

# UV-filter och UV-ljus - hur fungerar det egentligen?

Av Christina Ghiasvand

**Behöver du ett UV-filter? Har du svävalger som du inte kommer tillrätta med så kan svaret för dig bli ett ja. Men om det gäller att bekämpa eller kontrollera parasitära fisksjukdomar, så bör du först fundera över, om dessa parasiter över huvudtaget har några fritt svävande stadier. Bara då blir en bestrålning meningsfull.**

Ibland får man höra, att UV-filter fungerar på så sätt att de spränger eller dödar algerna och bakterierna, men det stämmer inte. Alger är inga troll som spricker i solen, tyvärr, om det ändå vore så enkelt. De neutraliseras, men avdödas inte som en direkt följd av lampans inverkan. I diverse forskningsprojekt med bakterier och alger ute i havet har man funnit att många processer som har med näringsupptaget att göra förändras, när organismerna utsätts för olika former av ljus. Detta är en stor del av anledningen till att UV-filtrering, alltså bestrålning av vattnet med UV-ljus, fungerar som bakterie- och parasitavdödande metod. Dess inverkan är alltså inte direkt avdödande i sig, men organismen dör i förlängningen, även av följande skäl: Den DNA-störande effekten är av mycket stor, kanske utslagsgivande, betydelse i sammanhanget. Men det är även så, att UV-ljuset ger upphov till bildandet av s.k. fria radikaler, en sorts ämnen som reagerar lätt ohejdat och på så sätt ställer till skador på organismen. För att exempelvis spränga cellerna skulle det emellertid behövas en avsevärd fältstyrka och exponeringstid, vilket vi inte får när de snabbt svischar förbi med hjälp av en pumpanordning och endast exponeras en bråkdel av en sekund i bästa fall. Resistensbildning är välkänd i akvaristiska och andra sammanhang, den lär du dock inte få dokumenterad om du frågar en tillverkare av sådana filter. Informationen står dock att finna i akvaristisk och annan litteratur. Det enda som "sprängs" är DNA-spiralen. Istället för solkräm använder sig cellerna av antioxidanter och andra ämnen av likartad verkan, eller blockerar insläppet med pigment. Att koppla på en ökad produktion av sådana ämnen och pigment, är en del utav resistensbildningen i det här sammanhanget. Till slut så har organismen lärt sig vad som lönar sig för att överleva. "Survival of the fittest" eller "Den mest anpassningsbare överlever".

Det är inte heller någon egentlig skillnad mellan de olika UV-A, UV-B och UV-C, som man skulle kunna tro med ledning av de olika beteckningarna. Det är endast flytande, överlappande gränser, beroende på den allt kortare våglängden. UV-A ligger närmast utanför det synliga ljusspektrat. UV-ljus kan emellertid faktiskt "ses" av bin. Bina är istället "blinda" inför den rödorange delen av färgspektrat, som vi människor klarar av att uppfatta. Deras färgspektrum är alltså förskjutet nedåt i våglängderna, i förhållande till oss människor. Andra djur kan ha andra färgspektrum, men inget djur är med säkerhet färgblindt, vilket man tidigare trodde om t.ex. katter (marsvin är man dock osäker om). Vissa djur anses dock ha förstärkt seende för vissa färger eller värmestrålning.

Av praktiska skäl delar man in UV-strålningen i tre band: UV-A (320-400 nm), UV-B (280-320 nm) och UV-C (200-280 nm). Ultraviolett ljus är alltså ljus (eller korrektare uttryckt: optisk våglängd) med våglängder från cirka 390 nm (frekvens 30 PHz) och kortare,

ned till ungefär 200 nm i luft. I vakuum räknar man ända ned till 10 nm med en frekvens på 790 THz. Luft är nämligen inte helt genomskinligt för UV-ljus. Därefter övergår strålningen till att kallas röntgenstrålning och vid ännu kortare våglängder gammastrålning. Dessa extrema våglängder finns ned till 1 nm och kan också ge "solbränna", men dessa skador går då igenom hela människokroppen istället för att stanna på huden. Begreppet actinic<sup>1</sup>, som förekommer på en del lysrör etc. kommer förresten från en gammal beteckning på UV-strålning, då man inte riktigt kände till dess egenskaper ännu.

