

Dette er artikel 2 i en serie på 3 om kemiske våben. Artikel 1 beskrev, hvilke kemiske våben der eksisterer, og hvordan de er blevet brugt i praksis. Her i artikel 2 beskrives, hvordan de kemiske våben virker, og i artikel 3 hvad der bliver gjort for at hindre produktion og brug af kemiske våben.

Kemiske våben II. Hvordan virker de?

Kemiske våben er udviklet til at pacificere eller dræbe mennesker. Her skitseres det kort, hvordan de enkelte våbentyper såsom blistergasser, nervegasser, tåregasser og udvalgte eksempler på psykokemiske stoffer og toksiner virker

Af Lars Carlsen, Awareness Center

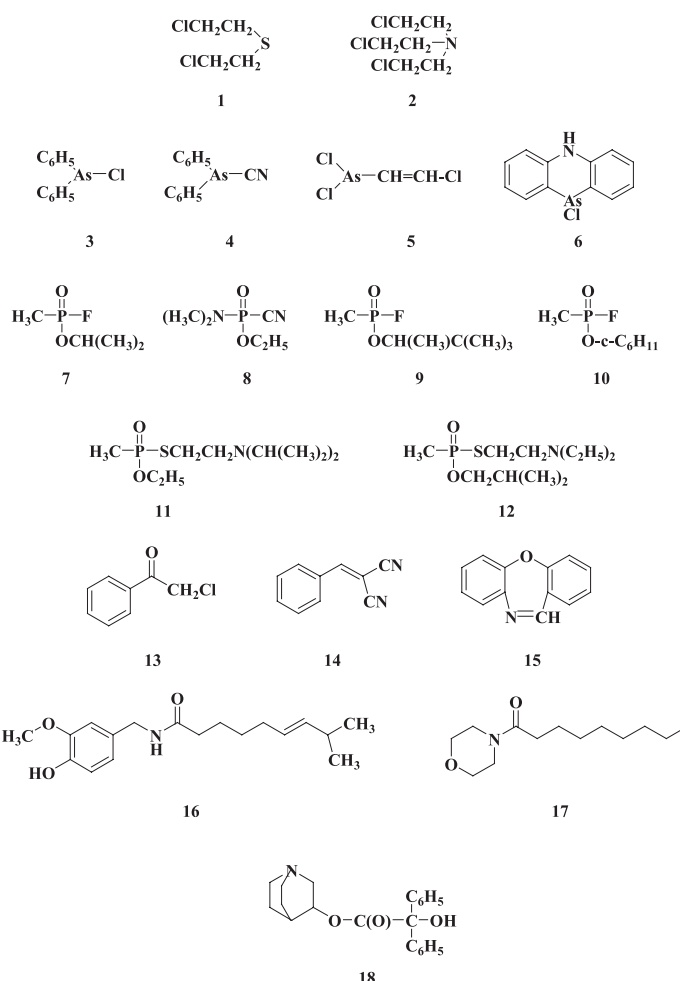
Kemiske våben, der ofte omtales som krigsgasser, befinder sig kun for få af stoffernes vedkommende på gasform ved normal temperatur og tryk. Begrebet krigsgas er et levn fra den tidlige brug af chlor og phosgen. Ikke desto mindre spiller damptrykket en afgørende rolle i forbindelse med anvendelse af disse våben.

Kemiske våben er udviklet mhp. at pacificere eller dræbe mennesker, evt. dyr, men der er naturligvis også et miljømæssigt aspekt. Stofferne, der typisk spredes som en blanding af gasser og dråber ved brug af granater, bomber eller missiler, deponeres på de omgivende overflader. De miljøkemiske processer er ikke anderledes end normalt, men det er vigtigt konstant at holde sig for øje, at vi har med højtoksiske stoffer at gøre, og at mennesker og dyr kan blive udsat for de spredte kemiske våben enten i form af den såkaldt primære sky, dvs. den sky, der er resultater af selve spredningen, eller af en sekundær sky, der kommer fra afdampning fra kontaminerede overflader [1].

