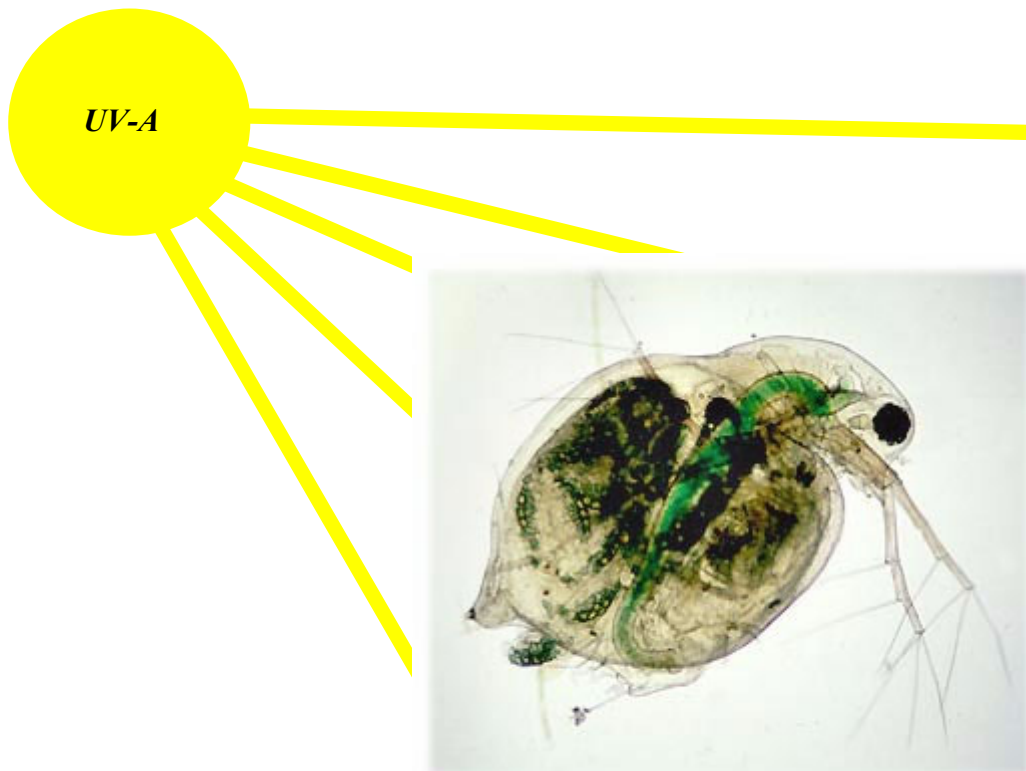


# Akut toxicitet av fyra nya explosivämnen på vattenloppa, *Ceriodaphnia dubia*, under inverkan av ultraviolett ljus, UV-A

Rune Berglind och Ann-Christin Andersson



TOTALFÖRSVARETS FORSKNING SINSTITUT

NBC-skydd  
901 82 Umeå

FOI-R--0754--SE

Mars 2003

ISSN 1650-1942

**Användarrapport**

# Akut toxicitet av fyra nya explosivämnen på vattenloppa, *Ceriodaphnia dubia*, under inverkan av ultraviolett ljus, UV-A

Rune Berglind och Ann-Christin Andersson

## **Innehåll**

Material och metoder .....	3
Testämnen .....	3
UV-A belysning .....	4
Testorganism .....	4
NaHCO <sub>3</sub> .....	4
Cerofyllextrakt .....	4
Algkultur .....	4
Toxicitetstest .....	5
Vattenloppa .....	5
Försöksbetingelser .....	6
Beredning av testlösning .....	6
Analyser .....	6
Registreringar .....	6
Beräkningar .....	6
Resultat .....	7
CL20 .....	7
FOX-7 .....	7
FOX-12 .....	7
ADN .....	7
Diskussion .....	9
Referenser .....	10

