
Examensarbete för kandidatexamen i
Textil Produktutveckling & Entreprenörskap

Textilhögskolan Borås
2011-05-26

Rapport nr: 2011.14.6

SILVER I "LUKTFRIA" KLÄDER – EN STINKANDE LÖSNING

Josefin Damm

*– En studie av antibakteriella behandlingar baserade på
silversalter utifrån miljö-, hälso- och konsumentperspektiv*



Titel: Silver i "luktfria" kläder – en stinkande lösning

– En studie av antibakteriella behandlingar baserade på silversalter utifrån miljö-, hälso- och konsumentperspektiv

English titel: Silver in the "odor free" clothing - a stinky solution

- A study of antibacterial treatments based on silver salts from an environmental, health and consumer perspective

Examensarbete: Kandidatexamen i Textil Produktutveckling & Entreprenörskap 15 hp

Degree: Final bachelor degree thesis in Textile Product Development and Entrepreneurship

Författare: Josefin Damm

Utgivningsår: 2011

Handledare: Mats Johansson

Examinator: Klas Hjort

Textilhögskolan

Besöksadress: Bryggaregatan 17

Postadress: 501 90 Borås

www.textilhogskolan.se

FÖRORD

Då intresset för innovationer inom textilområdet hos författaren är stort, kändes ämnet relevant då en ökad användning av antibakteriella behandlingar på framför allt träningskläder har bidragit till en debatt kring dessa behandlingars miljö- och hälsopåverkan. Då en helhetsbild kring problemet saknades, uppfattades ett behov av att göra en samlad bedömning utifrån ett miljö-, hälso- och konsumentperspektiv för behandlingar innehållande silverjoner, som syftar till att eliminera svettlukt på träningskläder. Uppsatsen är skriven vid Textilhögskolan i Borås vårterminen 2011.

Författaren vill rikta ett stort tack till sin handledare Mats Johansson som bidragit med konstruktiv kritik, nya infallsvinklar och intressanta diskussioner.

Tack till Johan Engelman, delägare i Sjuhäradsbygdens färgeri, Arne Lennartsson, delägare i IL Service AB samt Stefan Gustafsson fabrikschef på Gustafsson & Sala stickeri AB, för givande intervjuer och fabriksbesök.

Tack även till övriga personer och företag som ställt upp på intervjuer via e-post-korrespondens och som delgivit mig relevant och intressant material.

Sist vill författaren också tacka alla de personer som svarat på enkäten om användar- och tvättvanor för träningskläder, samt de medlemmar i Ironman Kickboxningsklubb, Herrljunga som ställt upp som testpersoner vid användartestet.

