

Gymnasiearbete 100p
Naturvetenskapliga programmet
Haganässkolan Älmhult

Är kläder med ekologisk bomull mindre giftiga än vanliga bomullskläder?

En toxicitetsundersökning med *Daphnia magna*.

Författare:
Hanna Ruderstam

Handledare:
Stefan Rosén

2015

Abstract

The aim of the study was to examine chemicals in clothes. I examined if there were harmful, water

soluble chemicals in the clothes and differences in the amount of chemicals in clothes with ecological cotton and clothes with traditional cotton. I also studied differences in the amount of chemicals in clothes with different colours and in washed clothes/ unwashed clothes. To examine the amount of chemicals in clothes I used the zoo plankton, *Daphnia magna*, which can die when it is exposed to harmful chemicals. In order to see the difference between the clothes I counted the number of immobile *Daphnia magna* in each sample after 10, 24 and 48 hours. The results showed that all the clothes contained harmful chemicals and that the white clothes contained most harmful chemicals. The results indicate that clothes with ecological cotton had a smaller amount of chemicals than the clothes with traditional cotton, but the difference was not so significant and the clothes with ecological cotton also contained chemicals. This might depend on the fact that clothes marked ecological often contains cotton that is grown ecologically but the rest of the clothes production uses the same amount of chemicals as traditional clothes. This report also investigates which chemicals that are used in cloth production and how clothes are treated so the chemicals do not affect the customer and the environment.

Inledning

Bomull ses ofta som ett naturligt och rent material eftersom det kommer från en växt, men bomullsplantan är också världens mest besprutade gröda [1]. Stora mängder kemikalier används när

bomull odlas och tygerna vävs, bleks och färgas. Kemikalierna påverkar miljön och de som arbetar med framställningen av bomull och kläder i form av vattenbrist, förorenade vattendrag och ständig exponering för bekämpningsmedel och kemikalier [2]. Men hur påverkar kemikalier i kläder konsumenterna?

Vid odling av bomull används stora mängder vatten, bekämpningsmedel och konstgödsel. Bomullsplantor är mycket utsatta för skadeinsekter eftersom plantorna har en lång växtperiod och inte är anpassade för den plats de odlas på. Dessutom odlas ofta bomull på stora områden där enbart bomull odlas, detta leder till att många skadeinsekter finns där. Bekämpningsmedel används för att döda skadeinsekter, men också för att utrota ogräs och avlöva plantorna när det är dags för skörd [1].

Att kläder är märkta med "Ekologisk bomull" innebär ofta att bomullen är odlad ekologiskt, så är det till exempel hos klädkedjan Hennes och Mauritz (HM) [3]. Ekologiskt odlad bomull innebär att bomullen är odlad utan kemiska bekämpningsmedel, konstgödsel och avlövningsmedel och dessutom att odlingen är bevattnad med grundvatten [4].

I toxiska undersökningar, inklusive undersökningar med kläder, används ofta en art av djurplankton, *Daphnia magna* (i detta arbetet kallas de för dafnier). Dafnier blir mellan 0,25 och 5mm stora och kan ses med enbart ögat. De lever i näringsrika vattendrag där vattentemperaturen är över 15 grader Celsius. De är mycket känsliga för kemikalier och passar därför bra till undersökningar där mängden kemikalier testas. Dafnier trivs bäst i en miljö med pH mellan 6,5 och 9,5 [5].

Syftet med detta arbetet var att undersöka om kläder innehåller kemikalier som kan påverka djur och människor negativt.

Följande frågeställningar har legat till grund för arbetet:

- * Vilka kemikalier används när man producerar bomullskläder? Hur gör man för att kemikalierna inte ska påverka konsumenterna och miljön?
- * Påverkas mängden kemikalier i bomullskläder av färgen på kläderna?
- * Kan vi skydda oss från kemikalier genom att tvätta kläderna innan vi använder dem? Innehåller tvättvattnet kemikalier som har lakats ur kläderna?
- * Är toxiciteten högre i kläder gjorda av traditionellt odlad bomull jämfört med kläder gjorda av ekologiskt odlad bomull?

