

Riskvärdering avseende desinfektionsmetoder för att avdöda kräftpest (*Aphanomyces astaci*)



Titel Riskvärdering avseende desinfektionsmetoder för att avdöda kräftpest (*Aphanomyces astaci*)

SVA:s rapportserie 129

Redaktör Jonas Förare

Författare Charlotte Axén, Ulrika Bratteby Trolte

Omslagsbild Flodkräftor inkomna för provtagning vid ett kräftpestutbrott 2022.

Foto Anna Aspán

ISSN 1654-7098

Dnr. SVA AVTAL 2023/71

Publikations-ID SVAKOM283

Webbplats <https://www.sva.se/produkter-tjaenster/filarkiv/>

© **SVA 2025**

Den här publikationen citeras "Riskvärdering avseende desinfektionsmetoder för att avdöda kräftpest (*Aphanomyces astaci*). SVA:s rapportserie 129. SVA, 2025".

Sammanfattning

Under 2023 beställde Havs- och vattenmyndigheten (HaV) en genomgång och riskvärdering av desinfektionsmetoder avseende algsvampen *Aphanomyces astaci* (*A. astaci*) som orsakar kräftpest. Anledningen till beställningen var att det råder delade meningar om vilka metoder som är effektiva, och en bedömning att vetenskapliga underlag saknas. SVA har för riskvärderingen genomfört litteratursökningar för att identifiera studier avseende olika metoder att avdöda *A. astaci* och sammanställt data. Därefter har effekten av de olika metoderna bedömts baserat på tillgängliga data. Etanol (sprit/T-röd) har länge använts för desinfektion, men SVA identifierade inga vetenskapliga publikationer som stödde effekten av etanol på *A. astaci*. HaV gav därför SVA i uppdrag att genomföra en experimentell studie, och resultaten inkluderas i denna riskvärdering som underlag för bedömning av etanol som desinfektionsmedel mot kräftpest. Totalt diskuteras 5 fysikaliska desinfektionsmetoder och 11 kemiska desinfektionsmetoder. Av dessa identifieras fysikalisk desinfektion genom upphettning eller kemisk desinfektion med klor eller Virkon®S som mest effektiva och rekommenderas som förstahandsval utifrån vad som är lämpligt i situationen eller för det material som ska desinficeras. Som andrahandsval kan etanol, perättiksyra, torkning eller frysning användas. All desinfektion ska föregås av rengöring med tvätt/mechanisk rengöring så att ytan är synbart ren.

Innehåll

Risikvärdering avseende desinfektionsmetoder för att avdöda kräftpest (<i>Aphanomyces astaci</i>)	1
.....	1
Sammanfattning	3
INTRODUKTION	6
SYFTE	6
KRÄFTPEST	6
Material och metoder.....	8
Litteratursökning	8
Desinfektionsförsök med etanol	8
Framställning av sporer	8
Framställning av hyfer	9
Desinfektion.....	9
Risikvärdering	9
Resultat	10
Litteratursökning	10
Fysikalisk desinfektion	Fel! Bokmärket är inte definierat.
Absolut filtrering.....	11
Frysning	11
Torkning och upphettning.....	11
UV-ljus	11
Kemisk desinfektion.....	12
Dichlorophen	12
Etanol/T-röd	12
Formaldehyd/formalin.....	15
Kaliumperoximonosulfat (Virkon®S)	15
Klor och jod.....	16
Kopparsulfat	16
Magnesiumdiklorid (MgCl ₂) och Natriumklorid (NaCl)	16
Perättiksyra.....	16
Väteperoxid	17
desinfektionsförsök MED etanol.....	17
Risikvärdering/bedömning	19
Metoder som bedöms ha god desinficerande effekt	20
Metoder som bedöms ha viss desinficerande effekt.....	20
Metoder med otillräcklig eller ej fastslagen effekt.....	20
DISKUSSION	21
Metoder som bedöms ha god desinficerande effekt	22
Torkning och värme	22
Frysning	23
Absolut filtrering.....	23
Dichlorophen	23
Etanol	24
Klor och jod.....	24
Kaliumperoximonosulfat (Virkon®S)	25
Perättiksyra (PAA).....	25
Metoder som bedöms ha viss desinficerande effekt.....	26
Magnesiumdiklorid (MgCl ₂) och Natriumklorid (NaCl)	26
Formaldehyd/formalin.....	26

Kopparsulfat	26
Väteperoxid	27
Metoder med otillräcklig eller ej fastslagen effekt.....	27
SLUTSATS.....	27
REFERENSER	28

INTRODUKTION

Kräftpest har orsakat stora förluster inom den endemiska (inhemska) flodkräftpopulationen (*Astacus astacus*) sedan introduktionen i svenska vattendrag/sötvattensmiljöer i början av 1900-talet. En stor bidragande faktor i spridningen av kräftpest är människan, som genom tillåtna såväl som illegala utsättningar av signalkräfta (*Pacifastacus leniusculus*), eller genom förflyttning av bland annat kräftor, fisk, vatten eller utrustning (till exempel fiskeutrustning, stövlar, vadarbyxor) mellan smittade och osmittade vattendrag underlättat spridningen av algsvampen *Aphanomyces astaci*, som ger upphov till kräftpest. Desinfektion av utrustning är en viktig faktor för att förhindra att kräftpesten sprids mellan vattendrag. För att detta ska kunna göras på ett optimalt sätt är det därför viktigt att sammanställa den kunskap och erfarenhet som finns gällande metoder för att förhindra spridning av sjukdomen.

SYFTE

Syftet med denna rapport är att sammanställa befintlig kunskap och utvärdera lämpligheten hos hittills föreslagna metoder för desinfektion av fiskeutrustning och redskap, som en del i att förhindra spridning av kräftpest mellan olika vattendrag i Sverige.

KRÄFTPEST

Aphanomyces astaci är den patogen som orsakar kräftpest. Den är en vattenlevande parasitisk algsvamp, som är närmare besläktad med kisel- och brunalger än med egentliga svampar. *A. astaci* saknar sexuella livsstadier, vilket betyder att den saknar strukturer för långvarig överlevnad utanför sin värd. Livscykeln fullbordas istället genom så kallade zoosporer, vilka är en slags könlösa förökningskroppar som sprids i vattnet och infekterar nya värddjur. Zoosporerna har flageller som gör dem rörliga, och de sprider effektivt kräftpesten vidare från infekterade till oinfekterade kräftor. Zoosporerna simmar dock dåligt motströms och är relativt kortlivade i sin mobilitet: efter endast några timmar, upp till några dagar innan de kapslar in sig och går in i ett vilostadium (Unestam, 1966; Oidtmann et al., 2002; Rezinciuc, 2016). Zoosporerna kan dock återaktiveras genom s.k. ”repeated zoospore emergence” (REZ) (Cerenius & Söderhäll, 1984, 1985) och har då en överlevnad på 14 dagar vid en vattentemperatur på 0 – 10°C (Unestam, 1966; Alderman, 2000). Zoosporerna infekterar kräftan genom att fästa på kräftans skal, varefter de aktiveras, börjar växa genom skalet och bildar hyfer/mycelium som angriper vävnaden innanför skalet.

A. astaci är oerhört invasiv; den räknas till en av världens 100 mest invasiva arter (Lowe et al., 2000). Med undantag för kinesisk ullhandskrabba (*Eriocheir sinensis*) angriper *A. astaci* uteslutande sötvattenskräftor och är därför relativt värdspecifik, vilket innebär att den inte överlever länge, eller kan föröka sig i en miljö utan sin värd. Fördelen med detta, ur ett naturvårdsperspektiv, är att svampen dör ut om värddjuren försvinner.

Alla arter av sötvattenskräftor anses vara mottagliga för kräftpestsvampen, men hur hårt svampangreppet

drabbar beror på kräftart. Vid infektion drabbas samtliga endemiska kräftarter i Europa, Turkiet, främre Asien och Australien av hög dödlighet (WOAH, 2024). Flodkräftan är den enda endemiska arten av sötvattenskräfta i Sverige. I flodkräftans fall avlider individen inom ca 1–2 veckor efter att den blivit infekterad, och svampen sprids vidare genom att nya zoosporer frisätts och kan smitta nya kräftor. Det sker nya utbrott årligen i svenska vatten: kräftpesten tog till exempel ett stort kliv norrut i och med utbrottet i Skellefteälven 2022.

Kräftpesten kom ursprungligen till Europa med infekterade signalkräftor från Amerika, och fick fäste i Italien på 1860-talet, varifrån den successivt spred sig norrut. Till Sverige kom smittan med infekterade flodkräftor från Finland 1907, och spridningen accelererade genom kompensationsutsättningar av signalkräftor på 1960-talet (Edsman, 2004). Den amerikanska signalkräftan har länge samexisterat med *A. astaci*, vilket gjort att den successivt kommit att utveckla immunitet mot kräftpest. Immuniteten innebär att infektionen kapslas in i skalet, som kan få svarta fläckar (melaniseras) i de infekterade områdena, men det är inte alltid uppenbart att signalkräftan är infekterad med kräftpest. Signalkräftor kan således överleva och sprida sjukdomen vidare utan att själva påverkas av den, så länge individens immunförsvar inte är nedsatt av andra orsaker. Inplantering av signalkräftor med latent infektion av kräftpest är mycket kritisk för våra inhemska flodkräftbestånd, vars återetablering då omöjliggörs i hela vattenområdet. Eftersom det numera är förbjudet att plantera ut signalkräftor är det illegala utsättningar och ej desinficerad utrustning som är de största hoten mot den svenska flodkräftan idag.