Josefin Damm

Borås 2011-05-24

SAMMANFATTNING

Genom ökad användning på träningskläder har antibakteriella behandlingar blivit allt vanligare för den allmänna konsumenten. Dessa plagg marknadsförs ofta som antibakteriella eller luktfria, men det som inte framgår är vilka ämnen som används för att uppnå den luktfria effekten. Vanligt förekommande är de behandlingar som är baserade på oorganiska silversalter. Medan leverantörerna av dessa produkter argumenterar för, argumenterar många miljövetare och forskare på bakterier emot antibakteriella produkter då dessa kan ha en skadlig inverkan på vår miljö och hälsa. Rapporten syftar till att ge större kunskap kring miljö- och hälsopåverkan vid användandet av textilier behandlade med silversalter samt till att analysera konsumenters inställning till antibakteriella kläder samt deras användar- och tvättvanor för träningskläder. Rapporten söker svar på om fördelarna med dessa silversaltbaserade antibakteriella behandlingar överväger nackdelarna. Insamlad teori inom området har sammanställts för att sedan testas mot empirin i form av intervjuer, enkätundersökning och användartest. De antibakteriella behandlingarna verkar oftast genom controlled-release principen vilken innebär att tillförsel av fukt krävs för att de verksamma antibakteriella ämnena ska aktiveras och förgöra eller hämma bakterietillväxten på tyget. Tester har visat att varje gång ett behandlat plagg tvättas läcker en del av de bakteriedödande silverjonerna ut i vårt allmänna avlopp och en del hamnar på övriga textilier i tvättmaskinen. En del av silverjonerna förenar sig i avloppsvattnet med svaveljoner och bildar den svårslösliga föreningen silversulfid. Silver i jonform är mycket giftigt för vattenlevande organismer och kan orsaka skadliga långtidseffekter på vattenmiljö och lätt bioackumuleras. Forskare har undersökt hur användaren av plagg behandlade med silverjoner påverkas. De drar som slutsats av studien att hudens naturliga bakterieflora och mikroklimat förblir nästintill opåverkade och klassar därför den antibakteriella textilen som användarsäker. Ytterligare forskning har dock visat att bakterier har förmåga att utveckla resistens mot silver på samma sätt som mot antibiotika. Ökad användning av silver i konsumentprodukter skulle därför kunna bidra till en ökad spridning av antibiotikaresistens. Ett säljargument som används av flera marknadsaktörer är den minskade energi- och vattenförbrukningen i användarfasen, då konsumenten inte behöver tvätta ett antibakteriellt plagg lika ofta som ett obehandlat. För att ta reda på om argumentet stöds i praktiken genomfördes en enkätundersökning. Utifrån enkätsvaren framgår det tydligt att dessa behandlingar varken påverkar användar- eller tvättvanor och inte heller är något som efterfrågas av konsumenten i första hand vid inköp av träningskläder. Ett användartest genomfördes för att undersöka om den antibakteriella behandlingen gör någon märkbar skillnad för användaren, genom att minska den dåliga odören på plagget. Slutsatsen drogs att det inte är någon markant skillnad på ett behandlat respektive obehandlat träningsplagg. Baserat på de teoretiska fakta om silverjoners negativa påverkan på miljö och människors hälsa, främst i form av risk för utveckling av resistent bakterier, samt grundat på de empiriska resultaten från användartest och enkät så dras slutsatsen att fördelarna inte överväger nackdelarna med dessa behandlingar och det rekommenderas starkt att inte använda någon antibakteriell behandling innehållande silversalter.

NYCKELORD: Antibakteriella behandlingar, antibakteriella textilier, silversaltbaserade antibakteriella behandlingar, silversalter, silverjoner, silverresistenta bakterier, luktfria kläder, odörfria kläder

ABSTRACT

Through increased use on sport clothing, antibacterial treatments have become increasingly common for the general consumer. These are often marketed as antibacterial and odor-free, but what is not clear is what kind of substances that are used to achieve the odor-free effect. Usually these are based on inorganic silver salts. While suppliers of antibacterial products advocates these, many scientists in environmental science and bacteriological research discourage to the use as they may have an adverse impact on our environment and health. The report aims to provide greater knowledge about environmental and health impacts from the use of fabrics treated with silver salts, and to analyze consumer's attitude to antibacterial clothes and their patterns of behavior and laundry habits for sport clothes. The report seeks to answer if the benefits of these silver salt-based antibacterial treatments outweigh the disadvantages. Collected theory in the field was compiled and then tested against empirical data in the form of interviews, survey and consumer test. Laboratory tests have shown that each time a treated garment is washed some of the antimicrobial silver ions leaks into our public sewage and some sticks to other textiles in the washing machine. Some of the silver ions combine in the wastewater with sulfur ions to form the insoluble compound silver sulfide. Silver in ionic form is highly toxic to aquatic organisms and can cause long term adverse effects on aquatic life and easily bioaccumulate. Researchers have examined how users of garments treated with silver ions are affected. They draw as conclusion from the study that the skin's natural bacterial flora and micro-climate will remain unaffected and, therefore, categorizes the antibacterial fabrics as safe for the consumer. Further research has shown that bacteria have the ability to develop resistance to silver in the same way as to antibiotics. Increased use of silver in consumer products could therefore contribute to a greater spread of antibiotic resistance. A common sales argument used by many market participants is the reduced energy and water consumption in the consumer phase, where consumers do not need to wash antibacterial clothes as often as untreated. To find out if the argument is supported in practice, a survey was conducted. Based on the survey responses, it is clear that these treatments do not affect the consumer's behavior in use or washing habits and is not demanded primarily by the consumer for the purchase of sport clothes. A consumer test was conducted to investigate whether the antibacterial treatment make any noticeable difference to the user, by reducing the bad odor in the clothes. It was concluded that there is no marked difference in the treated and untreated sport clothes. Based on the theoretical facts about silver ions negative impact on the environment and human health, especially involving the risk of development of resistant bacteria, and based on the empirical results from consumer test and survey, it is concluded that the benefits of silver salt-based treatments do not outweigh the disadvantages and it is highly recommended to not use any antibacterial treatment containing silver salts.