Som en jämförelse kan nämnas, att högre växter har två frekvensområden där fotosyntesen främjas optimalt: Det blåviolettera med våglängder som ligger mellan 380 och 480 nm, vilket delvis överlappar med det som kallas UV-ljus, samt ett orange-rött område med våglängder på mellan 600 och 680 nm, vilket ligger helt inom ögats synområde. Tidigare hade man inte så noga koll på detta och även svårigheter med att producera lysrör, så man fick mycket algväxt i växthus och liknande. Även akvarierna var fulla av oönskade organismer, som kunde ställa till med problem. Har man ett växtakvarium och inte vill ha ett vitt solljusliknande ljus, kan man alltså använda sig utav moderna lysrör med tonvikt på de båda angivna frekvensområdena. Man bör dock ta lysrörstillverkarens lovprisningar med en nypa salt: I ett vanligt, inte alltför djupt akvarium med rent och klart vatten, räcker ett normalt fullfärgslysrör med tillräckligt högt wattal gott och väl till för att möjliggöra fotosyntesen för vattenväxterna.

Ljuset som når jordytan har följande medelsammansättning: Infrarött 43,9%, synligt ljus 51,8%, UV-A 3,9%, UV-B 0,4% samt en mycket liten men ändå betydelsefull mängd UV-C. Detta är mätvärden som inte bara akvarister utan även exempelvis kosmetikaindustrin har att ta hänsyn till. 90% av UV-ljuset som når fram till jorden är UV-A<sup>2</sup>, kortare våglängder har svårt att penetrera atmosfären. När solen står snett förändras dessutom andelen UV-ljus som når jordytan jämfört med när den står i zenith, p.g.a. avvikelser i de olika våglängdernas förmåga att tränga igenom atmosfären i olika sol-lägen. Luft är som sagt inte genomskinligt för i synnerhet korta våglängder. På dagen är mängden UV-ljus som träffar jordytan betydligt högre än på kvällen, då de korta våglängderna inte förmår tränga igenom den större mängden atmosfärisk luft som är i vägen för den lågt stående solen. Långa våglängder har inte samma problem, så därför är skyarna med den nedåtgående solen romantiskt orangeröda (=långa våglängder). Även den lågt stående månen, som i motsats till solen endast utstrålar reflekterat ljus, upplevs på samma sätt. Visst UV-C skapar ozon, särskilt reaktivt syre. UV-A ger solbränna omedelbart, UV-B ger melaninproduktion och solbränna efter ett par dagar (alternativt rodnad omedelbart), UV-C är i princip ointressant för människor. Solarierör ger mest UV-A (lågfrekvent), en liten del UV-B (högfrekvent) och knappt något UV-C.

Energien i en enskild ljuskvanta av UV-ljus ligger mellan 3,3 (380 nm) t.om. ca. 124 eV (10 nm). Det som är speciellt med UV-ljuset, är att på våglängder under 200 nm förmår ljuset att frigöra elektroner, man säger därför ibland att det är "energirikare" än vanligt ljus. Men det är fortfarande inte så, att några celler sprängs (det har vi först i gammastrålning och liknande, och då bara som sekundäreffekt!), men det är denna effekt som spelar in i den

---

<sup>1</sup> Actiniskt ljus är per definition "sådan ljus som åstadkommer någon form av påverkan på det det lyser på". Vanlig film för fotografering t.ex. är känslig för vissa våglängder, men inte för andra. Det ljus som ger en bild är alltså "aktiniskt". Förr, under svart-vit-fotograferingens tidevarv, var film inte känslig för rött ljus. Detta sade man var "icke-actiniskt". Numera finns det dock rödkänslig och även infraröd-känslig film. Idag använder man termen actinisk i medicinska sammanhang, t.ex. i fråga om tillstånd som utlöses av ljuspåverkan, och i synnerhet UV-ljus. Att använda termen för akvariebelysning är nog mest en reklamsak.

<sup>2</sup> Några källor, t.ex. Wikipedia anger 99%.

biocida verkan. Man brukar kalla detta för joniserande strålning. Även om det är den minst energirika typen av joniserande strålning, så är den potentiellt farlig för människor. Solbränna är känt inte bara från solning utan även vid solariebesök (farlighetsgraden är dock omdiskuterad). Observera, att de s.k. UV-filtren för akvaristiskt bruk inte avger dessa våglängder och därför inte har denna joniserande effekt alls.