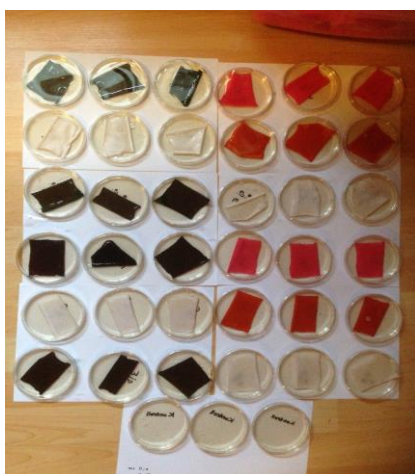
Innan jag började min undersökning var min hypotes att kläder innehåller mycket kemikalier, men

att de ekologiska plaggen skulle innehålla mindre kemikalier eftersom bomullen är odlad utan bekämpningsmedel. Jag trodde också att svart är den färg som innehåller mest kemikalier eftersom den är mest olik den naturliga färgen på bomull.

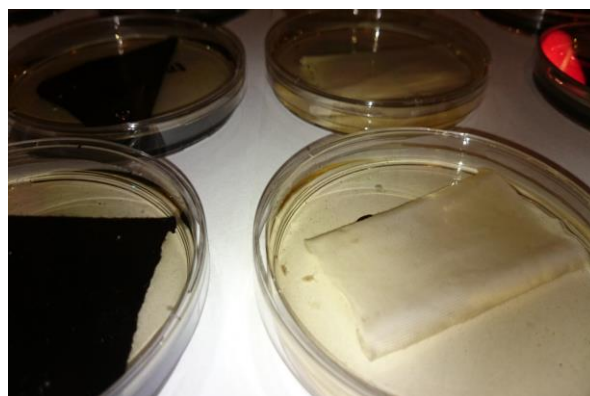
Metod

En laboration utfördes för att undersöka hur mycket kemikalier som finns i kläder. Då användes en art av djurplankton som kallas *Daphnia magna*. Dafnier är känsliga mot kemikalier och dör om de utsätts för kemikalier även i små mängder. En startkultur med dafnier beställdes från Göran Dave på Göteborgs universitet och odlades för att få tillräckligt många dafnier för att kunna utföra

laborationen (det behövdes cirka 400 dafnier). Dafnierna odlades i kärl med sjövattnen och matades med hönsgödsel. Hönsgödsel blandades ut med med sjövattnen och filtrerades genom ett kaffefilter för att sedan ges till dafnierna. I laborationen användes sex olika tyger från T-shirts, tre av dem var köpta på HM, en rosa och en svart som producerats i Turkiet och en vit som producerats i Bangladesh. Dessa T-shirts hade märkningen ”Ekologisk bomull”. Tre T-shirts köptes på Ellos. De var producerade i Bangladesh och inte klassade som ekologiska. Tygbitar från kläderna tvättades 3 gånger med 40 ml Via koncentrat white/colour tvättmedel. Programmet på tvättmaskinen var kulörtvätt 59 minuter i 40 grader Celsius. Klädbitar i storleken 6,5 x 6,5cm av T-shirtarna klipptes sedan ut, från både de tvättade tygerna och de otvättade. I laborationen fanns alltså 12 olika tyger och det gjordes tripletter av varje tyg, se figur 1. Totalt gjordes 36 tygprover. I laborationen användes petriskålar (med diametern 95mm) som innehöll 40 ml sjövattnen, 10 dafnier och en klädbit i varje prov, se figur 2. Det gjordes även kontroller med prover där 10 dafnier lades i 40 ml sjövattnen utan att något tyg tillsattes. Efter 10, 24 och 48 timmar räknades antalet dafnier som var immobila och totala antalet dafnier i varje prov.



Figur 1: Figuren visar proverna under laborationen, de tre understa proverna är kontroller utan tyg. Under petriskålarna placeras papper för att lättare kunna observera dafnierna.



Figur 2: Figuren visar petriskålar där dafnier exponeras för kemikalier i tygbitar. Petriskålarna innehåller en tygbit, 40 ml vatten och tio dafnier.

Andelen immobila dafnier i varje prov räknades ut och eftersom det gjordes tripletter av varje prov räknades även medelvärdet och standardavvikelsen ut för varje test.

Efter att laborationen hade utförts gjordes en pH-kontroll där det undersöktes om pH hade haft någon effekt på resultaten. Då lades en klädbit i en petriskål tillsammans med 40 ml vatten och pH testades initialt och efter 24h. Detta gjordes med två olika tvättade klädbitar.