## **Inledning**

Huvuddelen av den ultravioletta strålning som når jordytan har en våglängd mellan 320 och 400 nm (UV-A). UV-strålning med kortare våglängd (UV-B 290 - 320 nm; UV-C < 290nm) filtreras bort av bl.a. det ozonlager som omger jorden. Emellertid är, UV-A den UV-strålning som når jordytan tillräckligt energirik för att påverka ett stort antal kemiska föreningar så att deras kemiska- fysikaliska egenskaper förändras (Environmental Chemistry, 1994). Polycykliska kolväten (PAH), som är vanliga föroreningar i jord och vatten, adsorberar UV-strålning och genomgår s.k. fotokemiska processer där bl.a. kemiskt reaktiva mellanprodukter bildas, t.ex. fria radikaler. Om en sådan fotokemisk reaktion äger rum i en levande cell kan stora skador uppstå på viktiga cellkomponenter såsom membraner eller DNA. Vid frånvaro av UV-A reduceras reproduktionen hos vattenloppa (*Daphnia magna*) under en 21-dagarsperiod med c.a. 14 % vid en antracen-koncentration på 8,2µg/l. Belyses djuren med UV-A (117 µW/cm<sup>2</sup>) dör 70 % av djuren och reproduktionen hos överlevande djur är 69 % lägre än kontrollen efter 21 dagar. Känsligheten hos vattenväxter för bens(a)pyren, antracen, och deras reaktionsprodukter ökar på samma sätt som hos fisk vid samtidig exponering för solljus (Arfsten et al 1996).

Det vanligaste explosivämnet som används av försvaret, TNT, adsorberar UV-strålning och omvandlas till nya produkter. I naturligt vatten är halveringstiden sommartid ca 14 timmar på en latitud motsvarande 50 °N som är i höjd med Prag (Mabey et al 1983). Davenport et al (1994) visade att UV-ljus i kombination TNT eller diamino – och dinitrotoluenier inverkar negativt på utvecklingen av ägg från sjögurka (*Lytechinus variagatus*) och på överlevnaden av vattenloppan *D. magna* (Davenport et al 1994). Dessa exempel visar att samspelseffekter mellan kemikalier och UV-ljus kan vara av väsentlig betydelse före ett ämnes effekter på växter och djur. De explosivämnen som finns i militär ammunition sprids till mark och vatten vid produktion, användning och destruktion.. Mot bakgrund av den rapport Davenport et al (1994) presenterat ska samverkans effekter mellan kemikaliers inneboende egenskaper och yttre faktorer såsom UV-strålning räknas in vid bedömningen av ett explosivämnes miljöfarlighet.

Ett led i försvarets miljöarbete är utbytet av miljöfarliga produkter mot sådana som betraktas som mindre miljöfarliga. Av bl.a. militär- och miljöstrategiska orsaker utvecklas därför ersättare till dagens explosivämnen som ska vara bättre anpassade till dagens behov. De fyra ämnen (CL-20, FOX-7, FOX-12 och ADN) som ska ingå i denna undersökning är potentiella explosivämnen för militärt bruk. Alla fyra är framtagna och syntetiserade vid institutionen för *Energetiska material, FOI, Avd för Vapen och Skydd*. Avsikten med denna undersökning är att i toxicitetstest på vattenloppa studera om UV-A samverkar med dessa explosivämnen toxikologiskt.

## **Material och metoder**

### **Testämnena**

CL-20, (hexanitrohexaazaisowurizitan), FOX-7 (1,1-dinitro-2,2-diaminoeten) FOX-12 (guanilyurea dinitroamid) och ADN (amoniumdinitroamid) är alla kristallina vid rumstemperatur.

## UV-A belysning

För exponeringen av djuren för UV-A användes PHILIPS TL 20W/09 ljusrör. Armaturen med ljusrören var placerad 45 cm ovanför bägarna med djuren.