Kräftpestsvampens zoosporer utsöndras även efter att kräftan dött. Kräftor som dött i kräftpest, och kroppsdelarna från dessa, smittar i minst några dagar, beroende på vattentemperatur (Oidtmann et al., 2002). Sporer från *A. astaci* har visat sig kunna överleva i en fuktig miljö i flera veckor (Rennerfelt, 1936). Sjukdomen kan även spridas genom förflyttning av kontaminerat vatten, med utrustning som varit i kontakt med detta och som inte rengjorts/torkats/desinficerats ordentligt eller genom till exempel kontaminerat kylvatten i motorbåtar (Vrålstad et al., 2006). Desinfektion är därför en viktig rutin för att undvika spridning av kräftpestsvampen till friska kräftpopulationer.

Dessutom finns det studier som har visat att kräftpest kan spridas vidare med fiskar som vektor; genom fiskars hud/fjäll (Häll & Unestam, 1980; Ahne & Halder, 1988) eller genom avföring från fiskar som ätit infekterade kräftor (Oidtmann et al., 2002). Flytt (för till exempel utsättning i naturvatten) av grupper med fisk som odlas i vatten där signalkräftor förekommer eller utbrott av kräftpest nyligen skett torde ur aspekten fisk som vektor utgöra den största risken. Avföring från fåglar och däggdjur kan inte sprida smittan vidare (Alderman, 2000; Oidtmann et al., 2002; Svoboda et al., 2019).

Material och metoder

LITTERATURSÖKNING

För att hitta vetenskapliga publikationer avseende desinfektion kopplat till att förhindra spridningen av kräftpest gjordes främst digitala sökningar i PubMed (**Tabell 1**). I brist på vetenskapliga publikationer har även Google Scholar använts (**Tabell 1**), för att identifiera så kallad ”grå litteratur” i ämnet. Dessutom inventerades SVA Fisks bibliotek för (äldre) källor som kompendier och böcker, som inte kan identifieras genom elektroniska sökningar. Även referenser i identifierade artiklar har använts för att hitta för ämnet relevant litteratur.

TABELL 1. Sökmotor, -fraser, -träffar och -datum vid litteratursökning angående desinfektion relaterad till att förhindra spridning av kräftpest.

Sökmotor	Sökfras	Antal sökträffar	Datum
PubMed	"crayfish plague" or aphanomyces or astaci and disinfection	416	2024-01-10
PubMed	disinfection and "crayfish plague" or "aphanomyces astaci"	102	2024-01-10
PubMed	"crayfish plague" or "aphanomyces astaci"	115	2024-01-11
PubMed	"crayfish plague" or "aphanomyces astaci" or aphanomyces	416	2024-01-12
Google Scholar	"crayfish plague" or "aphanomyces astaci" or aphanomyces	2 780	2024-01-12
Google Scholar	"crayfish plague" or "aphanomyces astaci" and dry or heat or steam or freez*	80	2024-01-12
Google Scholar	"crayfish plague" or "aphanomyces astaci" or aphanomyces and disinfection	609	2024-01-12

DESINFEKTIONSFÖRSÖK MED ETANOL

Ett kräftpestisolat erhöles från norska veterinärinstitutet. Odling gjordes på PG1-agar vid rumstemperatur. Eftersom T-röd (95 % etanol) är den spritvariant som används i fält valdes denna för försöket istället för 96 % laboratoriesprit (spiritus fortis). Virkon användes som referensmetod. Desinfektionsförsök genomfördes både för sporer och hyfer.

Framställning av sporer

Mycelbitar av storleken 2x2 mm odlades på PG1-agar vid rumstemperatur över helgen. Därefter fördes bitarna över till filtrerat och autoklaverat sjövattnet (från Mälaren) och inkubering gjordes vid 14°C för att inducera sporulering. En första kontroll för sporer genomfördes efter 3 dagar, och efter 7 dagar lyftes mycelet ur vattenbadet. Vatten/spor-lösningen fördelades i eppendorfrör centrifugerades vid 2500 x g i 20 min för att sporer ska pellettera. Därefter togs ca 75 % av vätskan bort, varefter pelleten löstes upp i kvarvarande vätska. Lösningen fördes över till falconrör och späddes med autoklaverat sjövattnet till en total volym av 3.75 ml.

Framställning av hyfer

Hyfer odlades fram på PG1-agar i 6 brunns-platta i rumstemperatur. När 75 – 80 % av brunnen var täckt av mycel lyftes detta av och delades med skalpell i en petriskål till mindre bitar, varefter hyferna finfördelades i en vattensuspension (autoklaverat sjövattnen) under kraftig omrörning (vortex). Detta förfarande verkade dock i sig avdöda hyferna (försök #1). Till försök #2 delades därför mycelet bara i ca 2x2 mm bitar utan att finfördelas.

Desinfektion

Desinfektionslösningarna spädades enligt följande:

För etanol: 50 %, 25 %, 12.5 %, 6.25 %, 3.125 % och 0 % (positiv kontroll)

För virkon: 5 g/L (0.5 %), 2.5 g/L (0.25 %), 1.25 g/L (0.125 %), 0.625 g/L (0.0625 %), 0.3125 g/L (0.03125 %) och 0 g/L (0 %, positiv kontroll). Efter det första försöket uteslöts den högsta koncentrationen (5g/L) av virkon och istället lades en spädning på 0.156 g/L (0.016 %) till.

125 µl av respektive spädning tillsattes i duplikat till brunnar vardera på en 24-brunnsplatta. Därefter tillsattes 100 µl spörlösning eller mycel + 100 µl autoklaverat sjövattnen till brunnarna, och plattan inkuberades vid rumstemperatur i 30 min under långsam skakning. Efter inkuberingen överfördes 150 µl av vätskan eller mycel från vardera brunnen till en 24-brunnsplatta med PG1-agar. Agarplattorna inkuberades vid rumstemperatur och kontrollerades för tillväxt av mycel var 7:e dag i tre veckor. Desinfektionsförsöket repeterades fyra gånger för sporer (totalt åtta replikat) och två gånger för hyfer (totalt fyra replikat).

RISKVÄRDERING

All identifierad information har gått igenom för att identifiera relevanta publikationer. En slutgiltig klassificering har gjorts utifrån sannolikheten att respektive desinfektionsmetod totalt avdödar hyfer och sporer av *A. astaci*. Slutligen har en gradering av osäkerhet i bedömningen gjorts (låg, måttlig eller hög).

Resultat

LITTERATURSÖKNING

Totalt identifierades 29 publikationer (21 vetenskapliga artiklar, 5 rapporter, 2 bokkapitel och 1 faktablad) som bedömdes innehålla relevant information. Av dessa var det 12 publikationer som undersökte en eller flera desinfektionsmetoder, en som rapporterade tidigare (egna) opublicerade data, och två som rapporterade riktlinjer för desinfektion med eller utan vetenskapliga underlag. Dessa 15 publikationer användes för riskvärderingen. Av de övriga publikationerna föll en bort då den inte tillförde något. Resterande publikationer samt ytterligare referenser har tillkommit och använts för bakgrundsinformation avseende kräftpest eller desinfektionsmetoderna.

Både fysikaliska (exempelvis torkning) och kemiska (exempelvis virkon-sprayning) metoder finns beskrivna gällande desinfektion av fiskeredskap och utrustning som varit i kontakt med vatten där kräftpest misstänks eller har påträffats, eller som en försiktighetsåtgärd för att undvika att smittan sprids.

SKAPA TILLGÄNGLIG

En sammanställning avseende tider mm. för fysikaliska desinfektionsmetoder finns i **Tabell 2**. I tabellen inkluderas enbart data från studier som undersökt respektive metod.

TABELL 2. Fysikaliska metoder för desinfektion relaterad till kontamination med *Aphanomyces astaci*.

Metod	Verkningstid	Kommentar	Referens
Temperatur			
Absolut filtrering			
-	-	5 µm absolute filter (Pleatflow II, Dominic Hunter Technologies Ltd.)	Jussila et al., 2011
Frysning			
-5°C	7 dygn	mycelium	Alderman, 2000
-5°C	7 dygn	zoosporer	
-5 - -10°C	3 dygn	mycelium	
-10 - -20°C	12 h	zoosporer	-"
-15 - -20°C	20 min	mycelium och zoosporer	-"
-20°C	2 h	mycelium i döda, infekterade kräftor	-"
-20°C	3 dygn		Smith & Söderhäll, 1986 ¹
			Oidtmann et al., 2002
Torkning			
Ej angivet, sannolikt rumstemp	48 h	mycelium och zoosporer	Smith & Söderhäll, 1986 ¹
21°C	≥3 dygn	mycelium i döda, infekterade kräftor	Oidtmann et al., 2002
37°C	12 h		-"
Upphettning			
30°C	30 h	mycelium och zoosporer	Smith & Söderhäll, 1986 ¹
60 - 70°C	5 min	mycelium och zoosporer	Alderman, 2000
37°C	12 h	mycelium i döda infekterade kräftor	Oidtmann et al., 2002
100°C		i vatten	-"

	1 min		
UV-ljus			
15 - 20°C	Kontinuerlig	UV-C beräknad dos 135 mWs/cm ² . Ingen effekt	Kouba et al., 2013

¹ Redovisar opublicerade resultat av Persson & Söderhäll

Absolut filtrering

I litteratursökningen återfanns en studie som konstaterade att absolut filtrering kan användas som en vattenreningsmetod, vid vilken sporer från *A. astaci* effektivt filtreras bort (Jussila et al., 2011). Filtren som användes var 5 µm absolute filter (Pleatflow II, Dominic Hunter Technologies Ltd.). Efter att ha låtit vatten kontaminerat med zoosporer från *A. astaci* rinna genom filtren observerade författarna ingen förhöjd dödlighet hos friska flodkräftor som placerades i det filtrerade vattnet. Två veckor efter exponering avlivades och analyserades kräftorna med avseende på kräftpest, men ingen infektion kunde påvisas.