Resultat i laborationen med dafnier

Totalt undersöktes 12 olika tyger som innehöll ekologisk bomull eller vanlig bomull. Tygerna hade skillnader i färg och vissa var tvättade och andra otvättade. Antalet immobila dafnier räknades efter 10, 24 och 48 timmar.

Tabell 1: Tabellen visar medelvärdet av andelen immobila dafnier i procent efter ett visst antal timmar. Inom parentes anges standardavvikelsen i procent, σ . Varje prov innehöll 10 dafnier. I kontrollen fanns det lika många dafnier och volym mängd vatten men inget tyg.

	10h (procent)	24h (procent)	48h (procent)
Otvättad, ekologisk, svart	14 ($\sigma = 17$)	44 ($\sigma = 22$)	95 ($\sigma = 8$)
Otvättad, ekologisk, rosa	23 ($\sigma = 16$)	42 ($\sigma = 19$)	72 ($\sigma = 16$)
Otvättad, ekologisk, vit	17 ($\sigma = 6$)	67 ($\sigma = 29$)	100 ($\sigma = 0$)
Otvättad, ej ekologisk, svart	43 ($\sigma = 16$)	91 ($\sigma = 8$)	100 ($\sigma = 0$)
Otvättad, ej ekologisk, orange	7 ($\sigma = 6$)	37 ($\sigma = 19$)	71 ($\sigma = 14$)
Otvättad, ej ekologisk, vit	89 ($\sigma = 1$)	100 ($\sigma = 0$)	100 ($\sigma = 0$)
Tvättad, ekologisk, svart	49 ($\sigma = 43$)	83 ($\sigma = 19$)	100 ($\sigma = 0$)
Tvättad, ekologisk, rosa	65 ($\sigma = 21$)	90 ($\sigma = 10$)	93 ($\sigma = 6$)
Tvättad, ekologisk, vit	63 ($\sigma = 12$)	84 ($\sigma = 5$)	97 ($\sigma = 6$)
Tvättad, ej ekologisk, svart	30 ($\sigma = 9$)	87 ($\sigma = 14$)	96 ($\sigma = 7$)
Tvättad, ej ekologisk, orange	31 ($\sigma = 18$)	89 ($\sigma = 10$)	100 ($\sigma = 0$)
Tvättad, ej ekologisk, vit	77 ($\sigma = 13$)	84 ($\sigma = 14$)	97 ($\sigma = 5$)
Kontroll (utan tyg)	0 ($\sigma = 0$)	7 ($\sigma = 6$)	26 ($\sigma = 7$)

Tabell 1 (se ovan) visar att betydligt fler dafnier blev immobila i proverna med tygbitar än i kontrollerna utan tygbitar. En liten skillnad fanns mellan tygerna med ekologisk bomull och tygerna med vanlig bomull, de ekologiska innehöll lite mindre kemikalier.

I denna undersökning var vit den färg som hade störst andel immobila dafnier. De starka färgerna, rosa och orange, var de färger som hade minst andel immobila dafnier. I proverna med det otvättade, icke ekologiska vita tyget var alla dafnier immobila redan efter 24 timmar.

Enligt tabell 1 blev fler dafnier immobila i prover med tvättade tyger än i prover med otvättade tyger. Där påverkade inte färg och om de var ekologiska någon roll utan alla tyger hade ungefär lika stor andel immobila dafnier. Ett pH-test utfördes i efterhand, resultaten från pH kontrollen visas i tabell 2 och visar att pH-värdet i provvattnet höjdes efter att det exponerats för tygprover.

Tabell 2: pH kontrollerades i vatten som exponerats för tvättade tygprover. pH kontrollerades från början och efter 24 timmar med pH-penna.

	Vatten innan	Vatten med tvättat,	Vatten med tvättat, vitt,
--	--------------	---------------------	---------------------------