## Testorganism

Vattenloppan, *Ceriodaphnia dubia*, används som testorganism och är en gåva från ELK AB i Linköping. Den har hållits i kontinuerlig odling vid FOA/FOI NBC sedan hösten 1999. Djuren odlas i skålar (700ml) med 500 ml 50 % ADaM-medium (vattenhårdhet ca 180 mg CaCO<sub>3</sub>/l) som har ett pH på 7,9-8,2 (Klüttgen et al 1994), vid rumstemperatur (24 °C±1) och en ljusregim på 16 timmar ljus och 8 timmar mörker. Odlingsmediet framställs genom tillsats (0,166 g/l) av syntetiskt havssalt (Wiegandt GmbH & KG, Tyskland), kalcium (CaCl<sub>2</sub>), natrium (NaHCO<sub>3</sub>) och selen (SeO<sub>2</sub>) till kranvatten (tabell 1). Djuren matas dagligen med encelliga grönalger (*Selenastrum capricornutum* och *Chlamydomonas rainharti*) (Rodgers, Jr, J H. 1989). Till odlingsmediet sätts vid varje vattenbyte fiskvitamin (SEVITA Vitamin till akvariefiskar) motsvarande 1 droppe/10 liter vatten samt 0.5 ml extrakt av cerofyll (SIGMA Ceral leavs). Odlingsmediet byts två gånger per vecka. Dagligen rensas kulturen från ungar.

**Tabell 1.** Sammansättning av odlings- och testmedium för vattenloppa, *Ceriodaphnia dubia* (Klüttgen et al 1994).

Ämne	Slutkonc. i medium (mg/l)
Syntetisk havssalt *	166
CaCl <sub>2</sub> x2H <sub>2</sub> O	135,24
NaHCO <sub>3</sub>	27,72
SeO <sub>2</sub>	0,07

\*Wiegandt GmbH & KG, Tyskland

Vid försöken används enbart ungar som är yngre än 24 timmar. Ungarna plockas från odlingsmediet med hjälp av en pastörpipett vars spets kapats och sedan rundsmälts över en låga.

Testsystemet har följande sammansättning.

Djur: *Ceriodaphnia dubia* (vattenloppa) <24 timmar

Testmedium: ADaM medium utspätt med lika delar kranvatten (detsamma som djuren odlas i)

## Cerofyllextrakt

Fem gram grovt malda unga vetebblad (Ceral Leaves, Sigma, Lot: 88H1162) slammas upp i en liter kranvatten. Blandningen får stå under omrörning över natten. Efter ca 24 timmar sugfiltreras blandningen genom ett pappersfilter (Munktell, porstorlek 00). Filtratet delas upp i 50 ml plaströr med skruvkork och förvaras vid -20°C. I kyl kan extraktet förvaras upp till en vecka.

## Algkultur

Grönalgerna *Selenastrum capricornutum* och *Chlamydomonas rainharti* har odlats vid FOI NBC-skydd i Umeå sedan 1997. *S. capricornutum* kom ursprungligen från CBDCOM (Chemical and Biological Defense Command), Aberdeen Proving Ground, USA, och *C. rainharti* har erhållits från University College London som gåva. Båda algerna användes som foder till vattenloppa. Algerna odlas i E-kolvar (8 L) i en temperaturreglerad (25±0,5 °C)

kammare med konstant belysning (8000 Lux). Algerna hålls svävande i mediet med hjälp av omrörarmagnet. Varje ny odling av alger i E-kolv startas upp från en ren algekultur (stamkultur) odlad på agarplatta.

Stamkulturerna av algerna odlas i petriskål på agar baserad på odlingsmedium för grönalg och agar-agar. Odlingsmediets sammansättning visas i tabell 2. Stamkulturens renhet från bakterier kontrolleras regelbundet genom odling på agarplatta.