Kontaminering af landområder med kemiske våben kan have en strategisk betydning. I Irakkrigen ville det f.eks. have medført, at fremrykningen af landtropper skulle være foregået under hensyntagen til tilstedeværelsen af kemiske våben, dvs. med soldater iført specialdragter med kunstig luftforsyning i temperaturer på op til 60°C. Det kan i denne sammenhæng nævnes, at personer, der arbejder iført disse dragter, under normale temperaturforhold vil tabe flere kilo i løbet af et par timer.

Nedbrydningen af stofferne er af afgørende betydning. Ved 15°C vil VX (11) have en opholdstid på ca. 10 dage på jord- og planteoverflader, mens opholdstiden ved -10°C i løs sne vil være helt oppe på 8 uger. For sennepsgas (1) er de tilsvarende tal hhv. 4 og 14 dage [1]. Disse opholdstider kan nok primært tilskrives fordampning og kun i mindre grad nedbrydning. I det akvatiske miljø observeres lange opholdstider. Således er opholdstider på 1-2 år for VX (11) i havvand ved pH ≈ 6 blevet rapporteret [1].

Den strategiske brug af kemiske våben omfatter også brugen af de våben, der pacificerer dem, der udsættes for stofferne. Man kan groft sagt sige, at døde soldater er uinteressante, hvorimod soldater, der er ukampdygtige og som samtidig



Figur 1. Strukturer for udvalgte kemiske våben.

kræver, måske endda betydelig og langvarig behandling og pleje, kan være strategisk langt mere interessante. Denne situation kan opnås ved brug af stoffer, der er specifikt designet til dette formål, eller stoffer, hvor en evt. dræbende effekt først

gør sig gældende på et tidspunkt væsentligt senere end den oprindelige påvirkning.

Den anden anvendelse, dvs. den umiddelbart dræbende, er bl.a. den, man så ved Iraks angreb på Iran og senere på kurderne i Halabja [2] og ved terroristangrebet i Tokyos undergrund [3]. Ved angrebet på Iran anvendte Irak i starten sennepsgas og senere også nervegasserne Tabun (8) og Sarin (7) [1], mens granaterne mod kurderne i Halabja tilsyneladende indeholdt en cocktail af Sarin (7), Tabun (8), VX (11) og sennepsgas (1). Det kan i øvrigt nævnes, at Irak er den eneste stat i verden, der har brugt nervegasser i krigssammenhæng. Ved angrebet i Tokyos undergrund blev nervegassen Sarin (7) brugt. En af grundene, til at angrebet, trods sin primitive karakter, havde katastrofale konsekvenser, var bl.a. Sarins (7) relativt høje damptryk (tæt på vands), det gjorde, at der rent faktisk var tale om et gasangreb. VX (11), der har et langt lavere damptryk, ville ikke, trods sin væsentlig højere toksicitet, nødvendigvis have haft samme direkte katastrofale konsekvenser. Derimod ville det efterfølgende antageligt have været en større opgave at dekontaminere station, tog osv.

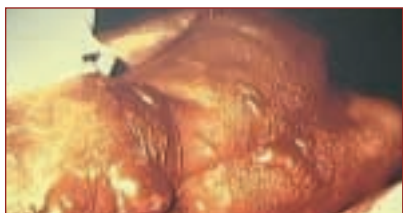
Blistergasser

Sennepsgas (1) er i toksisk sammenhæng reaktiv, og de primære mekanismer er tilsyneladende forbundet med stoffets evne til at ødelægge en lang række forskellige forbindelser i cellerne gennem alkylering. Der dannes en sulfoniumion (19) (figur 2) som reaktivt specie, der kan binde til DNA, RNA, proteiner etc. Sulfoniumionen (20) kan forklare dannelse af bindinger mellem biologiske molekyler [1,4].



Figur 2. Sulfoniumion dannet af sennepsgas.

Symptomerne på sennepsgasforgiftning er mangfoldige og omfatter, afhængig af mængden, tåreflod, smerter i øjnene og tab af synet, åndedrætsbesvær, »kemisk« lungebetændelse, blisterdannelse (deraf navnet blistergas), svimmelhed, opkastninger og diarré. Specielt blisterdannelsen forbindes med sennepsgas (1), noget der med jævne mellemrum har været fremme i forbindelse med fiskere, der har fået gamle sennepsgasgranater i deres garn. Et eksempel på omfattende skader fra sennepsgas ses i figur 3.