KEYWORDS: Antibacterial treatments, antibacterial textiles, silver salt based antibacterial treatments, silver salts, silver ions, silver-resistant bacteria, odor-free clothing, odor-free clothes

INNEHÅLL

INTRODUKTION	1
DEBATT - ANTIBAKTERIELLA BEHANDLINGAR	1
SYFTE	2
Målgrupp	2
PROBLEM	2
Problemformuleringar	2
AVGRÄNSNINGAR	3
Definitioner	3
METOD	4
METODVAL	4
Informationsinsamling	4
Analys av källor och information	5
Problem och svagheter	5
TEORI	6
BAKGRUNDSINFORMATION	6
Funktionell textil.....	6
Allmänt - Antibakteriella behandlingar.....	6
Svettlukt	7
Bakterier	7
Silver.....	8
SILVERSALTBASERADE BEHANDLINGAR.....	9
Allmänt.....	9
Funktion	10
Applicering	10
Miljö och hälsa.....	10
Relevanta testmetoder	11
Antibakteriella fibrer.....	12
MILJÖPÅVERKAN	13
HÄLSORISKER	15
Dermatologisk forskningsstudie.....	16
SILVERRESISTENTA BAKTERIER	17
KEMIKAlier I TEXTILIER	18
REGLERING AV KEMIKAIEANVÄNDNINGEN.....	20
Reach	21
CERTIFIERINGAR & STANDARDER	22
Oeko-tex standard 100	22
Bluesign.....	22
Cradle to Cradle	23
ALTERNATIVA ANTIBAKTERIELLA BEHANDLINGAR	24
Pågående forskning	25
EMPIRI	26
ANVÄNDARTEST.....	26
Utformning.....	26
Genomförande.....	26
Resultat	27
ENKÄTUNDERSÖKNING	27
Sammanställning	28
Korstabulerade enkätsvar	28
ANALYS & DISKUSSION	33
MILJÖPÅVERKAN	33
HÄLSORISKER	35

KONSUMENTPERSPEKTIV	35
SLUTSATS	37
REFERENSER	39
BILAGA 1 – HÄLSOEFFEKTER VID SILVEREXPONERING	1
BILAGA 2 – ANVÄNDARTEST	1
BILAGA 3 – BERÄKNINGAR AV MEDELVÄRDE FÖR ANVÄNDARTESTEN	1
BILAGA 4– SAMMANSTÄLLNING AV VERBALA BESKRIVNINGAR	1
BILAGA 5 – ENKÄTFRÅGOR	1

INTRODUKTION

Som klädkonsument kan det vara svårt att välja miljö- och hälsovänligt då produkterna inte alltid bär tydliga certifieringar eller märkningar. Allt fler konsumentprodukter marknadsförs som antibakteriella eller luktfria, men det som inte framgår är vilka ämnen som används för att uppnå dessa effekter. I de flesta fall används ämnen som triclosan, triclocarban eller någon form av silverförening. Att de plagg som bär märkningarna Polygiene, Ultra-Fresh, Sanitized, ClimaLite X-static eller Microban är antibakteriellt behandlade är det nog få konsumenter som känner till. Varje gång ett antibakteriellt behandlat plagg tvättas läcker en del av de aktiva bakteriedödande ämnena ut i avloppsvattnet. Farhågor finns även om att en utbredd silveranvändning kan bidra till utveckling av resistenta bakterier (Finnsen & Eiderström, 2010).

DEBATT - ANTIBAKTERIELLA BEHANDLINGAR

Under det senaste året har debatten om antibakteriella behandlingar åter blommat upp och medan leverantörerna av dessa produkter argumenterar för, argumenterar många miljövetare och forskare på bakterier emot dessa typer av produkter.