**Tabell 2.** Koncentration av makro och mikronäringsämnen i odlingsmedium och testmedium för grönalger (Murashige and Skoog, 1962)

<b>Makronäringsämnen</b>	<b>mg/l</b>	<b>Mikronäringsämnen</b>	<b>µg/L</b>
KNO <sub>3</sub>	190	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	620
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	165	MnSO <sub>4</sub> * H <sub>2</sub> O	1690
CaCl <sub>2</sub>	33,2	KI	83
MgSO <sub>4</sub>	18,1	CoCl <sub>2</sub> * 6H <sub>2</sub> O	2,5
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	17	CuSO <sub>4</sub> * 5H <sub>2</sub> O	2,5
		Na <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub> * 2H <sub>2</sub> O	25
		ZnSO <sub>4</sub> * 7H <sub>2</sub> O	860
		FeNaEDTA	3670

<b>Vitaminer</b>	<b>mg/l</b>
Glycin	0,2
Myo-Inositol	10
Nikotinsyra	0,06
Pyridoxin HCl	0,06
Tiamin HCl	0,01

Till varje liter sätts även 1g Mops (Sigma) och 1g natriumacetat (Merck). Lösningens pH sätts till 7,4.

Alg från odling i 8 L-E-kolv användes som foder till djuren. Algerna koncentreras från odlingsmediet med hjälp av en centrifug. Koncentratet av algerna slammas upp och tvättas i MilliQ-vatten i tre omgångar före de kan användas som foder.

## Toxicitetstest

### Vattenloppa

Experimentet är ett akut toxicitetstest och följer, med undantag för odling, antal replikat och testvolym, proceduren som beskrivs i SS028180 [SIS 1982 Water quality – *Determination of the inhibition of the mobility of Daphnia magna* Straus (*Cladocera, Crustacea*)]. Tio juvenila

dafnier (<24 timmar gamla djur) sattes till 30 ml bägare fyllda med 15 ml testmedium. Tre replikat av varje testkoncentration undersöktes. Exponeringstiden var upp till 48 timmar.

### **Försöksbetingelser**

Vid undersökningarna användes samma medium (ADaM-medium) som vid odlingen av djuren. Testerna genomfördes vid en temperatur på 25°C och med ljusregimen 16 timmar ljus/8 timmar mörker. Djuren matades under försöket.

Tre replikat av vardera testkoncentration belystes med UV-A (600 $\mu$ W/cm<sup>2</sup>) i 6 timmar från teststart. I försöket med FOX-7 exponerades djuren för UV-A i 12 timmar (6 timmar från teststart kl 16<sup>00</sup> samt 6 timmar ytterligare morgonen därpå). Djuren belystes därefter med samma ljus som djuren i de övriga tre replikaten.

### **Beredning av testlösning**

Stamlösning av ADN (500 mg/l) bereddes i E-kolv 1000 ml ADaM-medium. FOX-7, CL-20 respektive FOX-12 är begränsat lösliga i vatten. Stamlösningar (tillsatt 80 mg testsubstans/l) av dessa tre testsubstanser bereddes i E-kolv med 750 ml medium. För att påskynda upplösningen av substans sattes testlösningen under omrörning med magnetomrörare över natten (18 timmar). Stamlösningen antas efter denna tid vara mättad med avseende på testsubstans (Girling et al 1994). Före användning filtrerades lösningarna genom ett polykarbonatfilter (Sattorius, med porstorlek 0,45  $\mu$ m) för att avlägsna eventuella partiklar. Koncentrationerna för CL-20 och FOX-12 i respektive stamlösning bestämdes med hjälp av HPLC-teknik med UV-detektion.

### **Analyser**

Analys av koncentrationerna för CL-20 och FOX-12 i respektive stamlösning har gjorts. Halten CL-20 var 7,8 mg/l och halten FOX-12 var 80 mg/l (Lars Hägglund, 2002). Koncentrationerna för ADN och FOX-7 är nominella.

### **Registreringar**

Den effektvariabel som användes vid undersökningarna var andelen immobiliserade djur i testlösningarna efter 24 och 48 timmars exponering. De exponerade djurens allmänstatus noterades vid avvikelser från obehandlade kontrolldjur. Vattenlopporna bedömdes som immobiliserade om de inte kunde hålla sig simmande i 15 sekunder sedan vattnet försiktigt försatts i rörelse. EC<sub>50</sub> är den beräknade koncentration där 50 % av djuren är immobiliserade. Vattnets temperatur, pH, konduktivitet och syrehalt (Metler Instruments) bestämdes i kontroll, lägsta och i högsta testkoncentration både före teststart och efter det att undersökningen avslutats. Totalhårdheten uttryckt som mg CaCO<sub>3</sub>/l hos sprädningsmediet bestämdes före teststart (Macherey-Nagel: Visoclor, Test Kit, Total hardness H 20F). Temperaturen noterades vid teststart och i samband med avläsningarna (24 och 48 timmar) av antalet immobiliserade djur. Vattenlopporna noteras som immobiliserade när djuren inte förmår röra vare sig simorgan eller kropp efter lätt stimulering.