Frysning

Alderman (2000) genomförde studier på mycelium samt zoosporer av *A. astaci*. Avdödning av zoosporer krävde en kortare exponeringstid än avdödning av kolonier vid ungefär samma temperatur: zoosporer överlevde max 3 dygn vid -5- -10°C och 20 min vid -15 – -20°C medan motsvarande tider för kolonierna var 7 dygn (-5°C) respektive 12 h (-10 – -20°C). Oidtmann et al. (2002) noterade att det krävdes tre dygn vid -20°C innan *A. astaci* i infekterade kräftkadaver avdödades.

Torkning och upphettning

Aphanomyces astaci trivs inte vid >30°C, då temperaturoptimum för algsvampen ligger runt 16–24°C (Alderman, 2000). Smith & Söderhäll (1986) angav att inkubering av mycelium vid 30°C under 30 h och att uttorkning (utan temperaturangivelse, sannolikt vid rumstemperatur) i 48 h hade en avdödande effekt, enligt opublicerade resultat av Persson och Söderhäll. Efter inkubering vid 37°C i 12 h, oavsett om det var i luft eller i vatten, kunde kräftpestsmittade kadaver inte föra smittan vidare till nya kräftor, och vid kokning avdödades *A. astaci* på en minut (Oidtmann et al., 2002). Alderman (2000) kunde konstatera att exponering av kolonier (från agar) och zoosporer för 60 – 70°C i 5 min avdödade *A. astaci*.

UV-ljus

I litteratursökningen hittades endast en studie som tittat på effekten av UV-ljus på algsvampar (Kouba et al., 2013) på kräftrom. Det handlade dock i första hand om *Saprolegnia* sp. Kräftrommen delades in i fyra grupper, där två grupper förbehandlades med 3000 ppm formaldehyd i 15 minuter. Därefter placerades grupperna i inkubator. Kontinuerlig rening med UV-ljus användes till två grupper - en grupp som var formaldehydbehandlad (UV+F+) och en grupp som inte var formaldehydbehandlad (UV+F-). De andra två grupperna fick ingen UV-behandling (UV-F+, UV-F-). Inkuberingen varade i 43 dagar. Överlevnaden i de båda formaldehydbehandlade grupperna (UV+F+, UV-F+) var 35 – 36 %. I de andra två grupperna sågs en möjlig positiv effekt av UV-behandling, då UV+F--gruppen hade 13.5 % överlevnad medan kontrollgruppen

(UV-F-) hade 100 % dödlighet. I båda UV-behandlade grupperna var dock frekvensen av missbildningar hög, vilket misstänktes bero på försämrade vattenkvalitet till följd av att denitrifierande bakterier avdödades. UV-dosen var i det lägre intervallet av vad som rekommenderas för avdödning av *Saprolegnia* sp. (120 – 300 mW s/cm² enligt artikeln). Författarnas slutsats var att metoden inte hade önskad effekt och dessutom skapade ytterligare problem i form av försämrade vattenkvalitet.

KEMISK DESINFEKTION

Det finns många kemiska substanser vars effekt har testats på *A. astaci*. Alderman och Polglase (1984) testade till exempel 30 olika kemiska substansers effektivitet mot *Saprolegnia parasitica* och *A. astaci*. Vissa fungicida substanser som testats i olika studier är i dag förbjudna att använda av miljö- och/eller hälsoskäl. Tidigare användes till exempel malakitgrönt effektivt mot *Saprolegnia*-infektioner, och ämnet har också mycket god effekt mot *A. astaci* (Alderman & Polglase, 1984), men malakitgrönt är numera förbjuden då ämnet är bioackumulativt och cancerogent. Ampropylfos, som visat sig ha inhiberande (men reversibel) effekt på *A. astaci* (Cerenius et al., 1992), är ett ämne som identifierades i litteratursökningen. Ampropylfos användes tidigare för betning av utsäde för att förebygga svampangrepp. Ämnet är dock förbjudet att använda från och med 2004 ([Kemikalieinspektionen](#)). Fungicida substanser som inte uppvisat någon effekt mot *A. astaci*, som förbjudits (ex captafol, karathane, malaktigrönt, prothiocarb, ampropylfos), som används i humanläkemedel (ex amphotericin B, clotrimazole, nystatin) eller växtskyddsmedel (trifluralin, propamocarb) tas inte upp nedan även om effekt har påvisats. Information avseende elva potentiella kemiska substanser som desinfektionsmedel mot kräftpest har identifierats (**Tabell 3**). I de fall det använts olika enheter (ex %, ppm, mM, mg/l) för samma substans i olika studier har en konvertering gjorts, så att både ursprungliga enheten samt en enhet som är lika för de ingående studierna anges, för att underlätta tolkningen av tabellen. För substanser där det enbart finns en enhet angiven har ingen konvertering gjorts.

Dichlorophen

Dichlorophen visade sig effektiv för avdödning av *A. astaci* i den enda studie som verkar ha testat substansen (Alderman & Polglase, 1984). Dichlorophen var ett av 30 olika testade substanser/preparat i den studien, och det enda utöver malakitgrönt som visade full avdödande effekt på *A. astaci* redan vid 1 ppm.

Etanol/T-röd

Vi har inte lyckats identifiera några vetenskapliga studier som underlag för en bedömning av etanols effekt på *A. astaci*. Hushållningssällskapet i Värmland (2005) och Vrålstad et al. (2006) anger att 70 % etanol kan användas desinfektion av utrustning kontaminerad med *A. astaci*, men anger inga referenser för koncentration och verkningstid. Vetenskapliga underlag förefaller därmed helt saknas. Det sammanfattade resultatet av SVA:s genomförda experimentella studie 2024 – 2025 finns i **Tabell 3**. Detaljer om studien presenteras efter genomgången av de olika kemiska substanserna.

TABELL 3. Förteckning över dosering och behandling med olika kemiska substanser relaterat till bekämpning av *Aphanomyces astaci*.

Substans & dosering	Verkningstid	Kommentar	Referens
Dichlorophen			
1 ppm	30 min	20°C. Kortare exponeringstid än 30 min testades inte	Alderman & Polglase, 1984
Etanol/T-Röd			
70 %	≥20 min	Dataunderlag från vetenskapliga studier saknas. Dosering och verkningstid från Hushållningssällskapet i Värmland (2005) och Vrålstad et al. (2006)	
25 - 50 %	30 min	Rumstemperatur, sporer/hyfer i lösning	SVA, 2025
Formaldehyd/Formalin			
80 mg/l	1 h, 22°C	Hämmade inte helt sporbildning från mycelium Hämmade helt groddning av zoosporer, men effekten var reversibel Tillfällig effekt på hyfutveckling från groddade zoosporer, effekten kvarstod ett par dagar	Häll & Unestam, 1980 -" -"
Jod			
100 ppm fritt jod	30 min	20°C. Kortare exponeringstid än 30 min testades inte	Alderman & Polglase, 1984
	30 s	Sprayning på yta	Alderman & Polglase, 1985
	4-23 min	Agarplugg	-"
	10 s	Två olika isolat testade, tid till avdödning (agarplugg)	Lilley & Inglis, 1997
Kaliumperoximonosulfat (Virkon®S)			
0.12 g/l (0.012%)	10 – 30 min	Inaktivering av zoosporer i provrör	Jussila et al., 2014
1 g/l (0.1 %)	15 min	Inaktivering av zoosporer på ren (1 g/l)	-"
3 g/l (0.3 %)		respektive smutsig (3 g/l) "utrustning"	
0.63 - 2.5 g/l (0.06 - 0.25 %)	30 min	Rumstemperatur, sporer/hyfer i lösning	SVA, 2025
Klor (Natriumhypoklorit/Klorin)			
100 ppm fritt klor	15 s	Sprayning på yta	Alderman & Polglase, 1985
	15 s	Agarplugg	-"
	5 min	Två olika isolat testade, tid till avdödning (agarplugg)	Lilley & Inglis, 1997
Kopparsulfat			
100 ppm	30 min	20°C. Kortare exponeringstid än 30 min testades inte	Alderman & Polglase, 1984
Magnesiumdiklorid (MgCl₂)			
0.5 - 1 mM	10 h	Hämmar frisättning av zoosporer. Effekten reversibel om Ca ²⁺ -lösning tillsattes inom 2 h	Cerenius & Söderhäll, 1984
200 mM	Angivelse saknas	Enbart inhiberande effekt. Reversibel effekt	Rantamäki et al., 1992
Natriumklorid/Koksalt (NaCl)			
≥5 mM (0.29 %)	10 h	Hämmade frisättning av zoosporer	Cerenius & Söderhäll, 1984
≥10 mM (0.58 %)	>2 min (13°C)	Immobilisering av zoosporer	-"
1-2 %	1 h (19-22°C)	0.5-3 % NaCl-konc och två olika isolat testade, total inhibering/avdödning av hyfer (agarplugg)	Lilley & Inglis, 1997
8000 µg/ml (0.8 %)	2 veckor	Mycket reducerad hyftillväxt, ingen sporulering	Ali, 2009