Figur 3. Omfattende skader efter sennepsgas. (Billedet venligst udlånt af A.Krippendorff, Hazard Control, GmbH).

Den akutte dødelige dosis ved indånding af sennepsgas er med sine ca. 1500 mg min/m³ ikke specielt høj. Ofre, der dør efter sennepsgaskontakt, gør det typisk efter en periode på mellem få dage til flere uger som et resultat af skader og efterfølgende infektioner i åndedrætssystemet [1,4].

Lewisit (5) har stort set de samme effekter som sennepsgas, og skader behandles også på samme måde [1,4]. Alene har Lewisit (5) ikke det store potentiale som kemisk våben, da det

MILLIPORE

Lloyd Nantat, 41
Service Manager
Lab Water Division, UK

With passion comes dedicationSM

... allerede fra en tidlig alder var Lloyd fascineret af vandmolekylet. Lloyds passion førte ham til Millipore, hvor han i dag som en del af Lab Water-teamet, udelukkende fokuserer på at levere det højeste service- og supportniveau til alle sine kunder i Storbritannien. I Millipore deler vi alle Lloyds passion for rent vand. Denne passion følger os hver eneste dag, alle steder og hver gang, vi arbejder med dig og leverer dedikeret support for at opfylde dine specifikke behov.

Kontakt os for yderligere oplysninger om Millipores rentvandsløsninger:
Tel: +45 7010 5045 • Fax: +45 7010 1314
Email: H2O@millipore.com • Web: www.millipore.com/H2O

hurtigt hydrolyserer med luftens fugtighed. Det har derfor typisk været brugt blandet med sennepsgas (1) for at sænke frysepunktet af blandingsproduktet, der er kendt som HL. En væsentlig forskel er, at symptomerne fra påvirkning af Lewisit (5) ikke er forsikede, som det er tilfældet med sennepsgas-symptomerne.

Nervegasser

Nervegasserne, dvs. G- og V-stofferne, er de mest potente kemiske våben, der har været benyttet. Det er højtoksiske stoffer, der både virker ved inhalation og ved hudkontakt. For Tabun og Sarin er der umiddelbart fare for liv og helbred (IDLH) ved koncentrationer på 0.1 mg/m³ og for VX på 0.003 mg/m³ [5] og for VX angives LD₅₀-værdien ved hudkontakt at være 5 mg/individ [1]. Reaktionstiden er meget kort, ofte minutter [1,6].

Stoffernes toksiske effekt hænger nøje sammen med deres evne til at inhibere acetylcholinesteraseaktiviteten [1,6]. Stofferne blev oprindeligt udviklet i et forskningsprogram, der ledte efter nye insekticider, hvor det netop var denne effekt, der var interessant. Grundet disse stoffers (G- og senere V-stofferne) toksicitet blev denne brug hurtigt skrinlagt, mens stoffernes potentiale som kemiske våben hurtigt blev klart. Kemisk set sker der et nukleofilt angreb på det positivt ladede phosphoratom (figur 4). I princippet kan enzymet, acetylcholinesterasen, reaktiveres, hvis det sker inden »ældningen« af komplekset (figur 4), hvilket kan foregå meget hurtigt, for Soman f.eks. inden for få minutter, hvilket i praksis gør en Somanforgiftning umulig at behandle. Herefter er en reaktivering ikke mere mulig. Effekten af den manglende acetylcholinesteraseinhibe-

ring er muskelkramper, bl.a. af åndedrætsmusklerne, hvilket formelt bevirker en kvælningssdød.

Som nævnt er Irak det eneste land, der har brugt nervegasser i aktiv krigsførelse, og billederne fra angrebet på Kurderne i Halabja taler deres tydelige sprog (figur 5) [1].

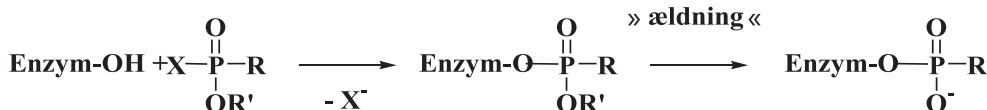


Figur 5. Iraks angreb på Halabja med kemiske våben den 16. marts 1988 havde omfattende konsekvenser.