### **Beräkningar**

24 respektive 48 timmars EC<sub>50</sub> (95 % konfidensintervall) genom probitanalys (SPSS programvara).

## Resultat

Beräknade EC<sub>50</sub>-värden finns redovisade i tabellerna 3 och 4. Överlevnaden hos obehandlade djur (kontroll) i både UV-A behandlade och ej UV-A behandlade var 100 %. Vid belysning med UV-A försökte djuren söka skydd genom att trycka mot bågarnas botten. Så snart belysningen med UV-A upphörde återgick djuren till att utnyttja hela vattenvolymen i bågarna. I tabell 3 visas resultaten från försöken.

### CL20

Den akuta toxiciteten (EC<sub>50</sub>) för CL-20 efter 48 timmar utan UV-A belysning beräknades till 6,4 mg/l. Belysning i 6 timmar med UV-A ökade den akuta toxiciteten för CL-20 med en faktor 2 och andelen stamlösning i testmediet för immobilisering av 50 % av djuren (EC<sub>50</sub>) efter 48 timmar sänktes till 3,6 mg/l. I den UV-A belysta gruppen simmade de djur som inte var immobiliserade märkbart långsamt (sederade). Effekten var relaterad till koncentrationen CL-20. Efter 24 timmars exponering var samtliga mobila djur i den högsta testkoncentrationen sederade, medan djuren i den lägsta var opåverkade.

### FOX-7

Den högsta testkoncentrationen (100 %) av FOX-7 motsvarar 83,75 mg substans tillsatt till 1 liter medium. Denna lösning och koncentrationerna därunder gav inte upphov till några toxiska symtom i någon av grupperna.

### FOX-12

Belysning av testbågarna med UV-A (6 timmar) ökade substansens toxicitet påtagligt. EC<sub>50</sub> för FOX-12 i den UV-A behandlade gruppen var efter 24 och 48 timmar 68 respektive 39 mg/l. Motsvarande EC<sub>50</sub> värden för den ej UV-A exponerade gruppen var >80 respektive 61 mg/l. Vattenlopporna uppvisade inga avvikande beteenden som kan anses vara relaterade till exponeringen.

### ADN

Belysning med UV-A ökade ADN:s toxicitet för *C. dubia* med en faktor 5. För den grupp som inte belystes med UV-A uppnåddes inte 50 % immobilisering av djuren efter 24 timmars exponering. Efter 48 timmars exponering beräknades EC<sub>50</sub> till 462 mg/l. Belysning med UV-A medförde 100 % immobilisering ner till 148 mg/l redan efter 24 timmar. EC<sub>50</sub> efter 24 och 48 timmar beräknades till 99 respektive 88 mg/l. Testmediets pH sjönk med stigande koncentration ADN. Kontrollernas pH var 8,1 - 8,2 oberoende av belysning. I den UV-A behandlade gruppen var pH i den högsta testkoncentrationen vid försökets avslutning väsentligt lägre än kontroll (pH 5,4 - 5,8). Vattnets pH steg med sjunkande testkoncentration och var i den lägsta 7,9 - 8,0. I den grupp som ej behandlats med UV-A noterades också en pH-gradient men ej så markant. I den högsta testkoncentrationen var pH 7,7 till 7,8 och i den lägsta 8,1-8,2.