Strålning på under 300 nm absorberas dock till största delen av atmosfären, glas- och pexiglas och plaster (som även påverkas av UV-ljuset, därför görs UV-lampor av kvartsglas istället. Glas är dock mestadels "transparent" för UV-A, så vill man lysa med lägre våglängder, ex.vis UV-B och C så MÅSTE man göra lampan av speciellt kisel/kvarts, annars är den inte "transparent" för detta ljus), så vi behöver inte bekymra oss så mycket om detta.

Men det är dock så, att UV-ljuset, även det med större våglängder än runt 200-300, förmår förstöra kemiska bindningar i organiska molekyler. Och det är det, som är intressant för oss! UV-filter används till bakterier, alger, protozoer, makromolekyler (virus) och annat encelligt. Trots detta används denna effekt i olika medicinska terapier hos människor.

Extremt kortvågigt UV-ljus kännetecknas av att det interagerar med kemin i cellerna, det är främst UV-ljus med längre våglängder än 30 nm. Sådant med ännu kortare våglängder än så, interagerar med cellernas elektroner och cellkärnorna. När fotonerna träffar molekylerna i levande organismer, så skadas de på olika sätt. Den vanliga typen av skada som inträffar, är att de intilliggande ämnena (aminosyrorna) i DNA't kopplas ihop istället för de som ligger mitt emot, i dubbelspiralen. Detta formar en ögleböj, vilket gör att DNA-molekylen inte fungerar normalt. Om trots allt en fortplantning (förökning) av cellen eller organismen sker, så talar man om mutagen effekt, eftersom arvsmassan förändrats.

Alla sorters UV-ljus kan skada exempelvis hud på det sättet. Inom kosmetikabranschen talar man gärna om "åldersbetingad hudförändring", men det är detta som döljer sig här. UV-A (även kallat "svart ljus") är minst skadligt i detta sammanhang, men de andra kan vara förrädiska, eftersom inte alltid hudrodnad uppstår efter exponering (det trängde ju förbi huden och in i kroppsvävnaderna). Det är dock så att UV-A tränger igenom de flesta fönsterglas och stannar i och penetrerar själva huden djupare, vilket anses vara den primära orsaken till hudkancer. Får man rynkor av solen? Jodå, och inte bara av att kisa. UV-ljuset omvandlar det kroppsegna kollagenet (bindväven) och det förlorar i elasticitet. Den vattenbindande förmågan minskar och med tiden uppstår rynkor av denna anledning. Inga krämer hjälper mot detta, bara solkrämer, i förebyggande syfte. Den här typen av skador uppstår efter överdrivet solande och efter solariebruk. De första tecknen på denna typ av skador är ojämn solbränna och fläckighet. Men då är det redan försent, skadan är inte reversibel. Solskyddsmedel finns i tre typer: UV-filter, mikropigment och antioxidanter. Allt är kopierat av naturen. UV-filtren absorberar UV-ljuset och omvandlar det till energifattigare strålning. Mikropigmenten är rent mekaniska blockeringar eller så reflekterar de iväg ljuset. Exempel: Melaninet som ger solbrun hudfärg, zinkpasta och reflekterande mineralier i solskyddskrämer. Antioxidanterna å andra sidan hindrar inte inflödet av UV-ljuset, utan avbryter den genom UV-ljusets inverkan utlösta fotokemiska reaktionen som skadar DNA-strängarna. Naturen har egna sätt att använda sig utav dessa tre metoder, ofta i kombination.

UV-B ljuset kan som sagt skapa strålningskador hos celler. Molekylerna i ex.vis de hudceller som drabbas, skadas, intilliggande baser i DNA't formar thymin-dubbelpar. Dessa parar sig inte på normalt sätt och ger bubblor, hål, förhindrar replikeringen av helixen, felaktiga bindningar osv. Detta leder till ex.vis hudcancer och även till "neutralisering" av olika organismer

(inte avdödande). Ibland är det bara fotosyntesen som blockeras, men huvudsaken är, att organismen ifråga inte reproducerar sig. Och det är ju det vi vill, med vår UV-filtrering. Ex.vis så ger problem i världshaven efter tillfälliga ozonhål alltid sådana effekter, som sedan snabbt återställs, tills det inte behövs längre. Även ökad tillväxt av vissa algsorter kan observeras efter intrållning av UV-ljus. Man kan lätt se effekterna i en kulturodling.