I en debattartikel i Dagens Nyheter skriver författarna att användandet av antibakteriella behandlingar bör tas upp som en regeringsfråga. De skribenterna går ut med rekommendationer till konsumenter att helt avstå från att köpa varor som är antibakteriellt behandlade. De hävdar att även om doserna som används är låga så läcker de, på grund av tvättning, ut i våra sjöar och vattendrag, där ämnena negativt kan påverka levande organismer. Författarna menar att det största problemet ligger i konsumenters rädsla för dofter och bakterier, men där risken finns att vi äventyrar både vår egen hälsa och miljön (Söderberg & Karlsson, 2010).

Så sent som i mars 2011 publicerades en ny debattartikel rörande ämnet i Göteborgs Posten. Under Världsvattendagen uppmanade artikelförfattarna från Gryaab (Göteborgsregionens reningsverk) alla konsumenter att avstå från att köpa produkter som innehåller silver och marknadsförs som bakteriefria eller lukthämmande. De uppmanar också regeringen att agera för ett förbud mot silver i konsumentprodukter inom EU. De menar att användningen som förekommer inom medicin är marginell och att inom det specifika fallet kan bortses från miljöeffekterna, men att det är skillnad med vardagliga konsumentprodukter som strumpor och sportkläder. Kemikalieinspektionen arbetar för närvarande, på uppdrag av EU med en utvärdering av silver i biocidprodukter och antibakteriella produkter får fortsätta säljas fram till dess att den är klar. Hur direktivet kommer att se ut är inte klart, men som EU:s silveransvariga har Sverige stora möjligheter att få bort silver som bakteriedödande ämne inom EU, skriver författarna (Davidsson, Naezer, & Nordén, 2011).

År 2010 KO-anmälades en antibakteriell produkt av Naturskyddsföreningen och Svenskt Vatten för vilseledande marknadsföring. På produkten, en impregnering som tillsätts i tvättmaskinsfacket (en så kallad wash-in), uppgavs som aktiva ämnen endast "naturliga mineralsalter" och inte att den i själva verket innehöll silversalter (Finnsen & Eiderström, 2010). I en branschtidning intervjuas det KO-anmälda företags VD och han delar inte anmälarnas mening om att silverjoner läcker ut vid tvätt. Han säger att deras silverkloridprodukt snabbt förenar sig med svaveljoner, som det finns gott om i avloppet, till olösliga silversulfider. Därmed är silverjonerna, enligt honom inaktiverade redan när de når reningsverket och silversulfid är en ofarlig förening för vattenlevande organismer.

Angående frågan om resistenta bakterier så hänvisar han till att de varit i kontakt med Smittskyddsinstitutet. Han påpekar även att deras produkter uppfyller de krav som finns för reglering och lagstiftning. Att använda dessa typer av behandlingar skulle även leda till en minskad miljöpåverkan genom att plaggen får en längre livslängd då de inte behöver tvättas lika ofta, hävdar företagets VD. Den minskade tvätten skulle också bidra till mindre överdosering av tvätt- och sköljmedel. Deras produkt är även certifierad av Bluesign, en oberoende miljömärkning (Sportfack, 2010).

SYFTE

Grundat på den aktuella debatten kring antibakteriella behandlingar på plagg, syftar denna rapport till att ge större kunskap kring miljö- och hälsopåverkan vid användandet av produkter behandlade med silversalter. Förutom detta syftar den även till att analysera konsumenternas inställning samt användar- och tvättvanor för antibakteriellt behandlade träningskläder.

MÅLGRUPP

Rapporten riktar sig främst till studenter och lärare på Textilhögskolan i Borås samt verksamma aktörer inom textilbranschen som önskar fördjupad kunskap i ämnet silversaltbaserade behandlingar för framför allt träningskläder.

PROBLEM

Konsumenters ökade rädsla för att lukta svett kan i förlängningen bidra till ökad miljöförstöring och hälsorisker. I nuläget är det relativt okänt hur de olika antibakteriella behandlingar som används på konsumentprodukter påverkar miljön och användaren. Vad händer med de verksamma ämnena när konsumenten tvättar de behandlade plaggen och vad händer när plagget är förbrukat och slängs i soptunnan? Hur hanteras restvattnet innehållande silversaltet på färgeri- och beredningsverk? Hur reagerar våra "goda" bakterier på dessa behandlingar (Söderberg & Karlsson, 2010)?