(Billedet venligst udlånt af A.Krippendorf, Hazard Control, GmbH).

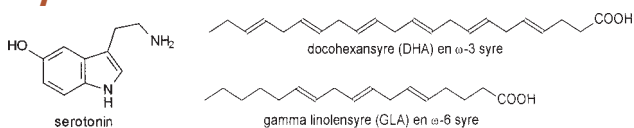
Tåregasser

Tåregasser er en betegnelse for en række stoffer, der, når de anvendes i gas- eller på aerosolform, næsten øjeblikkeligt giver stærke smerter i øjnene, er tårefremkaldende og gør det vanskeligt at holde øjnene åbne [1,7]. Andre symptomer er bl.a. løbende næse og hoste. Der er tilsyneladende ingen langtids-



Figur 4. Acetylcholinesteraseinhibering af organophosphater.

Nyt om...



... depressioner - et spørgsmål om fedtsyrer i kosten?

Det har længe været kendt, at fedtsyresammensætning i vor kost har stor betydning for udvikling af hjerte-kar-sygdomme. Man mener nu også, at den har betydning for udvikling af depressioner. Det synes som om, indholdet af ω-3 og ω-6 fedtsyrer som de to viste har betydning for udviklingen af depressioner. ω-3 fedtsyrerne har deres første dobbeltbinding ved C nummer 3 fra enden og ω-6 ved C nummer 6 fra enden.

Hvis kosten er rig på ω-3 syrer, som man finder i fisk, er der få depressioner i en befolkning, og hvis den er rig på ω-6 syrer, er der mange depressioner, kulturelle forskelle taget i betragtning. Man mener, det hænger sammen med neurotransmitteren serotonin i hjernen. Hvis mængden af ω-3 syrer er lav, er mængden af serotonin det også.

Carl Th.

The happy fat, *New Scientist*, 24. august 2002 side 34

effekter forbundet med påvirkning af disse stoffer, og symptomerne aftager hurtigt, når påvirkningen stopper. Gasserne bruges bl.a. af politiet i forbindelse med optøjer og lignende.

Quinuclidinylbenzilat (BZ) (18) [8], der har været anført som et af USA's kemiske våben, giver anledning til en psykose, der giver sig udslag i akustiske og visuelle hallucinationer og angstanfald. Tilstanden, der kan vare i flere timer, gør offeret ude afstand til at tro på det, han oplever i sine omgivelser.

Toksiner

Botulinum toksin er det til dato mest toksiske stof, der kendes [9]. Det er en nervegift, der inhiberer frigørelsen af neurotransmitteren acetylcholin, hvilket resulterer i muskellammelser, bl.a. af åndedrætsmuskulaturen, med kvælningssdød til følge. LD₅₀-værdien ved intravenøs injektion er 0.001 µg/kg.

Stafylokok enterotoksin B er et super antigen, der påvirker immunsystemet [10]. Kun i forbindelse med relativt høje doser ses dødsfald, og dette toksin har da også primært været studeret for sin pacificerende effekt. Toksinet er feberfremkaldende og kan give anledning til svimmelhed og opkastninger. Stafylokokforgiftninger er velkendte i hospitalsmiljøet.

Ricin, der er et glycoprotein, udvundet af castorbønner, inhiberer proteinsyntesen [11]. Ricins giftighed afhænger af den måde forgiftningen sker på. Det er væsentligt mindre giftigt end Botulinum toksin (LD₅₀ = 3 µg/kg ved intravenøs injektion), men stoffet er langt lettere tilgængeligt og har derfor potentielt større anvendelsesmuligheder. Ved det berømte »paraplymord« i London i 1978 benyttedes således Ricin, og i

begyndelsen af februar i år blev der fundet Ricin i den amerikanske kongres.

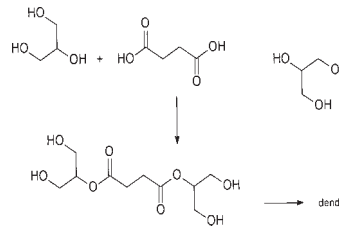
Sidste artikel i serien: »Kemiske våben III. Hvad gør vi?« bringes i Dansk Kemi nr. 5.