Tabellen fortsätter på nästa sida

TABELL 3, fortsättning

Perättiksyra (PAA)			
100 ppm (100 mg/l) ¹	1-5 min	Två olika isolat testade, minsta tid till avdödning (agarplugg)	Lilley & Inglis, 1997
10 mg/l (10 ppm)	1 h	Förhindrade att sporer fick fäste och utvecklades till hyfer.	Jussila et al., 2011
	4 h	Behandling (1-24 h) av pestsmittat vatten. Testat på naiva flodkräftar, ingen infektion överförd vid ≥4 h behandling	-"
3.3 mg/l (3.3 ppm) ^{2,3} 10 mg/l (10 ppm) ⁴	10-30 min	Inaktivering av zoosporer i provrör	Jussila et al., 2014
10 mg/l (10 ppm) ^{2,3} 30 mg/l (30 ppm) ⁴ 30 mg/l (30 ppm) ²	15 min	Inaktivering av zoosporer på ren respektive smutsig "utrustning". (10 ppm) ^{1,2} samt (30 ppm) ³ gäller ren "utrustning", (30 ppm) ¹ gäller smutsig utrustning. Preparat 2 och 3 bedömdes inte som effektiva preparat på smutsig utrustning	-"
Väteperoxid			
100 ppm (100 mg/l)	1 h (19-22°C)	Två olika isolat testade, total inhibering/avdödning av hyftillväxt (agarplugg), 50 – 1000 ppm testat	Lilley & Inglis, 1997
0.04 – 30 mg/l (0.04-30 ppm)	30 min	Ingen inaktivering av zoosporer i provrör	Jussila et al., 2014

¹ Proxitane 0510, 5% lösning i väteperoxid; ² Proxitane® 5:14, 5% lösning, innehåller 15% väteperoxid och 15% ättiksyra; ³ Proxitane® 12:20, 12% lösning, innehåller 20% väteperoxid och 20% ättiksyra; ⁴ Wofasteril®400, 40% lösning, innehåller väteperoxid och ättiksyra utan angiven procenthalt.

Formaldehyd/formalin

Formalin anges ha en inhiberande effekt på bildning av zoosporer, groddning av zoosporer samt utveckling av hyfer/mycelium från groddade zoosporer av *A. astaci* vid 80 mg/l koncentration och 1 h exponeringstid (Häll & Unestam, 1980). Författarna noterade dock att viss bildning av zoosporer förekom, och att 10 – 15 % av de groddade zoosporerna hade börjat utveckla hyfer tre dagar efter behandlingen. Efter 10 dagar hade ett mycelium som bildade sporer utvecklats. Vrålstad et al. (2006) anger att formalin är effektivt som desinfektionsmedel men presenterar inga koncentrationer eller referenser avseende effektiviteten.

Kaliumperoximonosulfat (Virkon®S)

Jussila et al. (2014) undersökte effekten av Virkon®S i provrör (vattenlösning) och på material som skulle efterlikna utrustning som kan bli kontaminerad av *A. astaci*. Experiment utfördes både på ren och nedsmutsad "utrustning". Virkon®S var effektivt avdödande i samtliga situationer, i koncentrationer från 0.012 % (zoosporer i vattenlösning) till 0.3 % (smutsig "utrustning"). I **Tabell 3** framgår även det sammanfattade resultatet av SVA:s genomförda experimentella studie 2024–2025. Detaljer om studien presenteras efter genomgången av de olika kemiska substanserna.

Klor och jod

Klor och jod är närbesläktade ämnen (halogener) och berörs därför tillsammans. Båda ämnena visar god avdödande effekt vid samma koncentration (100 ppm, motsvarande 0.01 %). Två av tre identifierade studier motsäger varandra avseende verkningstid och penetrationsförmåga, där Alderman & Polglase (1985) såg en snabbare avdödning med klor, medan Lilley & Inglis (1997) såg snabbare effekt med jod. Enligt Alderman & Polglase (1985) krävdes upp till 23 minuter för att jod skulle ha effekt på mycelium i agarplugg, vilket indikerar en relativt dålig penetrerande effekt.

Kopparsulfat

Den enda studien av kopparsulfat som identifierats (Alderman & Polglase, 1984) visade på avdödande effekt vid 100 ppm (0.001 %) koncentration, men inte vid lägre koncentrationer som testats (1 ppm, 10 ppm). De två andra kopparkomplex som undersöktes (Cu-EDTA och Cu-TETA) var helt verkningslösa vid 100 ppm.

Magnesiumdiklorid (MgCl₂) och Natriumklorid (NaCl)

Magnesiumdiklorid (MgCl₂) och Natriumklorid (NaCl) behandlas tillsammans eftersom båda är kloridsalter. Identifierade studier beskriver en inhiberande effekt på mycelium och zoosporer. Båda studierna på MgCl₂ visar att den inhiberande effekten är reversibel (Cerenius & Söderhäll, 1984; Rantamäki et al., 1992), dvs. vid den maxkoncentration som testats (200 mM) är MgCl₂ inte avdödande. Ingen reversibel effekt har undersökts avseende NaCl. Lilley & Inglis (1997) är något otydliga avseende om NaCl är avdödande eller inhiberande. De kategoriserar NaCl, tillsammans med malakitgrönt och väteperoxid, som en fungicid, men använder ordet ”control” om ingen hyftillväxt skedde. I figuren (**Figur 2**, Lilley & Inglis, 1997) som gäller dessa substanser används ”minimal inhibitory concentration” snarare än ”minimal lethal concentration”. Samtidigt anges i texten att mer än 75 % av alla testade oomycet-isolat (totalt 54 st, varav två isolat med *A. astaci*) dog vid exponering för 3 % NaCl respektive 500 ppm väteperoxid. Därmed får man anta att ”control” motsvarar avdödning. Ali (2009) visar att vid dosen 2000 µg/ml (0.2 %) NaCl stimuleras bildning och frisättning av zoosporer. Häll & Unestam använde 0.5 % NaCl-lösning för att stimulera cystbildning och groddning av zoosporer. **Figur 2** i Cerenius & Söderhäll (1984) indikerar att NaCl har en stimulerande effekt vid koncentrationer av 0.1 – 1 mM (0.0006 – 0.006 %), medan en hämmande effekt uppnåddes vid 5 mM (0.03 %). De fann alltså att en lägre dosering krävdes för inhibering än vad Ali (2009) och Häll & Unestam (1980) anger som stimulerande koncentration.

Perättiksyra

Det har publicerats ett flertal nutida studier som har tittat på effekten av desinfektionsmedel innehållande perättiksyra (PAA), till exempel Koivunen & Heinonen-Tanski, 2005; Pedersen et al., 2009, 2013; Jussila et al., 2011, 2014; Kouba et al., 2012). En hög koncentration (100 mg/l) avdödar *A. astaci* på 5 min (Lilley och Inglis, 1997) samtidigt som även lägre koncentrationer (10 - 30 mg/l, 15 min) visat sig ha förmågan att

inaktivera zoosporer på ren eller smutsig utrustning (Jussila et al., 2014). I den senare studien testades tre olika preparat (Wofasteril®400, 40 % PAA, Proxitane® 12:20, 12 % PAA och Proxitane® 5:14, 5 % PAA). Trots att samma slutkoncentration (0.04 – 30 mg/l) användes för försöken var effekten av de tre preparaten olika. Enbart Proxitane® 5:14 bedömdes som effektiv på smutsiga material, och för rena material behövdes 30 mg/l av Wofasteril®400 för att uppnå samma effekt som vid 10 mg/l av de andra två preparaten.

Väteperoxid

Resultaten avseende effekten av väteperoxid är motsägelsefulla, men de två identifierade studierna (Lilley & Inglis, 1997; Jussila et al., 2014) använder helt olika doseringar och den högre dosen inhiberade/avdödade mycelet fullständigt.

DESINFEKTIONSFÖRSÖK MED ETANOL

Aphanomyces astaci är relativt långsamväxande, och därför följdes tillväxten av mycel efter genomförd desinfektion under tre veckor. I **Tabell 4** visas hur tillväxten av *A. astaci* skedde efter det första desinfektionsförsöket på sporer.

TABELL 4. Tillväxt av *Aphanomyces astaci* på PG1-agar under tre veckor efter desinfektionsförsök #1 med etanol respektive virkon på sporer.

T-röd #1	Dagar efter desinfektion	50%	25%	12,5%	6,25%	3,125%	0%
Replikat 1	7	-	-	-	+	++	+++
Replikat 2	7	-	-	-	+	++	+++
Replikat 1	14	-	-	+	++	+++	+++
Replikat 2	14	-	-	+	++	+++	+++
Replikat 1	21	-	-	+++	+++	+++	+++
Replikat 2	21	-	-	+++	+++	+++	+++
Virkon #1	Dagar efter desinfektion	5 g/L	2.5 g/L	1.25 g/L	0.625 g/L	0.3125 g/L	0 g/L
Replikat 1	7	-	-	-	-	-	+++
Replikat 2	7	-	-	-	-	-	+++
Replikat 1	14	-	-	-	-	-	+++
Replikat 2	14	-	-	-	-	-	+++
Replikat 1	21	-	-	-	-	-	+++
Replikat 2	21	-	-	-	-	++	+++

- (vit) ingen växt, + (gul) lindrig växt, ++ (orange) måttlig växt, +++ (röd) kraftig växt av *A. astaci*-hyfer.

