatomice umane, carcacele contaminate de animale deoarece densitatea acestora nu permite penetrarea aburului. De asemenea, deșeurile radioactive și citotoxice **nu** se tratează prin autoclavare.

- **Microorganismul indicator**

Pentru validarea eficienței sterilizării cu căldura umeda, Farmacopeea Europeană recomandă utilizarea microorganismului-test *Bacillus stearothermophilus* ATCC 7953, 12980; NCTC 10007 etc. în formă sporulată.

Pentru a asigura o testare eficientă, sunt selectate microorganisme indicatoare cu rezistență termică crescută, în forma sporulată, de concentrație (10^4 - 10^6) pentru a demonstra o reducere de $4 \log_{10}$ (dezinfecția) și respectiv $6 \log_{10}$ a sporilor viabili (sterilizarea).

- **Procedura de testare**

Sporii-test (gata de utilizare) sunt plasați într-un recipient termo-rezistent și permeabil pentru abur în apropierea mijlocului încărcăturii de deșeuri. Microorganismul-test poate fi condiționat în fiole sau sub formă de stripuri. Autoclava funcționează în condiții normale. La sfârșitul ciclului de tratare, microorganismul-test este recuperat din încărcătura și cultivat în primele 24 de ore de la expunere. Stripurile impregnate cu spori din microorganismul-test trebuie să fie inoculate prin mijloace aseptice în 5 ml mediu bulion preparat din caseină de soia (sau echivalent – bulion simplu) și incubate timp de cel puțin 48 de ore (la $+55^{\circ}\text{C}$). La sfârșitul perioadei de incubare, mediul trebuie să fie examinat din punct de vedere al turbidității ca un semn al creșterii microbiene. Probele în care s-a observat apariția creșterii microbiologice se vor subcultiva pe medii adecvate pentru

confirmarea identității microorganismului indicator sau a unui contaminant din mediul înconjurător.

c) Iradierea cu microunde

- **Descriere**

Echipamentele cu capacitate mare de tratare a deșeurilor medicale prin iradiere cu microunde au o fază de distrugere inițială. Deșeul medical este încărcat automat într-un dispozitiv de mărunțire unde este tocat și supus acțiunii aburului pentru a crește umiditatea conținută de deșeuri cu aproximativ 10%. Deșeul umed și mărunțit este apoi încălzit prin expunere la iradierea a 6 unități (lămpi) cu microunde pe o perioadă determinată de timp. Acest proces încălzește deșeul la peste $+90^{\circ}\text{C}$.

- **Parametri de operare**

Factorii care influențează tratamentul cu microunde al deșeurilor medicale sunt: frecvența și lungimea de undă a iradierii, durata expunerii, gradul de distrugere și umiditatea deșeurilor și temperatura pe durata tratamentului.

- **Categoriile de deșeuri medicale ce pot fi tratate prin iradierea cu microunde**

Echipamentele de inactivare cu microunde pot trata categoriile de deșeuri medicale periculoase care se inactivează cu aer cald și abur (deșeurile tăietoare-înțepătoare și infecțioase).

Nu se pot trata deșeurilor citotoxice, radioactive, carcacele contaminate de animale, părțile anatomice umane și instrumentarul medical metalic mare.

- **Microorganismul indicator**

Pentru a evalua eficiența inactivării deșeurilor sunt alese microorganisme indicatoare rezistente la temperatură. Pentru a demonstra o reducere de $4 \log_{10}$ a sporilor viabili, poate fi folosită o tulpina de *Bacillus subtilis* ATCC 9372 în forma sporulată, de concentrație (10^4).

- **Procedura de testare**

Sporii-test (gata de utilizare) sunt introduși într-un suport (recipient permeabil și rezistent la abur și căldură). Acesta este plasat în încărcatura de deșuri după ce aceasta a fost mărunțită și umezită cu abur, însă înainte de expunerea la microunde. Instalatia cu microunde funcționează în condiții normale. La sfârșitul ciclului de tratare microorganismul-test este recuperat din masa de deșeu și însamântat în primele 24 ore de la expunere. Discurile sau stripurile impregnate cu microorganismul-test sunt însemănțate prin tehnici aseptice în 5 ml mediu de cultură – bulion din caseină de soia (sau echivalent – bulion simplu) și tuburile cu probe sunt incubate timp de minim 48 ore (la +37⁰ C pentru B. subtilis). La sfârșitul perioadei de incubare, se examinează probele din punct de vedere al turbidității ca un semn al creșterii bacteriene. Probele în care se observă creștere bacteriană se subcultivă pe un mediu adecvat pentru a se confirma identitatea microorganismului, dacă este microorganismul-test sau un contaminant din mediu.

d) Echipamente de inactivare prin procedeul maruntire, abur, uscare

- **Descriere**

Procesul de inactivare a deșeurilor medicale solide în incinte închise constă în macinarea și granulara deșeurilor solide din incinta de tratare prin rotația unui ax cu lame, la viteză mare. Acest fapt determină frecarea materialului tratat la nivel extra- și intramolecular și creșterea temperaturii în masa de deșuri la +150⁰C timp de 10 minute cu denaturarea proteinelor din structura microorganismelor (chiar și spori) sub acțiunea căldurii umede.