E-mail-adresse:
Lars Carlsen: LC@AwarenessCenter.dk)

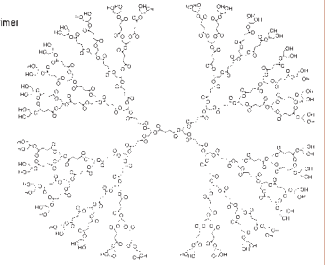
Referencer

1. Chemical Weapons – threat, effects and protection, Swedish Defense Research Agency, Briefing Book Number 2, 2002
2. Halabja: <http://www.kdp.pp.se/chemical.html>
3. Sarin Poisoning on Tokyo Subway: <http://www.sma.org/smj/97june3.htm>
4. F.R. Sidell et al., Versicants, i: Medical aspects of chemical and biological warfare, F.R. Sidell, E.T. Takafuji og D.R. Franz, eds., Office of the Surgeon General at TMM Publications, Borden Institute, Walter Reed Army Medical Center, Washington DC, 1997, 197-228
5. J.A. Decker, Revised exposure limits for chemical warfare agents, NATO-Russia Advanced Research Workshop on Ecological Risks Associated with the Destruction of Chemical Weapons, Lüneburg, Oct. 2003, <http://ostpartnerschaften.uni-lueneburg.de/nato/docs/english/decker.pdf>
6. F.R. Sidell, Nerve Agents, i: Medical aspects of chemical and biological warfare, F.R. Sidell, E.T. Takafuji og D.R. Franz, eds., Office of the Surgeon General at TMM Publications, Borden Institute, Walter Reed Army Medical Center, Washington DC, 1997, 129-179
7. F.R. Sidell, Riot Control Agents, i: Medical aspects of chemical and biological warfare, F.R. Sidell, E.T. Takafuji og D.R. Franz, eds., Office of the Surgeon General at TMM Publications, Borden Institute, Walter Reed Army Medical Center, Washington DC, 1997, 307-324
8. BZ (quinuclidinyl benzilate): <http://www.gifte.de/bz.htm>
9. Botulinum toxin fact sheet: http://www.upmc-biosecurity.org/pages/agents/botulism_facts.html
10. Stafylokokforgiftning: <http://www.fhd1.dk/abc/bio/nf310370.asp>
11. Ricin poisoning: <http://www.dhfs.state.wi.us/healthtips/BCD/Ricin.htm>

Nyt om...



... polymere til reparation af væv



Man har længe brugt polymere til erstatning for knogler og led; men de sædvanlige lineære polymere er ikke egnede til at erstatte væv som f.eks. hud. Man har nu håb om at anvende såkaldte dendrimerer (græsk dendros træ). Som man kan se på figuren, vokser denne type polymere ud, som et træ forgrener sig. Det er i første omgang håbet, at en sådan dendrimer kan være beskyttelse og grobund for nye celler, f.eks. hudceller, indtil det oprindelige væv er erstattet. Man kunne også tænke sig at bruge dem til f.eks. læsioner i hornhinden, hvor man i dag syr med risiko for ardannelse. Det er til dette brug vigtigt, at polymeren er bionedbrydelig, så den forsvinder, når den har udført sin mission.

Den viste dendrimer er dannet ud fra en ester af glycerol (propan-1,2,3-triol) og ravsyre (butandisyre).

Carl Th.

www.mikrolab.dk

Alt i udstyr og tilbehør
til laboratoriet
Vi bygger også kundespecificeret udstyr
Spørg først ML - det betaler sig!


 MIKROLAB AARHUS

Besøg os på nettet

Vi lever af vakuum!
(Jo mindre jo bedre)

For yderligere oplysninger:
Busch Vakuumenteknik A/S
+45 87 88 07 77
info@busch.dk
www.busch.dk



 **Rietschle
Thomas**
Vakuumpumper
Lavtrykskompressorer
Sidekanalblæsere

www.rtpumps.dk
e-mail: rtpumpsdk@rtpumps.com
+45 59 44 40 50

Videnskabelig software

 www.innomax.dk
Inno-Max
Tlf: 96 96 11 11