Resultaten varierade något mellan de fyra (sporer) respektive två (hyfer) försöken, men var relativt konsekventa mellan replikaten i varje försök (**Tabell 5**). I försök #3 (sporer) respektive #1 (hyfer) med etanol skedde ingen tillväxt i den positiva kontrollen. Resultaten av dessa två delförsök är därmed inte tillförlitliga. Ingen tillväxt skedde när etanol användes i minst 12.5 % brukslösning, vare sig det gällde hyfer eller sporer. För virkon var minsta effektiva koncentration 0.63 g/l (0.063 %) på sporer och 1.25 g/L (0.13 %) på hyfer.

TABELL 5. Tillväxt av *Aphanomyces astaci* på PG1-agar tre veckor efter 30 minuters desinfektion av sporer och hyfer med etanol respektive virkon i olika koncentrationer.

T-röd	Sporer	50%	25%	12.5%	6.25%	3.125%	0%
#1	Replikat 1	-	-	+++	+++	+++	+++
#1	Replikat 2	-	-	+++	+++	+++	+++
#2	Replikat 1	-	-	-	-	+++	+++
#2	Replikat 2	-	-	-	++	+++	+++
#3	Replikat 1	-	-	-	-	-	-
#3	Replikat 2	-	-	-	-	-	-
#4	Replikat 1	-	-	-	-	++	++
#4	Replikat 2	-	-	-	-	+	+++
	Hyfer	50%	25%	12.5%	6.25%	3.125%	0%
#1	Replikat 1	-	-	-	-	-	-
#1	Replikat 2	-	-	-	-	-	-
#2	Replikat 1	-	-	+++	+++	+++	+++
#2	Replikat 2	-	-	+++	+++	+++	+++
Virkon	Sporer	2.5 g/L	1.25 g/L	0.625 g/L	0.3125 g/L	0.156 g/L	0 g/L
#1	Replikat 1	-	-	-	-		+++
#1	Replikat 2	-	-	-	++		+++
#2	Replikat 1	-	-	-	-	+++	+++
#2	Replikat 2	-	-	-	-	+++	+++
#3	Replikat 1	-	-	-	+++	+++	+++
#3	Replikat 2	-	-	-	+++	+++	+++
#4	Replikat 1	-	-			+++	+++
#4	Replikat 2	-	-		+++	+++	+++
	Hyfer	2.5 g/L	1.25 g/L	0.625 g/L	0.3125 g/L	0.156 g/L	0 g/L
#1	Replikat 1	-	-	-	-	-	+++
#1	Replikat 2	-	-	-	-	-	+++
#2	Replikat 1	-	-	+	+++	+++	+++
#2	Replikat 2	-	-	+++	+++		+++

- (vit) ingen växt, + (gul) lindrig växt, ++ (orange) måttlig växt, +++ (röd) kraftig växt av *A. astaci*-hyfer. Genomstruken grå ruta - ej genomförd. Ljust orange - försök misslyckat, inga resultat.

Riskvärdering/bedömning

Identifierade studier har i flertalet fall genomförts i laboratoriemiljö, på zoosporer eller hyfer i vatten, på filter eller på/i agar som används för odling av akvatiska oomyceter. Enstaka studier har inkluderat kräftor eller material som motsvarar utrustning. Flera metoder har därmed inte bevisligen testats på de material som är aktuella för desinfektion. Bedömningen nedan (**Tabell 6**) bygger därför på om det rent teoretiskt skulle vara möjligt att genomföra en viss typ av desinfektion på materialet. Däremot har inte hänsyn tagits till huruvida metoden skulle vara lämplig på respektive material/utrustning eller inte. I bedömningen förutsätts att materialen är rengjorda innan desinfektion påbörjas.

TABELL 6. Sammanfattande riskvärdering avseende effekten hos de olika metoderna för desinfektion relaterad till *Aphanomyces astaci*. Desinfektionsmetoder som är olämpliga ur hanterings-/hälsoaspekt har en färgmarkering av namnet.

	Absolut filtrering	Frysning	Torkning	Upphettning	UV-ljus	Dichlorophen	Etanol/T-Röd	Formalin	Klor	Kopparsulfat	Jod	NaCl	MgCl ₂	Perättiksyra	Virkon®S	Väteperoxid
Utrustning																
Kräfttinor, nät, håvar etc.		2	2	1	3	2	2	2	1	2	2	2	1	2	1	2
Vadarbyxor		2	2	1	3	2	2	2	1	2	2	2	1	2	1	2
Stövlar		2	2	1	3	2	2	2	1	2	2	2	1	2	1	2
Båtskrov		2	2	1	3	2	2	2	1	2	2	2	1	2	1	2
Kylvatten, båt	2	2		1	3	2		2	1	2	2	2	1	1	1	2
Badkläder		2	2	1	3	2	2	2	1	2	2	2	1	2	1	2
Vatten	2	2		1	3	2		2	1	2	2	2	1	1	1	2
Hinkar och dyl.		2	2	1	3	2	2	2	1	2	2	2	1	2	1	2
Fiskespön etc.		2	2	1	3	2	2	2	1	2	2	2	1	2	1	2
Filter i RAS-anläggning		2	2	1	3	2	2	2	1	2	2	2	1	2	1	2

	God desinficerande effekt/Mycket låg risk för spridning
	Viss effekt/Måttlig risk för spridning
	Otillräcklig effekt/Hög risk för spridning
	Vetenskapligt underlag för effekt saknas
1	Låg osäkerhet i bedömningen
2	Måttlig osäkerhet i bedömningen
3	Hög osäkerhet i bedömningen

Metoder som bedöms ha god desinficerande effekt

Upphettning, klor och Virkon®S bedöms ha god desinficerande effekt med liten osäkerhet i bedömningen baserat för föreliggande data. Absolut filtrering, frysning, torkning, etanol, dichlorophen, jod och PAA bedöms också ha god effekt men med måttlig osäkerhet i bedömningen.

Metoder som bedöms ha viss desinficerande effekt

Formalin, kopparsulfat, natriumklorid, magnesiumdiklorid och väteperoxid bedöms ha viss effekt, vilket skulle ge en måttlig risk för spridning av kräftpest om metoderna användes för desinfektion. För magnesiumdiklorid finns så mycket underlag att osäkerheten i bedömningen är låg, medan osäkerheten i bedömningen är måttlig för övriga metoder.

Metoder med otillräcklig eller ej fastslagen effekt

För UV-ljus har ingen effekt påvisats på algsvampar, men studier avseende *A. astaci* specifikt har inte gjorts, och för etanol saknas vetenskapliga underlag helt.

DISKUSSION

Kräftpesten är ett stort hot mot den svenska flodkräftan, och trots att det funnits vissa riktlinjer för hur desinfektion ska genomföras har det funnits frågetecken vilka metoder som faktiskt är effektiva. I arbetet med denna riskvärdering har relativt få vetenskapliga studier som undersökt en eller flera desinfektionsmetoder identifierats. Resterande litteratur som inkluderats har antingen refererat till dessa studier eller angett desinfektionsmetoder utan referens till något vetenskapligt underlag. Riskvärderingen ovan baseras, med undantag för etanol där vetenskapligt underlag inte har kunnat identifieras, enbart på studier som inkluderar egna resultat, medan övriga studier nämns i diskussionen.

I riskvärderingen har flera faktorer vägts in för att bedöma hur bra en desinfektionsmetod är. Effekten (god, viss eller otillräcklig) bedöms utifrån de resultat som publicerade studier visat på. En osäkerhet (låg, måttlig eller hög) i bedömningen har lagts till och baseras på tydligheten i de resultat som föreligger. Till exempel ger flera studier med samstämmiga resultat låg osäkerhet i bedömningen, medan studier med olika resultat ger en högre osäkerhetsfaktor. Om det bara finns resultat från en studie ger det också en ökad osäkerhet då underlaget är litet. Ytterligare faktorer som påverkar bedömningen är att olika studier använt olika substrat att desinficera, undersökt olika livsstadier hos algsvampen, samt att vissa studier använt en fix tid för exponering medan andra studier följt upp effekten av sin metod vid olika tidpunkter, och resultaten är därmed inte alltid är direkt jämförbara. En fördel med dessa olikheter är dock att man kan få data på olika förutsättningar för desinfektion.

De desinfektionsmetoder som i första hand rekommenderas är upphettning alternativt kemisk desinfektion med klor eller Virkon®S (**Tabell 3**), i andra hand etanol, PAA, torkning eller frysning. Samtliga utvärderade metoder diskuteras dock nedan utifrån om de bedömts ha god, måttlig eller dålig/oklar effekt. Vissa metoder är omöjliga att applicera på de material som angivits (t. ex kan inte vatten torkas, eller desinficeras med 70 % etanol, och inget annat än vatten kan filtreras), och lämpligheten i vissa metoder för en del material som inkluderats kan ifrågasättas. Till exempel kan argumenteras för att ingen desinfektionsmetod är lämplig för biofilter eftersom man vill ha kvar bakteriefloran, men skulle man behöva desinficera ett biofilter måste det slås ut fullständigt för att säkerställa fullgod effekt. Hänsyn till lämpligheten har inte tagits i själva riskbedömningen, utan vi har utgått från om det är teoretiskt möjligt att använda metoden. I praktiken väljer man ändå sedan den metod som är mest effektiv och bäst lämpad utifrån de förutsättningar man har.

