



LUDOTERM

SUB-PRODUSE ALE DEZINFECȚIEI APEI

Generalități

În timp ce toți dezinfecțanții, atunci când se optimizează valorile concentrație-timp, ajung să distrugă de manieră satisfăcătoare microorganismele din apă, fiecare din aceste produse, după reacții, formează ceea ce se numesc sub-produse de dezinfecție. În plus, pe lângă aceste sub-produse, pot să mai rămână în apă reziduuri ale produsului dezinfecțant. Aceste două tipuri de produse, chiar dacă studiile nu au dovedit în mod cert acest lucru, pot să fie periculoase pentru sănătatea omului. Obiectivul acestei pagini este de a trece în revistă principalele metode de dezinfecție cu avantajele și dezavantajele fiecăruia dintre ele, în mod deosebit prezentând problema sub-produselor și a reziduurilor de dezinfecție.

Environmental Protection Agency (EPA) a publicat în 1999 o listă a sub-produselor și reziduurilor de dezinfecție susceptibile de a afecta sănătatea omului. Acestea sunt clasificate în patru categorii:

- reziduurile produselor de dezinfecție
- sub-produse anorganice
- sub-produse organice de oxidare
- sub-produse organice halogenate

În tabelul de mai jos sunt indicate sub-produsele de dezinfecție și reziduurile produselor de dezinfecție:

Reziduuri de produse de dezinfecție	Clor liber Cloramina Dioxid de clor (D)
Sub-produse anorganice	Ioni clorați Ioni cloriți Ioni bromuri (B2) Ioni iodați Amoniac
Sub-produse organice de oxidare	Aldehide Acizi carboxilici Carbon organic asimilabil
Sub-produse organice halogenate	Trihalometanul (B2) Acidul halocetic (B2 și C) Haloacetone Haloketone Clorofenoli Cloropicrine

Pericolul potențial al acestor compuși chimici este destul de puțin cunoscut în prezent, dar devine o preocupare din ce în ce mai importantă.

EPA a stabilit o primă clasificare a acestor produse în 1999 bazată pe studii epidemiologice. Se disting patru nivele de pericole potențiale:

- Compușii cancerigeni (A): sunt subproduse de dezinfecție în legătură cu care s-au stabilit relații între acești compuși și apariția cancerului la om, relații stabilite pe baza unor studii epidemiologice. Nici un compus nu aparține în acest moment acestei categorii.
- Compuși probabil cancerigeni (B): dovezi limitate provenite din studii epidemiologice asupra omului (B1) și/sau probe suficiente provenite din studiul asupra unor animale (B2)
- Compuși posibili cancerigeni (C): dovezi limitate obținute din studii asupra animalelor și lipsa de date sau date inadecvate despre consecințele asupra sănătății umane
- Compuși neclasați (D): nu există nici o dovadă științifică.

Clorul și hipocloritul

De mai mulți ani nenumărate sisteme de tratament al apei folosesc clorul și hipocloritul în combinație cu alte sisteme de dezinfecție sau de tratament. Majoritatea sistemelor de tratare a apei de suprafață sau subterane folosesc clorul.

Ca urmare a reacției între compușii naturali ai apei și clorul liber se formează compuși halogenați.

Avantaje	Dezavantaje
<ul style="list-style-type: none">• Oxidare a fierului și a manganului• Îmbunătățește tratamentul pentru culoarea apei• Poate îmbunătăți coagularea și deci filtrarea• Este un biocid eficace• Clorul este soluția cea mai ușor de pus în opera și cea mai puțin costisitoare• Este vorba de metoda cea mai folosită și deci cea mai cunoscută• Clorul este disponibil sub formă de hipoclorit de sodiu sau de calciu. Hipocloritul este mai ușor de folosit și mai puțin periculos decât clorul gazos• Clorul are efect remanent	<ul style="list-style-type: none">• Formează sub-produse halogenate• După tratament, apa poate avea un gust și un miros neplăcut, în funcție de doza folosită• Clorul este un gaz corosiv• Hipocloritul este mai scump decât clorul gazos• Hipocloritul de sodiu se degradează în timp și la expunerea la lumină• Hipocloritul de sodiu este corosiv• Hipocloritul de sodiu trebuie păstrat într-un loc uscat și rece pentru a evita reacții datorate umidității sau căldurii• Soluțiile foarte concentrate de hipoclorit sunt instabile și formează clorați• Este mai puțin eficace la pH ridicat• Pot produce sub-produse oxigenate biodegradabile și astfel pot favoriza creșterea bacteriologică și reducerea clorului rezidual