	exponering för tyg	svart, ej ekologiskt tyg	ekologiskt tyg
pH:	5,8	7,0	6,7

Kemikalieanvändning vid produktion av bomullskläder

Vid produktion av kläder används en mängd olika kemikalier. Till ett kilo T-shirt-tyg används i normalfallet 3,04 kilo kemikalier. Då är även de kemikalier vi konsumenter använder vid tvättning och användning medräknade [6]. Kemikalier används i många olika delar av tillverkningsprocessen för kläder, bland annat vid odlingen av bomullen, för att skydda plantorna från skadeinsekter och för att avlöva plantorna. Kemikalier används även vid tillverkning av tyg, till exempel för att stärka vävtrådarna. Vid färgning och blekning används en mängd färgämnen och kemikalier. Dessutom tillsätts kemikalier till tygerna för att få önskvärda egenskaper, till exempel för att skydda tyget mot att krympa vid tvättning eller för att få tyget vattenavvisande [7]. Att få reda på exakt vilka kemikalier som används visade sig vara svårt, ofta produceras kläderna i utvecklingsländer som har dålig dokumentation och olika delar av produktionen sker på olika platser. Dessutom används så många olika kemikalier att det är omöjligt att redovisa om alla. Jag har därför inriktat mig på två bekämpningsmedel som ofta används vid odling av bomull i Kina samt azofärgämnen som är vanligt vid färgning av kläder [6].

Monocrotophos är ett synnerligt giftigt bekämpningsmedel (highly toxic) som används mot skadeinsekter på bomullen. 1988 blev bekämpningsmedlet olagligt att använda i USA och senare även i Europa. Trots detta används det ofta i andra länder, främst i Latinamerika, för att skydda bomullsodlingarna från skadeinsekter. Medlet skadar människor vid inhalering, hudkontakt och kontakt med munnen [8].

Aldicarb är ett annat bekämpningsmedel som används vid odling av bomull mot skadeinsekter. Aldicarb är rankat som en av de mest akut giftiga bekämpningsmedlen i USA. Medlet kan skada människor genom hudkontakt och inhalering, men det vanligaste är att man blir utsatt för kemikalien genom att äta mat eller dricka vatten som innehåller giftet [9].

Azofärgämnen är den viktigaste och mest omfattande klassen av syntetiska färgämnen. De innehåller en eller flera azo-grupper, två kväveatomer med en dubbelbindning emellan som ger färggivande egenskaper. Azofärgämnen används också som färgämnen i livsmedel, till exempel färgämnet amarant som finns i godis och kallas då E 123 [10]. Det finns många olika sorters

azofärgämnen och vissa av dem kan brytas ned, bland annat med hjälp av kroppens enzymer, till arylaminer som bedöms vara cancerframkallande och dessutom kan vara giftiga att andas in. Dessa ämnen är förbjudna inom EU. Flera azofärgämnen klassas även som miljöfarliga eftersom de kan skada vattenlevande organismer och miljön [11].

Åtgärder görs för att kemikalierna som används inte ska påverka konsumenterna. Bomullstyget tvättas flera gånger under produktionen till exempel under förbehandlingen och avklistringen, för att skölja bort bland annat klistermedel som används på tyget när det vävs. Efter blekningen, som sker med till exempel hypoklorit, tillsätts antiklor för att avlägsna klorrester från tygerna. Även efter färgningen tvättas tygerna för att få bort färgrester och hjälpkemikalier. Kemikalierna som används för att producera kläder kan påverka miljön. Störst påverkan sker i de länder där bomullen odlas och där förorenat vatten släpps ut efter textilproduktionen [2].

Diskussion

Min laboration tyder på att skadliga kemikalier i kläder kan påvisas med dafnier. Resultaten i laborationen visar att dafnierna blev immobila mycket snabbare i proverna med tyg än i kontrollerna utan tyg. Efter 24 timmar var i genomsnitt 75 procent av dafnierna i proverna med tyg immobila och bara 7 procent av dafnierna i kontrollerna utan tyg var immobila. Detta tyder på att

dafnierna är känsliga för vattenlösliga kemikalier i kläder. Dafnierna blev immobila olika snabbt beroende på vilket tyg som fanns i proverna och det tyder på att man med laborationen kan uttyda skillnader i mängden skadliga, vattenlösliga kemikalier mellan olika kläder.