Ett säljargument som flera leverantörer av dessa produkter använder sig av är den minskade energi- och vattenförbrukningen i användarfasen, då konsumenten inte borde tvätta produkten lika ofta om den har en antibakteriell behandling (Intervju Engelmann, 2011). En fråga som ställs i rapporten är om detta argument fungerar i praktiken eller om konsumenters användar- och tvättvanor även påverkas av andra aspekter förutom dålig lukt?

PROBLEMFORMULERINGAR

- *Överväger fördelarna nackdelarna med antibakteriella behandlingar?*
 - Hur ser miljöpåverkan ut när silverjoner fälls ut i avloppsvattnet?
 - Finns det hälsorisker vid användandet av plagg behandlade med silversalter?
 - Hur ser konsumenters användar- och tvättvanor för träningskläder ut?
 - Upplever konsumenten att antibakteriella träningskläder uppfyller kraven på de luktfria egenskaperna?

AVGRÄNSNINGAR

Huvudfokus i rapporten ligger på behandlingar baserade på silversalter. En mindre studie har gjorts för att undersöka om det finns alternativ som helt skiljer sig ifrån dessa, dock med reservation för att studien inte är fullständig, då utbudet av dessa typer av produkter kan vara stort. På grund av den givna tidsramen kommer inga antibakteriella tester att genomföras, detta anses inte heller vara relevant för rapportens syfte. För att rapporten ska hållas inom ramen för produktutveckling kommer alltför svårtolkade beskrivningar av kemiska processer att undvikas. Endast den naturvetenskapliga fakta som anses nödvändig för läsarens förståelse av problemet kommer att användas.

DEFINITIONER

Då begrepp och ord kan tolkas på olika sätt följer definitioner för att undvika detta av de mest förekommande relevanta begreppen i rapporten. Fackliga begrepp som är återkommande tas också upp här.

Miljö

Miljö, omgivning, förhållanden som omger t.ex. djur (inklusive människor) och växter. Ordet miljö används främst i fråga om samspel (ömsesidig påverkan) mellan en organism (eller en cell) och dess omgivning. Inom ekologin är miljö synonymt med biotop (Nationalencyklopedin, Miljö, u.å.).

Hälsa

Hälsa, enligt Världshälsoorganisationens (WHO) definition "ett tillstånd av totalt fysiskt, psykiskt och socialt välbefinnande och inte bara en frånvaro av sjukdom eller funktionsnedsättning" (Nationalencyklopedin, Hälsa, u.å.).

Bakterier

Bakterier, samlingsnamn för de prokaryota organismgrupperna eubakterier (Bacteria) och arkebakterier (Archaea) med totalt uppskattningsvis 20–30 miljoner arter. Bakterier är mikroskopiskt små, encelliga organismer utan cellkärna. De finns i alla miljöer på jorden [...] Bakterierna har avgörande funktioner i alla ekosystem och i de biogeokemiska kretsloppen av kol, kväve och svavel (Nationalencyklopedin, Bakterier, u.å.).

Anti

Anti, i fråga om kemiska ämnen, läkemedel o.d., utmärkande ett motverkande l. tillintetgörande, ss. antibakterisk [...] antimiasmatiska egenskaper, d. v. s. dess dödande förmåga på alla lägre organismer och i synnerhet på svampbildningar (Svenska Akademiens Ordbok, u.å.).

Denitrifikation

Denitrifikation, sönderfall av nitrat eller nitrit under bildande av främst kvävgas eller dikväveoxid. Denitrifikation är en biologisk reduktionsprocess som utförs av vissa bakterier i syrefattiga miljöer (Nationalencyklopedin, Denitrifikation, u.å.).

Controlled-release

Med hjälp av mikroinkapslingstekniker kan man få fasta ämnen eller vätskor att släppa ifrån sig deras verksamma substanser under kontrollerade förhållanden för att passa ett visst syfte. Tekniken används bland annat till [...] antimikrobiella och antibakteriella behandlingar (Textiles Intelligence, 2005).