Flertalet studier har undersökt effektiviteten hos olika metoder genom tillväxt av mycelium eller aktivitet hos zoosporer *in vitro*, dvs. under laboratorieförhållanden. Ett par studier (Oidtmann et al., 2002; Jussila et al., 2011) har använt levande kräftor (*in vivo*-metod) för att undersöka när total avdödning av *A. astaci* skett. Även om det senare ger en mer definitiv indikation på om en metod varit effektiv eller inte, så får *in vitro*-metoderna ses som fullgoda, om inte annat ur etisk synvinkel då användande av försöksdjur undviks. Det går dock aldrig att komma ifrån att förhållanden på ett laboratorium, oavsett *in vitro* eller *in vivo* kan hållas optimala, medan förhållanden i naturen (ex temp, pH, hårdhet) kan variera kraftigt och ytterligare (oförutsedda?) faktorer kan påverka effektiviteten av en desinfektion.

Några identifierade studier har tittat på olika metoders penetrerande förmåga, dvs. om desinfektionen även fungerar på djupet så att den tränger in i skrymslen eller har effekt på smutsiga ytor. Agarpluggar (utsnitt av tillväxtmedium) med mycelium har testats i ett par studier (Alderman & Polglase, 1985; Lilley & Inglis, 1997). Myceliet växer både på ytan och ner i agarn, och en agarplugg kan därför motsvara smutsiga ytor eller infekterad vävnad. I en studie (Jussila et al., 2014) har man använt material (till exempel rep) av nylon, polypropylen och bomull, inklusive nedsmutsad dito, som modell för utrustning och kläder. Vidare använde Oidtmann et al. (2002) döda infekterade kräftor som material att dekontaminera. Resultaten visar att det för flera metoder tar längre tid (jod: Alderman & Polglase, 1985; PAA: Jussila et al., 2014; frysning: Oidtmann et al., 2002 (jämfört med Alderman, 2000)) eller kräver högre dosering (PAA: Jussila et al., 2014). för att avdöda algsvampen inne i material. Samtidigt visade Alderman & Polglase (1985) att klor avdödade lika snabbt på en yta som när substansen behövde tränga in i materialet. Lilley & Inglis (1997) fann en effekt vid kortare exponeringstid av agarplugg för PAA än vad Jussila et al. (2014) gjorde på rent material, men samtidigt var PAA-koncentrationen som Lilley & Inglis använde 3.3 – 10 gånger högre och resultaten är därför inte direkt jämförbara.

Oavsett om en desinfektionsmetod kan fungera på smutsiga ytor ska utgångspunkten alltid vara att de föremål som ska desinficeras rengörs först. Flera av studierna påpekar också vikten av att börja med att skölja av eller rengöra utrustningen, så att man avlägsnar till exempel lera och organiskt material (Alderman & Polglase, 1984, 1985; Pedersen et al., 2013; Jussila et al., 2014) med hjälp av högtryckstvätt eller med rotborste och vatten. Detta säkrar effektiviteten i nästa steg (avdödandet av kvarvarande smitta) eftersom smuts och lera annars kan hålla kvar fukt och skydda hyfer, cystor och zoosporer, och därmed hämma den desinficerande effekten. Vikten av detta belyses i ett par av studierna, där substanser bedömts som mindre effektiva eller högre doser behövdes för avdödning på djupet (Alderman & Polglase, 1985; Jussila et al., 2014).

METODER SOM BEDÖMS HA GOD DESINFICERANDE EFFEKT

Torkning och värme

Eftersom *A. astaci* är känslig för både värme och uttorkning är detta bra desinficerande metoder. Torkning kan vara en enkel metod för att desinficera utrustning som till exempel kräfttinor, fiskeutrustning, vadarbyxor och badkläder som varit i kontakt med kontaminerat vatten. Att betänka är dock att det krävs fullständig torrhet i minst den exponeringstid som visats avdöda zoosporer och mycelium. Fukt kan lätt gömma sig i till exempel fogar och inne i tvinnade rep, så att ett synbart torrt föremål fortfarande är smittsamt. Därmed finns det en osäkerhet i bedömningen av metodens effektivitet, och vi rekommenderar att man kombinerar torkning med värme eller desinfektionsmedel för att försäkra sig om fullständig eliminering av smittförande partiklar.

Torkningstiden varierar beroende på utrustningens storlek och material. Det finns rekommendationer om att mindre föremål kan torkas i bastu i 60 – 80°C under minst en timme, medan större föremål bör torkas under minst fem timmar i samma temperatur (Hushållningssällskapet i Värmland, 2005; Vrålstad et al., 2006). Enligt Alderman (2000) avdödas *A. astaci* på 5 min vid dessa temperaturer, men med 1 – 5 h finns en

säkerhetsmarginal, som ska säkerställa att total avdödning skett. Torkning ute i solen, alternativt i rumstemperatur, tar längre tid men är en möjlig metod om utrustningen inte ska användas på flera veckor (Oidtmann et al., 2002). Detta kan gälla till exempel badkläder, båtar och stövlar. Även i denna angivelse finns en säkerhetsmarginal gentemot de 3 dygn som anges som resultat i samma studie.

Avseende värmebehandling finns rekommendationer om att kontaminerad utrustning hettas upp (Oidtmann et al., 2002) alternativt tvättas med antingen varmt vatten eller ånga (Hushållningssällskapet i Värmland, 2005, Vrålstad et al., 2006) för att ta död på *A. astaci*. Kokning dödar *A. astaci* efter en minut (Oidtmann et al., 2002), men den generella rekommendationen är att koka föremål i fem minuter (Hushållningssällskapet i Värmland, 2005, Vrålstad et al., 2006). Viktigt att tänka på är att föremålet måste vara helt nedsänkt i vattnet under koktiden. Vrålstad et al. (2006) rekommenderar ångbehandling vid 60°C i minst 15 minuter, vilket sannolikt är tillräckligt med hänvisning till resultaten från Alderman (2000). Även om 80°C avdödar *A. astaci* är det tveksamt om högtryckstvätt med 80°C eller ånga (Hushållningssällskapet i Värmland, 2005) är att rekommendera. Dels därför att exponeringstiden blir mindre än vad som bevisats effektiv, dels för att eventuella överlevande zoosporer riskerar att spridas med aerosolen. Högtryckstvätt, vare sig för rengöring eller för värmebehandling, bör därför inte användas i anslutning till vattendrag.

Frysning

Aphanomyces astaci är mindre känslig för kyla än för värme utanför det optimala temperaturspannet, men temperaturer under 0°C avdödar algsvampen om verkningstiden är tillräcklig. De studier som identifierats (Smith & Söderhäll, 1986; Alderman, 2000; Oidtmann et al., 2002) rapporterar varierande resultat avseende avdödning, från 20 min till 3 dygn, vid ”normala” frystemperaturer (-15 – -20 °C). Tre dygn gällde dock mycelium i döda kräftor (Oidtmann et al., 2002), vilket indikerar att om algsvampen är skyddad överlever den längre. I och med detta finns det dock en viss osäkerhet i metodens effektivitet. För rengjorda föremål utan skrymslen där zoosporer kan gömma sig räcker sannolikt en till ett par timmar i en frys, men Vrålstad et al. (2006) rekommenderar minst 5 h frystid. Om till exempel nät eller neoprenvadare ska frysas rekommenderar vi dock en frystid på minst tre dygn.

Absolut filtrering

Absolut filtrering visade en tydlig effektivitet i den studie som genomfördes (Jussila et al., 2011). Eftersom enbart en studie genomförts föreligger dock viss osäkerhet i metodens effektivitet, och effektiviteten bygger också på att ett filter med tillräckligt liten porstorlek används, att inget tjuvläckage av vatten sker via otäta kopplingar och att filtren inte täpper igen på grund av partiklar i vattnet. Huruvida det är en praktisk metod i fält är oklart. Det är sannolikt enklare att behandla vatten/kylvatten med något kemiskt preparat som är miljövänligt (Virkon®S, PAA).

Dichlorophen

Dichlorophen bedöms som effektivt avdödande med en måttlig osäkerhet i bedömningen. Substansen

förefaller vara lika effektivt som malakitgrönt (Alderman & Polglase, 1984) men det föreligger bara resultat från en studie. Författarna argumenterar själva för att även om dichlorophen är effektivt så är substansen olämplig att använda då den är mycket toxiskt för fisk. Enligt Svensk MeSH är dichlorophen en icke-toxisk laxerande substans som är effektiv mot bandmask, samt att den används inom veterinärmedicinen mot infektioner med svamp, mask och encelliga parasiter. Sidan refererar till ”Merck 11 ed”, vilket torde vara The Merck Veterinary Manual, 11 ed (Aiello & Moses, 2016). Det är oklart när MeSH senast uppdaterades. En sökning på [Fass.se](https://fass.se) visade att det fanns två avregistrerade humanläkemedel och sju avregistrerade veterinärläkemedel innehållande dichlorophen. Eftersom läkemedlen är avregistrerade saknas produktinformation avseende till exempel effektivitet och eventuell toxicitet. I boken Meyler’s side effects of drugs (Aronson, 2016) hittades ett kort kapitel om dichlorophen, där substansen beskrivs som ersatt av andra substanser när det gäller behandling av bandmask, och att substansen tidigare använts som ”germicide” i tvål och kosmetika. Det står också att ungefär en tredjedel av de patienter som tagit dichlorophen inom ett par timmar efter första dosen fick biverkningar i form av bland annat illamående och magkramper. En sökning på Kemikalieinspektionens sida (www.kemi.se) gav inte något resultat, så substansen verkar inte vara i bruk över huvud taget.