Tabell 3. Inverkan av UV-A på EC<sub>50</sub> (95 % konfidensintervall) för CL-20, FOX-7, FOX-12 och ADN efter 24 timmars exponering av *Ceriodaphnia dubia*

Substans	UV-A (+ /-) <sup>a</sup>	EC <sub>50</sub> (mg/l)	95% CI (mg/l)
CL-20	+	7,0	<sup>b</sup>
CL-20	-	>7,8	-
FOX-7	+	>83,75 <sup>c</sup>	-
FOX-7	-	>83,75 <sup>c</sup>	
FOX-12	+	67	61 – 78
FOX-12	-	94 <sup>d</sup>	82 – 127
ADN	+	99	85 – 109
ADN	-	>500 <sup>c</sup>	-

a UV-A exponering (+); Ej UV-A exponering (-)

b Inget konfidensintervall beräknat

c EC50 ej beräknat då för få djur var immobiliserade vid avläsningen

d EC50 > än den högsta testade koncentrationen

Tabell 4. Inverkan av UV-A på EC<sub>50</sub> (95 % konfidensintervall) för CL-20, FOX-7, FOX-12 och ADN efter 48 timmars exponering av *Ceriodaphnia dubia*

Substans	UV-A (+ /-) <sup>a</sup>	EC <sub>50</sub> (mg/l)	95% CI (mg/l)
CL-20	+	3,6	3,9 – 3,8
CL-20	-	6,4	5,1 – 7,8
FOX-7	+	>83,75 <sup>c</sup>	-
FOX-7	-	>83,75 <sup>c</sup>	-
FOX-12	+	39	36 – 43
FOX-12	-	61	54 – 72
ADN	+	88	<sup>b</sup>
ADN	-	462	431– 495

a UV-A exponering (+); Ej UV-A exponering (-)

b Inget konfidensintervall beräknat

c EC50 ej beräknat då för få djur var immobiliserade vid avläsningen

## **Diskussion**

FOX-7 var till skillnad från de övriga testade explosivämnena inte akut giftig för vattenloppa med eller utan belysning med UV-A. Detta innebär dock inte att UV-A inte skulle påverka effektnivån för FOX-7 under konstant belysning eller vid exponering i mer än 8 dagar.

Tidigare toxicitetsundersökningar har visat att toxiciteten förändras hos aromatiska substanser som TNT, antracen eller pyren vid belysning av ultraviolett ljus. Effektkoncentrationerna av TNT, 4-aminodinitrotoluen (4ADNT) och 2-aminodinitrotoluen (2ADNT) på vattenloppa sänks med en faktor på 3 till 5 vid samtidig exponering av djuren för UV-A (Johanson et al 1994). På liknande sätt ökar toxiciteten av pyren på vattenloppa vid samtidig belysning med UV-B (Nikkilä et al 1999). Förändringen av effektnivån hos CL-20 och FOX-12 var inte lika dramatisk och beror sannolikt på att dessa föreningar inte har kemiska egenskaper som liknar den hos exempelvis antracen. Emellertid var belysningen med UV-A endast 6 timmar initialt under försöket. I undersökningarna av Johnson et al 1994 och Nikkilä et al 1999 exponerades djuren under hela försöket för UV. Detta kan vara en bidragande orsak till den större differensen mellan UV-exponering och icke UV-exponering.

Ökningen av toxiciteten hos ADN vid UV-A belysning var lika stor som konstaterats för TNT och dess omvandlingsprodukter. Ökningen i ADN:s toxicitet beror dock sannolikt på UV-A påskyndar omvandlingen av dinitroamin till bl.a. salpetersyra. Bildning av nitrat ur dinitroamid har påvisats efter exponering för naturligt ljus i norrfönsterläge (Persson 1997). Analys av testlösningarnas pH vid försökets avslutning visade på sjunkande värden vid stigande koncentration av ADN i testlösningen. Det låga pH-värdet kan vara en av de direkta orsakerna till den höga toxiciteten hos ADN vid UV-A-belysning.