METOD

Ett abduktivt arbetssätt har tillämpats då den insamlade teorin har sammanställts för att sedan testas mot empirin i form av intervjuer, enkätundersökning och användartest.

METODVAL

Kvalitativ och kvantitativ metod har kombinerats då problemet kräver olika typer av angreppssätt för att få fram så adekvat fakta som möjligt. Genom att använda båda metoderna kan resultatet stärkas och ges större giltighet (Holme & Solvang, 1997). Den empiriska informationsinsamlingen har främst skett via en enkätundersökning samt ett användartest. För att ge ett teoretiskt underlag åt rapporten har analyserande studier gjorts på befintlig teori, då främst med utgångspunkt i litteratur, artiklar och rapporter kring ämnet. En sammanställning av det insamlade materialet har gjorts för att ge läsaren en bättre förståelse av problemet. Endast ett fåtal beredningar har granskats och djupintervjuer med personer från de olika leverantörerna har genomförts. För att få fram önskvärd och relevant information användes en respondent intervjumetod med nyckelpersoner inom de olika företagen. Denna informationsinsamling har förutom genom personliga möten också skett via e-postkorrespondens och telefonintervjuer. Observationer har även gjorts vid ett färg- och beredningsverk samt ett stickeri, för att få större inblick i hur dessa beredningar appliceras och hur restvatten hanteras. Besöken har varit möjliga då dessa anläggningar ligger i Sverige.

I viss utsträckning kan en kvantitativ metod stärka de resultat som uppnås genom den kvalitativa metoden (Holme & Solvang, 1997). Den bristfälliga tillgången på litteratur och statistik kring ämnet har dock gjort denna metod svårare att applicera i detta fall. Det informationsmaterial som leverantörerna själva tillhandahållit har granskas kritiskt utifrån ett så objektivt och forskningsrelaterat förhållningssätt som möjligt. Då stort fokus ligger på konsumenters användarvanor har empiriska studier genomförts, däribland en kvantitativ enkätundersökning. Dessa svar har sammanställts för att ge en samlad och generell bild av bland annat användarnas tvättvanor. För att komma ifrån de styrda frågorna i enkäten har information kompletterats med kvalitativa fakta om konsumenters åsikter, då ett debattforum på Facebook startats. Som ytterligare ett komplement för att testa teorin har ett användartest med två silversalt-behandlade plagg kontra två obehandlade plagg genomförts. Fyra personer ingick i testgruppen, samt fyra personer i en panel för oberoende bedömning av odören på testplaggen efter de genomförda testerna.

INFORMATIONINSAMLING

Den litteratur som finns att tillgå är i viss utsträckning knapphändig då området är relativt utforskat. Den som finns tillgänglig bygger främst på vetenskapliga artiklar och rapporter från de senaste åren. För att ge en bra bakgrundsfakta kring ämnet har information bland annat hämtats från Kemikalieinspektionen, Naturvårdsverket, Naturskyddsföreningen, forskningsinstitutet Swerea IVF och Textilimportörerna med flera. Kunniga personer har kontaktats för att kunna ge återkoppling på den inhämtade informationen samt ge förslag på ytterligare relevanta källor. Exempel på de som kontaktats är forskare, yrkesverksamma inom branschen, yrkesverksamma inom vatten och avlopp, miljövetare, journalister med flera.

Den empiriska insamlingen bygger på enkätundersökningen, användartestet samt insamlad information via intervjuer. Valet av respondenter i enkäten har inte begränsats

på något medvetet sätt då alla som äger någon form av träningskläder ansetts tillhöra målgruppen. Enkäten skickades bland annat ut till Textilhögskolans studenter och lärare. För att få en bredare spridning har enkäten även lagts upp på Facebook samt e-postats till rapportskrivarens familj och vänner samt deras vänner och arbetskamrater. Valet av testpersoner till användartesten byggde på vikten av att alla skulle kunna medverka vid samtliga tillfällen. Då de testade tröjorna är designade för att användas i träningsmanhang har de medverkande i användartestet ansetts tillhöra en presumtiv kundgrupp då alla tränar aktivt flera gånger i veckan.