- **Parametri de operare**

Factorii care influențează tratamentul mecanic al deșeurilor sunt: viteza de rotație a axului, temperatura din incinta de tratare, durata de expunere, gradul de umiditate a deșeurilor procesați.

- **Categoriile de deșuri ce pot fi tratate prin procedeul maruntire, abur, uscare**

Echipamentele de inactivare prin acest procedeu pot trata deșuri periculoase infecțioase și tăietoare-înțepătoare. **Nu** se pot trata deșeurile citotoxice, radioactive.

- **Micoorganismul indicator**

Pentru a evalua eficiența inactivării deșeurilor medicale se utilizează bioindicatorul *Bacillus stearothermophilus* **ATCC 7953** de conc. 10^6 .

- **Procedura de testare**

Sporii-test (gata de utilizare) sunt plasați într-un loc special proiectat de producător unde temperatura atinge nivelul maxim fără a exista pericolul de a fi mărunțiți o dată cu deșeurile medicale. Instalația funcționează în condiții normale. La sfârșitul ciclului de tratare, microorganismul-test este recuperat din incinta de tratare și cultivat în primele 24 de ore de la expunere. Discurile sau stripurile impregnate cu spori din microorganismul-test trebuie să fie inoculate prin mijloace aseptice în 5 ml mediu bulion preparat din caseină de soia (sau echivalent – bulion simplu) și incubate timp de cel puțin 48 ore (la $+55^{\circ}$ C pentru *B. stearothermophilus*). La sfârșitul perioadei de incubare, mediul trebuie să fie examinat din punct de vedere al turbidității ca un semn al creșterii microbiene. Probele în care s-a observat apariția creșterii microbiologice se vor subcultiva pe medii adecvate pentru confirmarea identității microorganismului indicator sau a unui contaminant din mediul înconjurător.

Bibliografie

1. Monitorul Oficial al României, partea I, nr.386/06.06.2002, Ordinul Ministerului Sănătății nr. 219 pentru aprobarea Normelor tehnice privind gestionarea deșeurilor rezultate din activitățile medicale și a Metodologiei de culegere a datelor pentru baza națională de date privind deșeurile rezultate din activitățile medicale.

2. Monitorul Oficial al României, partea I, nr. 858/23.IX.2005, Ordinul Ministerului Sănătății nr. 940 din 1 septembrie 2005 și al Ministerului Mediului și Gospodăririi Apelor nr. 698 din 10 august 2005 privind aprobarea Criteriilor de evaluare a echipamentelor de neutralizare prin sterilizare termică a deșeurilor rezultate din activitatea medicală.

3. Monitorul Oficial al României, nr.21-10 ian.2006, Ordinul nr.1.248/1.426 din 2005 al ministrului mediului și gospodăririi apelor și al ministrului sănătății pentru modificarea anexei la Ordinul ministrului mediului și gospodăririi apelor și al ministrului sănătății nr. 698/940/2005

privind aprobarea Criteriilor de evaluare a echipamentelor de neutralizare prin sterilizare termica a deeurilor rezultate din activitatea medicală.

4. U.K. Environment Agency – Waste management licensing technical guidance on clinical waste management facilities, version 2.5, July 2003.

5. Health Care Without Harm – “Medical Waste Treatment Technologies: Evaluating Non-Incineration Alternatives”, May 2000 (<http://www.noharm.org>).

6. Health Care Without Harm – “ Non-Incineration Medical Waste Treatment Technologies, August 2001 (<http://www.noharm.org/nonincineration>).

7. Health Care Without Harm - “Non-Incineration Medical Waste Treatment Technologies in Europe” June 2004. (<http://www.noharm.org>)

8. Pruss A., Giroult E., Rushbrook P.- Safe management of wastes from health care activities. Geneva, World Health Organization, 1999 (http://www.who.int/water_sanitation_health/medicalwaste/en/167to180.pdf).

9. U.S. Environmental Protection Agency – Medical Waste – Guidance for Evaluating Medical Waste Treatment Technologies (<http://www.epa.gov/>)

10. U.S. Environmental Protection Agency - Medical Waste – Alternate Treatment Technologies Fact Sheets – DRAFT (<http://www.epa.gov/epaoswer/other/medical/download.htm>)

11. World Health Organization – policy paper: “Safe management of wastes from healthcare activities”, Aug. 2004.