Det som är anmärkningsvärt i detta försök är att belysning med UV-A de 6 första timmarna av exponering för explosivämnena ökade toxiciteten av CL-20, FOX-12 och ADN. Detta antyder att UV endera i kombination med testsubstansen genererar skador i vitala organ hos vattenlopporna som på sikt är dödliga efter 48 timmar, eller att explosivämnena förändras fotokemiskt och den bildade produkten är mer toxisk än moderprodukten.

I det fortsatta arbetet bör UV-A och dess inverkan på explosivämnenas effekt på reproduktionen hos vattenloppa undersökas. Detta bör ge ett mått på om effektnivån för substanserna förändras.

## Referenser

Arfsten, D P., Schaeffer, D J., Mulveny, D C. 1996. The effects of near ultraviolet radiation on the toxic effects of polycyclic aromatic hydrocarbons in animals and plants: A review. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 33, 1-24

Davenport, R., Johnson, L R., Schaeffer, D J., Balbach, H. 1994. Phototoxicity 1. Light-enhanced toxicity of TNT and some related compounds to *Daphnia magna* and *Lytechinus variegatus* embryos. *Ecotoxicol. Environ. Saf.*, 27, 14-22

Environmental Chemistry, 1994, 6<sup>th</sup> edition. Ed. Stanley E. Manahan. CRC Press

Girling, A E., Whale, G F., Adema, D M M. 1994. A guideline supplement for determining the aquatic toxicity of poorly water-soluble complex mixtures using water accommodated fractions. *Chemosphere*, 29(12), 2645-2649

Hägglund, L. 2002 Kemisk analys av CL20 och FOX-12. FOI NBC skydd, Analysrapport till projektet E4813, E 2003.

Johanson, L R., Davenport, R., Balbach, H., Schaeffer, D J. 1994. Phototoxicity 3. Comparative toxicity of trinitrotoluene and aminodinitrotoluenes to *Daphnia magna*, *Dugesia dorotocephala* and sheep erythrocytes. *Ecotoxicol. Environ. Saf.*, 27, 34-49

Klütgen, B., Dülmer, U., Engels, M., and Ratte, H T. 1994. AdaM, and artificial freshwater for the culture of zooplankton. *Wat. Res.* 28(3), 743-746.

Mabey, W R., Tse, D., Baraze, A., Mill, T. 1983. Photolysis of nitroaromatics in aquatic systems I. 2,4,6-trinitrotoluene. *Chemosphere*, 12(1) 3-16

Murashige, T. and Skoog, F. 1962. *Physiol. Plant*, 15, 463

Nikkilä, A., Penttinen, S., Kukkonen, J V K. 1999. UV-B-induced acute toxicity of pyrene to the waterflea *Daphnia magna* in natural freshwaters. *Ecotoxicol. Environ. Saf.*, 44, 271-279

Rodgers Jr, J H. 1989, Tolerance for NPDES Bioassays Volume I – Freshwater Species. Report prepared for American Petroleum Institute, 1200 L Street, NW, Washington, DC 20005

Persson, B, 1997. HPLC-analys av NO<sub>2</sub> och NO<sub>3</sub> i ADN och KDN som utsatts för ljus. Analysrapport vid FOA-2, Grindsjön, Inst 210

Standardiseringskommissionen i Sverige. 1982. Vattenundersökningar – Bestämning av rörlighetshämning hos *Daphnia magna* Straus (Cladocera, Crustacea). Svensk Standard SS 02 81 80, ISO 6341 - 1982