Dioxidul de clor

Când se tratează apa cu dioxid de clor principalele sub-produse de dezinfecție sunt clorații, cloriții și sub-produse organice. Doza maximă recomandată de EPA este de 10 mg/l pentru concentrația totală de dioxid de clor rezidual, cloriți și clorați.

Avantaje	Dezavantaje
<ul style="list-style-type: none">• Dioxidul de clor este mai eficace decât clorul și cloramina pentru dezactivarea virușilor• Dioxidul de clor oxidează fierul, manganul și sulfidele• Gustul și culoarea datorată algelor sunt tratate satisfăcător cu dioxid de clor• Dacă dozajul este corect nu se formează nici un sub-produs halogenat• Dioxidul de clor se produce cu ușurință la locul folosirii• Valoarea pH-ului nu influențează capacitatea de biocid al dioxidului de clor• Dioxidul de clor are efect remanent	<ul style="list-style-type: none">• Utilizarea dioxidului de clor duce la formarea de clorați și cloriți• Reglajul instalației este dificil, iar un dozaj în exces duce la formarea de sub-produse halogenate• Dioxidul de clor se descompune la lumină• Dioxidul de clor trebuie produs acolo unde se folosește

Ozonul

Ozonul nu formează sub-produse halogenate (Trihalometan sau acid haloacetic) când este implicat în reacții de oxidare cu compuși organici naturali. (cu excepția prezenței de ioni de bromură). În afară de aceasta duce la formarea de numeroase sub-produse organice sau anorganice:

- aldehide: formaldehide, acetaldehide, ...
- acizi: acid oxalic, acid formic, acid acetic
- acid pyruvic
- în prezența ionilor de bromuri formează bromoforme sau ioni bromati
- peroxid de hidrogen

Avantaje	Dezavantaje
<ul style="list-style-type: none">• Ozonul este mai eficace decât clorul, dioxidul de clor sau cloraminele pentru dezactivarea virușilor, distrugerea lui Giardia sau a lui Cryptosporidium• Oxidează fierul și manganul• Poate în unele cazuri să ajute la limpezirea apei sau la reducerea turbidității• Ozonul are efect asupra gustului, mirosului sau a culorii apei• Este foarte eficace în condițiile în care	<ul style="list-style-type: none">• Prezența bromurilor sau a aldehydelor poate duce la formarea de sub-produse halogenate• Valoarea investiției este mare în comparație cu alte procedee• Este foarte coroziv și toxic• Sunt necesare filtre biologice pentru eliminarea carbonului organic sau a altor sub-produse de dezinfecție biodegradabile• Eficacitatea ozonului scade rapid odată cu creșterea valorii pH-ului sau

<p>are nevoie de un timp de contact foarte scurt</p> <ul style="list-style-type: none"> • În cursul descompunerii ozonului pur singurul sub-produs este oxigenul dizolvat • Puterea de biocid nu este afectată de valoarea pH-ului apei de tratat 	<p>a temperaturii</p> <ul style="list-style-type: none"> • Efectul ozonului nu este remanent
---	---

Ultraviolete

Spre deosebire de alți dezinfecțanți radiațiile ultraviolete nu distrug microorganismele ca urmare a unor reacții chimice. Efectul radiațiilor ultraviolete se datorează unor reacții fotochimice cu ADN-ul și ARN-ul microorganismelor. Radiațiile UV pot duce la producerea de ozon și/sau a unor compuși cu radicali oxidanți. Folosirea clorului sau a cloraminei ca tratament post tratament UV nu modifică în mod semnificativ gradul de formare a sub-produselor de dezinfecție

Ca o regulă generală, la utilizarea radiațiilor UV se formează foarte puține sub-produse de dezinfecție.