Etanol

Etanol (70 %) används som bland annat ytdesinfektion, och rekommenderas för desinfektion med avseende på kräftpest av Hushållningssällskapet i Värmland (2005) och Vrålstad et al. (2006), genom fullständig nedsänkning i 70 % etanol i minst 20 minuter, eller tvätt/sprayning med en verkningstid på minst 20 minuter. För etanol saknades dock vetenskapliga underlag helt vid litteraturgenomgången, och det förefaller osannolikt att sprayad etanol ska förbli i vätskeform 20 min, då etanol avdunstar snabbt. En experimentell studie som genomfördes i SVA Fisks laboratorier visade att etanol har en avdödande effekt på sporer och hyfer av *A. astaci*, men effekten varierade mellan de repeterade försök som genomfördes. Lägsta effektiva koncentration på brukslösning var 25 %, men denna koncentration rekommenderas inte då resultaten bygger på få upprepade försök och en säkerhetsmarginal behövs. SVA rekommenderar därför att etanol används i en koncentration på 70 %) med en verkningstid på 60 minuter. Föremål som desinficeras med etanol ska vara helt nedsänkta i etanolen, och sprayning rekommenderas inte.

Klor och jod

Båda ämnena visar god avdödande effekt vid samma koncentration, men effekten av jod bedöms måttligt osäker och klor är att rekommendera framför jod. Två studier motsäger varandra avseende verkningstid och penetrationsförmåga. Den långa exponeringstid (23 min) som Alderman & Polglase (1985) anger för att jod ska ha avdödande effekt på mycelium i agarplugg är orsak till att det finns en måttlig osäkerhet i bedömningen av jods effektivitet mot *A. astaci*. Klor är lättillgängligt i form av till exempel Klorin i dagligvaruhandeln. Halten klor kan variera i olika produkter och man måste därför vara noggrann med hur den ska spädas för att uppnå 100 ppm/0,01 % eller strax däröver. Både klor och jod är starkt korrosiva och efter verkningstiden (5

– 10 minuter) bör därför allt desinficerat material spolas av med rent vatten (ej sjövattnet). Klor bleker och jod ger en gulbrun missfärgning varför det kan vara icke önskvärt att använda preparaten på till exempel kläder.

Kaliumperoximonosulfat (Virkon®S)

Virkon®S är ett väl beprövat desinfektionsmedel som generellt används som 1% lösning (för vissa organismer som mykobakterier används 3 % lösning). De koncentrationer som testats i den enda identifierade studien (Jussila et al., 2014) ligger på 0.012 – 0.3 %, och bedömdes alla som effektiva, där den högsta doseringen var effektiv på smutsiga material. Även om det bara finns en publicerad studie avseende effekten av Virkon®S på *A. astaci* så bedöms metoden som säker med en låg osäkerhet i bedömningen, baserat på resultaten samt att Virkon®S används vid mycket högre koncentrationer. SVA:s experimentella studie stödde resultaten från den publicerade studien, men något högre koncentrationer (0.063 %) behövdes för full effekt. En 1 % lösning (standardlösning enligt instruktionerna på virkon-förpackningar) och en verkningstid på 20 min ska vara effektivt och rekommenderas. Liksom PAA är Virkon®S också lätt att använda och effektivt mot andra akvatiska patogener. Pulvret och lösningen kan vara irriterande för/frätande på ögon, luftvägar och hud, och aktiv lösning (rosa) är toxisk för akvatiska organismer och ska inte tömmas i avlopp eller naturvatten. När Virkon®S inte längre är aktiv (färglös) är dock lösningen ofarlig för miljön. Virkon®S har en kraftigt korrosiv effekt, så efter desinfektion bör utrustningen sköljas noggrant.

Perättiksyra (PAA)

Perättiksyra var effektivt avdödande i samtliga genomförda studier. En måttlig osäkerhet måste dock läggas in i bedömningen. Detta baseras på att preparat med olika ursprungskoncentration av PAA visade olika effektivitet, där preparatet med lägst ursprungskoncentration (5 % PAA) visade bättre effekt än de med högre ursprungskoncentration (15 & 40 % PAA) trots att samma behandlingskoncentrationer (3.3 – 30 ppm) användes. Det var dessutom bara 5 % PAA ursprungslösning som uppvisade penetrerande effekt. Därmed skulle önskvärd effekt kunna utebli om ”fel” preparat används, vilket innebär risk för en misslyckad desinfektion med risk för spridning av *A. astaci*. Varför en lägre ursprungskoncentration PAA skulle vara mer effektivt är oklart, men Jussila et al. (2014) misstänker att halten av väteperoxid och ättiksyra i förhållande till PAA kan påverka pH och PAA:s oxiderande förmåga. Jussila et al. (2011) anger inte vilket preparat som använts, men visar att PAA även är effektivt för att inaktivera eller avdöda zoosporer i vatten, även om exponeringstiden som krävs är längre än på fasta material. Om man vill använda PAA för desinfektion rekommenderar vi, baserat på föreliggande resultat, ett preparat med 5% PAA framför preparat med högre ursprungskoncentration och en desinfektionstid på 30 minuter.

En fördel med perättiksyra är att den anses lätt att använda, att det även är effektivt mot andra akvatiska patogener samt att det generellt sett är ett relativt harmlöst desinfektionsmedel (Jussila et al., 2014). Starka lösningar bör dock alltid hanteras med försiktighet. Den rekommenderade dosen för behandling av vatten är inte förenlig med akvakultur med fiskhållning (Jussila et al., 2014) men kräftdjur tycks ha en högre tolerans

för lösningen (Jussila et al., 2011; Kouba et al., 2012). PAA kan även vara hämmande för till exempel mikrober i biofilm liksom för planktoniska organismer (Pedersen et al., 2013; Jussila et al., 2014). Pedersen et al. (2009) skriver att PAA är mindre effektivt i jorddammar än i gjutna bassänger.

Efter att perättiksyran brutits ner till syre och ättiksyra eller neutraliserats (med hjälp av tillsats av till exempel organiskt material eller salt) har medlet förlorat sin oxiderande förmåga, och vattnet är säkert att släppa ut (Jussila et al., 2014).

METODER SOM BEDÖMS HA VISS DESINFICERANDE EFFEKT

Magnesiumdiklorid ($MgCl_2$) och Natriumklorid ($NaCl$)

Aphanomyces astaci är en sötvattenspatogen och borde inte vara salttålig. Till exempel rekommenderar Vrålstad et al. (2006) desinfektion i 5 % koksaltlösning under 20 – 30 min, men de har inte hittat någon referens på detta, utan rekommendationen är ett antagande av författarna baserat på att patogenen inte bör överleva i marin miljö. Samtliga studier (Cerenius & Söderhäll, 1984; Rantamäki, 1992; Lilley & Inglis, 1997; Ali, 2009) beskriver en inhiberande effekt av respektive salt, med stor sannolikhet för att Lilley & Inglis faktiskt beskriver en avdödande effekt för $NaCl$ vid 1 - 2 %. Den maximala salthalt (3 %) som användes av Lilley & Inglis (1997) ligger nära havsvattens salthalt (ca 3.5 %). För $MgCl_2$ har effekten visats vara reversibel (Cerenius & Söderhäll, 1984; Rantamäki, 1992). Motsvarande har inte visats för $NaCl$, men även om man inte kan förutsätta att salterna har samma effekt kan det inte heller uteslutas vid otillräcklig dosering. Fysiologisk salthalt ($NaCl$) är ca 0.9 %, och oavsett om en patogen lever i söt- eller saltvatten måste den klara den salthalten för att kunna infektera och överleva i ett djur. Det kan därför förefalla märkligt att en salthalt på 1 % skulle verka inhiberande på *A. astaci* (Lilley & Inglis, 1997).

Med bakgrund i föreliggande studiers resultat bedöms både $NaCl$ och $MgCl_2$ ha viss desinficerande effekt, med risk för spridning av smittan till följd av reaktivering efter avslutad behandling. Osäkerheten i bedömningen är måttlig för $NaCl$, eftersom det sannolikt finns en avdödande effekt vid koncentrationer på minst 2 - 3 %.

Formaldehyd/formalin

Effekten av formalin visades vara reversibel vid den maximala koncentration (80mg/l) som användes i den studie som identifierats (Häll & Unestam, 1980). Därmed bedöms formalin ha viss men inte fullgod effekt, med en måttlig osäkerhet i bedömningen eftersom ytterligare dataunderlag saknas. Även högre koncentrationer skulle vara effektiva så är dock formalin hälsovådligt. Användning av formalin för desinfektion kan därför avrådas bara utifrån den aspekten, utan att ta hänsyn till eventuell effektivitet.

Kopparsulfat

Den enda studie som identifierats (Alderman & Polglase, 1984) visade att kopparsulfat hade en avdödande

effekt på mycelium, men data avseende zoosporer saknas. Effekten av substansen bedöms därför som osäker, med en måttlig osäkerhet i bedömningen pga. få tillgängliga resultat. Kopparsulfat kan orsaka allvarliga ögonskador och är giftigt för vattenlevande organismer ([Säkerhetsdatablad: Koppar\(II\) sulfatlösning \(carlroth.com\)](#)). Användning av kopparsulfat för desinfektion avråds därför även av den anledningen.