Resultaten i laborationen tyder på att innehållet av skadliga kemikalier i ekologiskt odlade bomullskläder är något mindre än i traditionellt odlade bomullskläder. Skillnaden var inte så stor som jag trodde och det var större skillnad mellan individuella plagg än det var mellan ekologiska och icke ekologiska plagg. Min erfarenhet är att affärer gör mycket reklam om att plagg är ekologiska och då hade jag förväntat mig att skillnaden skulle vara större. Att kläderna innehåller bomull som är ekologiskt odlad innebär att inga kemiska bekämpningsmedel, konstgödsel eller avlövningsmedel används vid odlingen av bomullen, men det säger ingenting om hur tillverkningen av kläderna har gått till [12]. Det innebär att kläder som innehåller bomull som är odlad ekologiskt fortfarande kan vara behandlade med samma mängd kemikalier när kläderna ska produceras, till exempel vid färgning och blekning, som de icke ekologiska kläderna. Detta kan förklara de resultat som jag fick i min undersökning att de ekologiskt odlade bomullskläderna inte innehöll så mycket mindre skadliga kemikalier än de traditionellt odlade bomullskläderna.

Enligt resultaten i min undersökning var vit den färg som innehöll mest kemikalier och i det vita tyget som inte var gjort av ekologiskt odlad bomull blev dafnierna immobila mycket snabbare än i alla de andra proverna, redan efter 10 timmar var 90 procent av dafnierna immobila. Min hypotes är att detta beror på att mycket blekmedel behövs för att göra vita kläder och detta kanske är giftigare än färg som används för att färga kläder. Bomullstyg är ofta gulaktigt innan blekning och färgning och man bleker därför bomullen för att kunna göra tyger i vita och ljusa färger. Däremot kan mörka färgningar göras på oblekta tyger. Vid blekning används många olika kemikalier beroende på var tyget bleks och vilket typ av tyg det är. Exempel på kemikalier som används vid blekning är peroxider och hypoklorit [13]. Dafnier är känsliga mot klor som till exempel används i hypokloritblekning och det kanske också kan ha betydelse för att de vita tygerna hade en större andel immobila dafnier [5].

Min undersökning visar att en större andel dafnier blev immobila i tvättade kläder än i otvättade. Detta resultatet är troligtvis inte tillförlitligt och skulle möjligen kunna bero på att dafnier är känsliga för något ämne i tvättmedel. Enligt guider om hur man ska odla dafnier ska man inte tvätta händerna med tvål eller tvättmedel innan man handskas med dafnier eftersom de är känsliga för ämnen i tvål och tvättmedel. Jag har tyvärr inte hittat någon mer information om vad de är känsliga mot i så fall [14]. För att kontrollera att det inte var pH-värdet som påverkade dafnierna i proverna

med tvättade kläder gjordes en pH-kontroll. Resultaten i pH-testet visar att pH-värdet höjdes i de tvättade kläderna men inte så mycket att det borde påverkat dafnierna, då dafnier trivs med ett pH-värde mellan 6,5 och 9,5 och pH-värdet höjdes till 7 i laborationen [5]. Eftersom resultaten med tvättade kläder inte är tillförlitliga kan jag inte heller komma till en slutsats om skadliga kemikalier från kläder frigörs vid tvätt och läcker ut i vattendragen. Resultaten med otvättade tyger tyder på att vattenlösliga kemikalier frigörs till vattnet och påverkar dafnierna. Rester från farliga kemikalier som används i textilproduktion kan hittas i reningsverk i Sverige. Till exempel nonylfenol som är mycket farligt för vattenlevande organismer. Nonylfenol bildas när kemikalien nonylfenolatoxygenater, som används i textilproduktion bland annat till tvätt, färgning och tryck, bryts ned [7].

En liknande undersökning har gjorts av Helene Karlsson på Göteborgs Universitet då kemikalier i kläder testades med dafnier. Metoden var lite annorlunda då dafnier tillsattes vid två tillfällen, dels från start och dels efter sex dygn. Många olika material och färger studerades men ingen trend kunde ses om vissa material eller färger var mer giftiga än andra. Däremot kunde man se att en mindre andel dafnier dog vid andra tillfället efter sex dagar och en slutsats kunde dras att lakvatten från textilier minskar i toxicitet med tiden [15]. Resultaten från min undersökning är också spretande och tyder på att vissa kläder innehöll avsevärt mycket mer kemikalier än de andra, till exempel den vita T-shirten som var traditionellt odlad. Detta kan innebära att det finns kläder, inklusive ekologiska kläder, som är mycket giftigare än andra men konsumenterna har ingen aning om vilka det är.