Avantaje	Dezavantaje
<ul style="list-style-type: none"> • Foarte eficace contra bacteriilor și a virușilor la dozaje foarte mici • Producție minimă de sub-produse de dezinfecție 	<ul style="list-style-type: none"> • Apele puternic încărcate cu fier, calciu, fenoli, cu turbiditate ridicată nu se pretează la tratamentul cu UV • Nu are efect remanent

Cloramina

Cloramina este produsă prin reacția azotului amoniacal cu clorul. Interesul pentru această metodă de dezinfecție a scăzut după 1950. Preocupările actuale în privința prezenței trihalometanului și a acidului haloacetic în apă au dus la reluarea interesului pentru cloramină pentru-că ea nu produce decât foarte puține sub-produse de dezinfecție. Se pot menționa monocloraminele NH_2Cl , dicloraminele NHCl_2 și tricloraminele sau triclorurile de azot NCl_3 .

Producerea de sub-produse de dezinfecție cu cloramină depinde de foarte mulți factori, mai ales de cantitatea de clor/amoniac și de pH. Produsele formate sunt compuși organici clorați, dar în cantități mult mai reduse decât cele produse la utilizarea aceleiași doze de clor liber.

Avantaje	Dezavantaje
<ul style="list-style-type: none"> • Utilizarea cloraminei produce mai puține sub-produse de dezinfecție decât clorul liber • Reziuurile de monocloramine sunt mai stabile și au o perioadă de activitate mai lungă decât clorul liber sau dioxidul de clor. Prezența în exces a amoniacului poate favoriza 	<ul style="list-style-type: none"> • Capacitatea de dezinfecție a cloraminei nu este la fel de importantă ca a altor procedee cum ar fi clorul, ozonul sau dioxidul de clor • Cloramina nu oxidează fierul sau manganul • Excesul de amoniac poate duce la probleme de nitrificare

formarea biofilmului	• Monocloraminele sunt mai puțin eficiente la pH ridicat
• Utilizarea cloraminei nu este scumpă	• Cloramina trebuie produsă la locul unde se folosește
• Producerea cloraminei este simplă	

Permanganat de potasiu

Cele mai importante efecte ale permanganatului de potasiu (KMnO_4) sunt: acțiunea lui asupra gustului, mirosului și a culorii, asupra dezvoltării bacteriologice din stațiile de tratament și faptul că favorizează tratamentul asupra fierului și a manganului. Permanganatului de potasiu mai este folosit în lupta împotriva formării de trihanometan și de alte sub-produse. Cu toate că permanganatul de potasiu are o putere mare de oxidare, el nu este decât un dezinfectant destul de puțin eficient.

Avantaje	Dezavantaje
<ul style="list-style-type: none">• Oxidează fierul și manganul• Oxidează compușii responsabili cu modificarea gustului sau a mirosului• Este ușor de produs, de transportat sau de folosit• Este util pentru reducerea formării sub-produselor de dezinfecție sau a trihanometanului• Folosirea lui are efecte mici asupra tratamentelor ulterioare• Este eficientă contra anumitor viruși	<ul style="list-style-type: none">• Folosirea permanganatului de potasiu presupune un timp de contact lung• Are tendința de a colora în roz apa tratată• Este toxic pentru piele și mucoase• Prezintă un oarecare pericol la producerea soluției• Supradozajul are consecințe asupra sănătății omului

Concluzia care se poate trage este că alegerea unei anumite metode de dezinfecție este destul de dificilă deoarece decizia depinde de mulți parametri adesea dificil de analizat.