ANALYS AV KÄLLOR OCH INFORMATION

Den litteratur som granskats är främst sekundära källor som till exempel artiklar och rapporter. Till viss del har även primärdata används från genomförda intervjuer, enkätundersökning och användartest. Det insamlade materialet har sammanställts och analyserats ur ett helhetsperspektiv. De källor som använts har granskats genom källkritisk analys. Källorna är främst normativa, det vill säga värderande till exempel lagar och direktiv från EU, regeringen, naturskyddsföreningen, naturvårdsverket och kemikalieinspektionen med flera. I viss utsträckning har också kognitiva källor används, exempelvis tidningsartiklar, för att beskriva debatten kring det föreliggande problemet.

PROBLEM OCH SVAGHETER

Ett problem med metoden har varit den knapphändiga litteratur och information som finns angående antibakteriella behandlingar. Den litteratur som finns berör främst silver som grundämne i metallisk form och är ofta gammal, outdaterad och behandlar inte miljöaspekterna i någon större utsträckning. Det finns en del nyare artiklar och rapporter kring ämnet, men är då oftast skrivna av ett fåtal instanser som till exempel Kemikalieinspektionen och Naturskyddsföreningen och behandlar främst kemikalieanvändningen i stort. Informationen som fått från de olika leverantörerna kan vara partisk och måste därför granskas och analyserats ur ett forskningsperspektiv. Aspekten att viss viktig data kan utelämnas av leverantörer bör tas i beaktning, då det skulle kunna vara en olägenhet för företaget om den kommer ut, vilket försvårar analysarbetet betydligt. I viss utsträckning har det även varit svårt att få användbar information från leverantörerna, då vissa av deras produkter eller metoder är patentbelagda.

I användartestet har endast en behandling från en enskild leverantör testats, vilket ger en relativt smal bedömning av silversaltbaserade behandlingars luktfria effekt vid användning. Enkäten har bland annat skickats ut till studenter och lärare vid Textilhögskolan i Borås och det kan antas att dessa respondenter har större kunskaper om bland annat tvättaspekter och antibakteriella behandlingar än vad den breda allmänheten har.

TEORI

För att ge läsaren en övergripande kunskapsöversikt kring ämnet inleds rapporten med ett teoriavsnitt. Samlad information om bland annat antibakteriella behandlingars funktion, bakterier, silver, miljöpåverkan, hälsorisker samt en kortfattad översikt av några miljö- och humanekologiska certifieringar finns med i kapitlet. Teorin kommer tillsammans med empirin att ligga till grund för rapportens diskussion och slutsats.

BAKGRUNDSINFORMATION

FUNKTIONELL TEXTIL

Sport i dagens samhälle påverkar och influerar både kulturen, modet, underhållningen och vår livsstil. För många människor är utövande av sportaktiviteter ett sätt att umgås. Sportkläder fyller inte bara en viktig funktion att skydda våra kroppar, utan är även ett kommunikationsmedel genom sina färger och design. Sportklädesindustrin är växande och ständig utveckling sker på området för att förbättra skydd, ergonomi, funktion, komfort och även för att förbättra prestationen hos sportutövaren. Syntetfibern har varit avgörande för utvecklingen. En ökad användning av "technonaturals", en blandning av syntet- och naturfiber har dock iakttagits. En viktig kroppsfunction är förmågan att svettas, vilket är kroppens egna metod för att kyla ner sig vid ansträngning. Sporttextil måste ta hänsyn till detta och transportera fukten bort från kroppen till textilens utsida. Om svetten stannar på insidan av plagget upplever användaren en obehaglig kylande effekt. Polyesterfibern har fördelen att den kan specialkonstrueras för att erhålla flera av de egenskaper man efterfrågar, till exempel fukttransport, antistatisk, UV-skydd, isolation (mot kyla och värme), antibakteriell med mera. Risk för fotsvamp hos atleter som ofta bär gymnastikskor, vilka håller ett varmt och fuktigt klimat, samt svettodör från använda sportplagg har gjort de antibakteriella egenskaperna attraktiva. Några material har naturligt antibakteriella funktioner, bland annat aloe vera-växten, vilken har används som inkapslad substans i mikrofiber samt koppar och keramiskt material. Genom blandmaterial med polyester och ull kan man också erhålla en fukttransporterande textil med antibakteriella egenskaper (Braddock & O'Mahony, 2002) s. 7,42,44,50,61.