Väteperoxid

Väteperoxid bedöms ha viss effekt, sannolikt avdödande vid tillräckligt hög dosering, men måttlig risk för spridning av kräftpest kan inte uteslutas. En måttlig osäkerhet i bedömningen ligger i att underlaget för bedömning är litet och att en studie sannolikt påvisat en avdödande effekt, något som skulle kunna flytta väteperoxid till gruppen med effektiva desinfektionsmetoder.

METODER MED OTILLRÄCKLIG ELLER EJ FASTSLAGEN EFFEKT

Studien på UV-ljus (Kouba et al., 2013) gällde i första hand den till *A. astaci* närbesläktade algsvampen *Saprolegnia* sp. Därmed har inte den för oss intressanta organismen studerats specifikt. Dosen som användes var i det lägre spannet av vad som, enligt författarna, rekommenderas för avdödning av *Saprolegnia* sp., vilket innebär att effekt skulle kunna uppnås vid högre dosering. Baserat på resultaten i studien bedöms avdödning med UV-ljus inte vara effektivt, men utifrån att det bara finns en studie och att de i denna använt en relativt låg dosering blir osäkerheten i bedömningen hög.

SLUTSATS

Totalt bedöms tio desinfektionsmetoder ha god desinficerande effekt, men endast för tre av dessa (upphettning, klor och Virkon®S) är det låg osäkerhet i bedömningen. Dessa tre metoder rekommenderas därför i första hand vid desinfektion med avseende på kräftpest/*A. astaci*, medan övriga metoder med god desinficerande effekt men måttlig osäkerhet i bedömningen i första hand bör användas i kombination med andra desinfektionsmetoder.

REFERENSER

- Ahne, W., Halder, M. (1988). Virologische und mykologische Untersuchungen an Krebsbeständen verschiedener Herkunft. Forskningrapport, 174 sidor. Bayerische der Landesanstalt für Wasserforschung, München.
- Aiello, S.E., Moses, M.A. (2016). The Merck Veterinary Manual. 11th ed. Wiley, ISBN: 978-0-911-91061-2
- Alderman, D. (2000). Aphanomycosis of Crayfish: Crayfish Plague. A report prepared for the Environment Agency and English Nature. CEFAS, R & D Technical report W2-064: 1-121. <https://aquadocs.org/items/a7e97f77-f6b9-4696-84ca-044279071999>
- Alderman, D.J., Polglase, J.L. (1984). A comparative investigation of the effects of fungicides on *Saprolegnia parasitica* and *Aphanomyces astaci*. *Trans Br Mycol Soc* 83: 313-318.
- Alderman, D.J., Polglase, J.L., (1985). Disinfection for crayfish plague. *Aquaculture & Fisheries Management* 16: 203-205.
- Ali, E. (2009). Antifungal activity of sodium chloride on *Saprolegnia diclina* and *Aphanomyces* sp. *Acta Mycologica* 44(1): 125-138. DOI: <https://doi.org/10.5586/am.2009.011>
- Aronson, J.K. ed (2016). Dichlorophen. I: Meyler's side effects of drugs 16th ed: 942. Elsevier. ISBN 9780444537164, <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-53717-1.00612-0>.
- Cerenius, L., Rufelt, S., Söderhäll, K. (1992). Effects of Ampropylfos ((RS)-1-aminopropylphosphonic acid) on zoospore formation, repeated zoospore emergence and oospore formation in *Aphanomyces* spp. *Pestic Sci* 36: 189-194. <https://doi.org/10.1002/ps.2780360304>
- Cerenius, L., Söderhäll, K. (1984). Repeated zoospore emergence from isolated spore cysts of *Aphanomyces astaci*. *Exp Mycol* 8: 370-377.
- Cerenius, L., Söderhäll, K. (1985). Repeated zoospore emergence as a possible adaptation to parasitism in *Aphanomyces*. *Exp Mycol* 9: 259-263.
- Edsman, L. (2004). The Swedish story about the import of live crayfish. *Bull Fr Pêche Piscic* 372-373: 281-288.
- Hushållningssällskapet i Värmland (2005). Astacus FAKTA Kräftpäst. 2005-08-24.
- Häll, L., Unestam, T. (1980). The effect of fungicides on survival of the crayfish plague fungus *Apanomyces astaci* (Oomycetes) growing on fish scales. *Mycopathologica* 72: 131-134.
- Jussila, J., Makkonen, J., Kokko, H. (2011). Peracetic acid (PAA) treatment is an effective disinfectant against crayfish plague (*Aphanomyces astaci*) spores in aquaculture. *Aquaculture* 320(1-2): 37-42. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2011.08.008>
- Jussila, J., Toljamo, A., Makkonen, J., Kukkonen, H., Kokko, H. (2014). Practical disinfection chemicals for

- fishing and crayfishing gear against crayfish plague transfer. *Knowl Manag Aquat Ec* 413(02): <https://doi.org/10.1051/kmae/2014002>
- Koivunen, J., Heinonen-Tanski, H. (2005). Peracetic acid (PAA) disinfection of primary, secondary and tertiary treated municipal wastewaters. *Water Res* 39: 4445–4453.
- Kouba, A., Kuklina, I., Niksirat, H., Máchová, J., Kozák, P. (2012). Tolerance of signal crayfish (*Pacifastacus leniusculus*) to Persteril 36 supports use of peracetic acid in astaciculture. *Aquaculture* 350–353: 71–74.
- Kouba, A., Niksirat, H., Kuklina, I., Buřič, M., Kozák, P. (2013). Ultraviolet light and semi-recirculating systems in artificial incubation of noble crayfish eggs: opportunities and limitations. *Aquaculture Research*. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2109.2011.03010.x>
- Lilley, J.H., Inglis, V. (1997) Comparative effects of various antibiotics, fungicides and disinfectants on *Aphanomyces invaderis* and other saprolegniaceous fungi. *Aquaculture Res* 28: 461-469
- Lowe, S., Browne, M., Boudjelas, S., De Poorter, M. (2000). 100 of the World's Worst Invasive Alien Species. A Selection from the Global Invasive Species Database. The Invasive Species Specialist Group (ISSG) a Specialist Group of the Species Survival Commission (SSC) of the World Conservation Union (IUCN). Först publicerad i Aliens 12, december 2000. Uppdaterad och omtryckt version november 2004. <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2000-126.pdf>
- [Oidtmann](#), B., Heitz, E., Rogers, D., Hoffmann, R. W. (2002). Transmission of crayfish plague. *Dis Aquat Org* 52: 159–167. <https://www.int-res.com/articles/dao2003/52/d052p159.pdf>
- Pedersen, L.-F., Pedersen, P., Nielsen, J., Nielsen, P. (2009). Peracetic acid degradation and effects on nitrification in recirculating aquaculture systems. *Aquaculture* 296: 246–254.
- Pedersen, L.-F., Meinelt, T., Straus, D.L. (2013). Peracetic acid degradation in freshwater aquaculture systems and possible practical implications. *Aquacult Eng* 53: 65–71.
- Rantamäki, J., Cerenius, L., Söderhäll, K. (1992). Prevention of transmission of the crayfish plague fungus (*Aphanomyces astaci*) to the freshwater crayfish *Astacus astacus* by treatment with MgCl₂. *Aquaculture* 104(1-2):11-18.
- Rezinciuc, S., Sandoval-Sierra, J.V., Oidtmann, B., Diéguez-Urbeondo, J. (2015). [The biology of crayfish plague pathogen *Aphanomyces astaci*. Current answers to most frequent questions.](#) Kap 9: 182-204. I: Freshwater Crayfish: A Global Overview. Ed: Kawai, Faulkes, Scholtz. CRC Press. eBook ISBN 9780429102264
- Rennerfelt, E. (1936). Untersuchungen über die Entwicklung und Biologie des Krebspestpilzes, *Aphanomyces astaci* Schikora. Report of the Institute of Freshwater Research, Drottningholm 10: 1-21.
- Smith, V., Söderhäll, K. (1986). Crayfish pathology: An overview. *Freshwater Crayfish* 6(1): 199-211. DOI 10.5869/fc.1986.v6.199

Svoboda, J., Fischer, D., Kozubíková-Balcarová, E., Štásková, A., Brůčková, M., Kouba, A., Petrusek, A. (2019). Experimental evaluation of the potential for crayfish plague transmission through the digestive system of warm-blooded predators. *J Fish Dis* 00: 1-10.

Unestam, T. (1966). Studies on the crayfish plague fungus *Aphanomyces astaci* II. Factors affecting zoospores and zoospore production. *Physiol Plantarum* 19: 1110–1119.

Vrålstad, T., Håstein, T., Taugbøl, T., Lillehaug, A. (2006). Krepsepest – smitteforhold i norske vassdrag og forebyggende tiltak mot videre spredning. Rapport, Veterinærinstituttets rapportserie 6 – 2006. ISSN 0809-9197 (tryckt utgåva), 1890-3290 (online).

WOAH (2024). Akvatiska manualen, kap. 2.2.2. Infection with *Aphanomyces astaci* (crayfish plague). [Codes and Manuals - WOAH - World Organisation for Animal Health](#)

Farliga djursmittor kan få allvarliga konsekvenser, från lidande hos djur och människor till ekonomiska förluster och störningar i matförsörjningen. Statens veterinärmedicinska anstalt, SVA, är en expertmyndighet som genom diagnostik, forskning och rådgivning stärker Sveriges förmåga att bekämpa djursjukdomar som utgör hot mot kritiska samhällsfunktioner.

Friska djur – trygga människor.

Besöksadress: Ulls väg 2B, postadress: 751 89 Uppsala

Tel: 018-67 40 00, e-post: sva@sva.se

Webb: sva.se