Min laboration inriktade sig på att undersöka kemikalier som finns i kläder som konsumenter använder. Ett annat stort problem är att de som exempelvis arbetar med att odla bomull eller att färga kläder utsätts för stora mängder kemikalier när kläderna ska produceras. Produktionen av kläder leder till att stora mängder vatten används till odling i länder där vatten är en bristvara. Det leder även till att förorenat vatten bland annat från färgningen av kläderna släpps ut i vattendragen [2]. För odlarnas arbetsmiljö är det bättre med ekologiskt odlade kläder eftersom de slipper utsättas för så mycket kemikalier.

Laborationen som utfördes kan göras mer tillförlitlig genom att upprepas, jag hade dock tyvärr inte tid till det. Det hade också varit bättre att köpa kläder från samma affär och som även är producerade i samma land. Ett problem med min undersökning var att dafnierna ville fastna i klädbitarna i proverna och det var då svårt att räkna hur många dafnier som var immobiliserade. En annan utvecklingsmöjlighet är att använda sjövattnet med ett lite högre pH-värde, det sjövattnet jag använde

hade lite för lågt pH för att miljön för dafnierna skulle vara optimal. Detta påverkade alla proverna i laborationen och borde därför inte ha så stor inverkan på resultaten.

Tack

Jag vill tacka min handledare Stefan Rosén, som under hela arbetets gång stöttat mig och svarat på mina frågor. Tack till Göran Dave på Göteborgs universitet för startkulturen av dafnier. Jag vill även tacka Annie Ingvarsson som genom sitt arbete inspirerade mig till detta arbetet.

Källförteckning

- [1] WWF, Magnus Kristensson (2005-10) *Bomull, en ren naturprodukt?*, <http://www.wwf.se/source.php/1120565/Bomullsrapport.pdf> 2015-02-03
- [2] Kemikalieinspektionen (2009-04) *Kemikalier i textilier*, <http://www.kemi.se/Documents/Publikationer/Trycksaker/Faktablad/FbKemikalieritextilierApril09.pdf> 2015-02-09
- [3] HM, *Bomull*, <http://about.hm.com/sv/About/sustainability/commitments/conscious-fashion/more-sustainable-materials/cotton.html> 2015-02-04
- [4] Miljöklon, *Fakta om bomull*, <http://miljoklon.se/getpage.asp?do=15&lang=sv> 2014-10-08
- [5] Nordiska Diskus sällskapet (2009-01-18) *Daphnier*, <http://www.ndss.se/index.php/sv/foerord-219/foder/fodersorter/levande-foder/daphnier> 2014-10-07
- [6] Swerea IVF, E. Olsson, S. Posner, S. Roos, K. Wilsson (2009) *Kartläggning av kemikalieanvändning i kläder*, https://www.kemi.se/Documents/Publikationer/Trycksaker/Rapporter/Kartlaggning_kemikalieanvan_dning_i_klader_2010-03-17.pdf 2014-10-25
- [7] Kemikalieinspektionen (2009) *Kemikalier i textilier*, http://www2.kemi.se/upload/trycksaker/pdf/broschyre/kemikalier_i_textilier_jan09.pdf 2015-01-05
- [8] Toxipedia, Steven Gilbert (2014-05-30) *Monocrotophos*, <http://www.toxipedia.org/display/toxipedia/Monocrotophos> 2014-11-05
- [9] Toxipedia, Steven Gilbert (2014-06-09) *Aldicarb*, <http://www.toxipedia.org/display/toxipedia/Aldicarb?src=search> 2014-11-05
- [10] NE, L. Ebersson, R. Möller, *Azofärgämnen*, <http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/l%C3%A5ng/azof%C3%A4rg%C3%A4mnen> 2015-03-29
- [11] Kemikalieinspektionen (2013-06-18) *Analys av hudnära plagg*, <https://www.kemi.se/sv/Innehall/Nyheter/Analys-av-hudnara-plagg/> 2014-11-05
- [12] Ekogarderoben, *Vad är ekologiska kläder*, <http://www.ekogarderoben.se/egensida/om-ekologiska-klader/526> 2014-10-08
- [13] Tekowikin (2012-09-12) *Blekning*, <http://www.wiki.envicard.se/index.php?title=Blekning> 2015-02-02
- [14] *Daphnia: an aquarist's guide*, John Clare <http://www.caudata.org/daphnia/#cult5> 2015-01-18
- [15] Göteborgs universitet, Helene Karlsson (2010-06) *Gifter i tyger*, http://www.bioenv.gu.se/digitalAssets/1309/1309851_helene-karlsson.pdf 2015-02-06