Som ett exempel på motförsvar så produceras melanin i våra hudceller, även antioxidanter och närliggande ämnen som utgör kemiskt försvar. Pigment spelar en stor roll, likaså antioxidanter, i encelliga organisms försvar mot UV-ljus. Solkrämer skyddar mest mot UV-B, inte mot UV-A (som inte ger solbränna, men däremot sägs ge rynkor och cancer). Detsamma gäller solkrämer med mekaniskt skydd (se ovan). Tyvärr kan man inte ge ögonen solkräm, så därför kan man drabbas av snöblindhet på höga höjder på vintern, eller motsvarande ökenblindhet i sådana trakter. Det är främst det reflekterade ljuset som förorsakar detta, inte det infallande. Där får man ta till special-solglasögon i förebyggande syfte.

UV-lampor används inte bara inom akvaristiken, det finns många användningsområden i biologiskt eller fysik-laboratorium. 254 nm är en vanlig våglängd som kan skapas och det är också den som används i akvaristiska sammanhang (eg. 253,7 nm). Denna våglängd är tillräckligt nära en av de två våglängder som är användbara för att eliminera encelliga organismer, 265 nm, den andra är 185 nm. Den senare absorberas bättre av DNA, men båda absorberas gärna av de organismer som är aktuella här. Om man alltså utsätter organismerna för det här och tillräckligt många defekter på DNA-spiralen bildas, då upphör DNA-reproduktionen och bakterien blir harmlös. Den avdödas alltså inte. Enligt UV-filtertilverkarna så agglutinerar algerna då (klumpar ihop sig) och kan lämpligen avskiljas med hjälp av något filter.

Man får här även tänka på, att lamporna blir sämre efter ett tag, precis som för vanliga lysrör. Jag har inga exakta siffror, men så snart du märker en tydlig minskning av effektiviteten bör du byta ut den, inte minst för att inte ge bakterierna eller andra encelliga organismer en ökad chans till resistensbildning. Det kan röra sig om ett år ungefär. UV-ljus är p.g.a. de skador det orsakar i DNA't en utmärkt mutagen, vilket kan ge upphov till nya, motståndskraftiga organismer. Bakterierna har ju faktiskt funnits på vår jord miljontals år längre än vi och får betraktas som ganska anpassningsbara och framgångsrika på den punkten. Det är viktigt att ha rätt styrka (Wattal) på den lampa som används. Bäst är de lampor som tillåter passage av organismen på ett mindre avstånd än 4 mm från lampan. Vi har också att tänka på det problemet, att organismerna skyddas från strålningen genom att de gömmer sig i små springor och skuggade områden. Det är bara för dem att sätta igång och duplicera sig ... UV-sterilisering är inte det allena saliggörande. Och dessutom så frågar jag mig, hur tillverkarna kan garantera, att bara de fula bakterierna och inte nyttobakterierna drabbas av UV-lampans effekt?

När man steriliserar dricksvatten så sker det i syfte att eliminera alger, bakterier och virus, som har lättare exponerbart genmaterial, snarare än större sjukdomsalstrare, som tex protozoer, amöbor och flagellater. Många av de senare har nämligen cellmembran eller bildar cystor, som skyddar dem från exponering. Men UV-strålning har ändå viss effekt, även här. I olika försök har man emellertid funnit, att höga doser av UV-C inte skadar mikroorganismerna, utan bara de lägre doserna, och då på det sätt som jag beskrivit. De överlever högdoserna! Här indikeras, att det är ingen ide att smälla på en högre dos eller effekt, som skulle kunna bränna upp dem ordentligt, vilket många tror går. Det funkar helt enkelt inte på det sättet.

Hur effektivt UV-ljuset är i sin biocida verkan, beror givetvis även på vätskans absorptionsförmåga för ljuset (våglängden) ifråga. T.ex. juicer steriliseras vid olika våglängder, beroende på vad slags ljus de resorberar. Detta görs på ungefär samma sätt som i en trädgårdsdamm.