<b>Utgivare</b> Totalförsvarets Forskningsinstitut - FOI NBC-skydd 901 82 Umeå	<b>Rapportnummer, ISRN</b> FOI-R--0754--SE	<b>Klassificering</b> Användarrapport
	<b>Forskningsområde</b> 3. Skydd mot massförstörelsevapen	
	<b>Månad, år</b> Mars 2003	<b>Projektnummer</b> E4813; E2003; E2004
	<b>Verksamhetsgren</b> 5. Uppdragsfinansierad verksamhet	
	<b>Delområde</b> 35. Miljöfrågor	
<b>Författare/redaktör</b> Rune Berglind Ann-Christin Andersson	<b>Projektledare</b> Jan Sjöström, Lena Sarholm, Patrik Goede	
	<b>Godkänd av</b>	
	<b>Uppdragsgivare/kundbeteckning</b> FM	
	<b>Tekniskt och/eller vetenskapligt ansvarig</b>	
<b>Rapportens titel</b> Akut toxicitet av fyra explosivämnen, ADN, FOX-12, CL20, och FOX-7, på vattenloppa, <i>Ceriodaphnia dubia</i> , under inverkan av ultraviolett ljus, UV-A		
<b>Sammanfattning (högst 200 ord)</b> De explosivämnena som i dag används inom försvaret uppfyller i många fall inte moderna miljökrav med avseende på biologisk nedbrytbarhet och toxicitet. Intensiv forskning pågår för att ersätta dagens miljöfarliga explosivämnena med nya som är mindre miljöfarliga. Inom ramen för projektet "Metoder för Miljöriskbedömning" genomförs forskning för att i ett tidigt skede karakterisera nya explosivämnens ekotoxikologiska egenskaper. I denna undersökning har den inverkan ultraviolett ljus (UV-A) har på den akuta giftigheten på CL-20, FOX-7, FOX-12 och ADN undersökts. FOX-7 hade ingen akuttoxisk effekt vid den högsta testade koncentrationen, 83 mg/l, i kombination med eller utan belysning med UV-A. För CL-20, FOX-12 och ADN ökade den akuta toxiciteten efter 6 timmars belysning med UV-A.		
<b>Nyckelord</b> explosivämnena, ADN, FOX-12, CL-20, FOX-7, akut toxicitet, UV-A,		
<b>Övriga bibliografiska uppgifter</b>	<b>Språk</b> Svenska	
ISSN 1650-1942	<b>Antal sidor:</b> 12 s.	
<b>Distribution enligt missiv</b>	<b>Pris:</b> Enligt prislista	

<b>Issuing organization</b> FOI – Swedish Defence Research Agency NBC Defence SE-901 82 Umeå	<b>Report number, ISRN</b> FOI-R--0754--SE	<b>Report type</b> User report
	<b>Research area code</b> 3. Protection against Weapons of Mass Destruction	
	<b>Month year</b> Mars 2003	<b>Project no.</b> E4813; E2003; E2004
	<b>Customers code</b> 2. NBC Defence Research	
	<b>Sub area code</b> 34. Biological and Chemical Defence Research	
	<b>Author/s (editor/s)</b> Rune Berglind Ann-Christin Andersson	<b>Project manager</b> Jan Sjöström, Lena Sarholm, Patrik Goede
<b>Approved by</b>		
<b>Sponsoring agency</b> FM		
<b>Scientifically and technically responsible</b>		
<b>Report title (In translation)</b> The influence of ultra-violet light, UV-A, on the acute toxicity of four explosives, ADN, FOX-12, CL20, and FOX-7, in the water flea <i>Ceriodaphnia dubia</i>		
<b>Abstract (not more than 200 words)</b> Most explosives that are used today were developed during a time when environmental impacts were not considered. Today great efforts are put into the development of new explosives less hazardous to the environment. In this paper we present results from investigations of the influence of UV-A on the acute toxicity of four new explosives (FOX-7, CL20, FOX-12 and ADN) in the water flea <i>Ceriodaphnia dubia</i> . The highest used concentration (83 mg/l) of FOX-7 was not acute toxic on its own or in combination with UV-A. The 48h EC <sub>50</sub> values for CL-20, FOX-12 and ADN were 6.4, 61 and 463 mg/l, respectively. In combination with UV-A the toxicity was significantly enhanced for these three explosives. The influence of UV-A radiation on the effect-related properties of the explosives is of significant importance when assessing the impact that any chemicals may have on the biota.		
<b>Keywords</b> Explosives, ADN, FOX-12, CL-20, FOX-7, acute toxicity, UV-A		
<b>Further bibliographic information</b>	<b>Language</b> Swedish	
<b>ISSN</b> 1650-1942	<b>Pages</b> 12 p.	
	<b>Price acc. to pricelist</b>	