ALLMÄNT - ANTIBAKTERIELLA BEHANDLINGAR

Anledningen till att antibakteriella behandlingar används på en textil vara varierar och beror på användningsområde för slutprodukten. I vissa fall är syftet att skydda användaren av en textil produkt från bakterie-, svamp-, jäst-, virusangrepp eller andra skadliga mikroorganismer på grund av estetiska, medicinska eller hygieniska skäl. I andra fall är syftet att skydda textilfibers struktur från nedbrytning orsakad av mögel- eller rötproducerande svampar, eller för att skydda textilen från angrepp av insekter och andra skadedjur. I det första fallet, vilket är det som behandlas i rapporten, kallas oftast dessa behandlingar för antibakteriella. I de andra två fallen kallas behandlingarna antimikrobiella eller antiinsekt. Både natur- och syntetfiber är mottagliga för angrepp av bakterier, mikroorganismer, virus och svampar (Vigo, 1994) s. 252-258.

De antibakteriella behandlingarna verkar oftast genom controlled-release principen. Tillförsel av fukt i tillräcklig mängd krävs för att de verksamma antibakteriella ämnena ska aktiveras och förgöra eller hämma bakterietillväxten på tyget. De kemiska substanser som oftast har används för antibakteriella behandlingar är metallhaltiga organiska sammansättningar, oorganiska salter, jodoforer (föreningar som sakta släpper ifrån sig

jod), fenoler, oniumsalter, antibiotika, heterocykliska föreningar med anjoniska grupper, nitroföreningar, ureas och liknande, derivat formaldehyd samt aminer (Ibid.) s. 252-258.

De luktfria effekterna kan uppnås genom att textila fibrer eller textil behandlas med silverjoner eller triclosan. Zeolitmolekyler (mineraler) kan även bindas till filamentfibrer för att skapa ett skyddande skikt. Från början användes dessa behandlingar främst till medicinska ändamål, som kirurgrockar, sänglinne, bandage samt sterila textilier (Quinn, 2010) s. 86-88.

För att undersöka den antibakteriella effekten hos en produkt finns det olika typer av laboratorietester. Förutom att undersöka denna effekt, testas om produkten är så kallad migrerande (det vill säga den "läcker" från textilen när den bekämpar bakterierna) eller om den är en icke migrerande produkt (det vill säga, den antibakteriella aktiviteten utförs på textilens yta). Ju mer en produkt migrerar till omgivningen desto sämre nöt- och tvätthållfasthet kan det antas att den har. Dock kan det inte uteslutas att de icke migrerande produkterna inte faller ut sin aktiva substans vid tvättning och att det aktiva ämnet till viss del hamnar på omgivande textilier i tvättmaskinen och i tvättvattnet. Beroende på textilproduktens användningsområde används olika typer av bakterier och organismer. För tester av luktfria textilier är det bakterierna *Staphylococcus aureus* som används, då vår hud är täckt av miljontals av dessa (Ecotextile News, 2010) s. 18-20.

SVETTLUKT

Orsaken till att människor svettas och dålig kroppslukt uppstår beror på kroppens temperaturreglering. Svettningar hjälper till att upprätthålla kroppstemperaturen, återfukta huden samt balansera kroppens vätska och dess kemikalier såsom natrium och kalcium. Svettvätskan består huvudsakligen av vatten och salt (natriumklorid) men innehåller också ämnen som hjälper till att reglera balansen av vätska i kroppen samt urea och fett. När svetten når hudens yta angrips fett av bakterier som börjar en nedbrytningsprocess. Oftast är det denna bakteriella nedbrytning som orsakar en dålig lukt (Mayo Foundation for Medical Education and Research, 2010).

BAKTERIER

Bakterier är encelliga, mikroskopiskt små organismer som existerar i de flesta naturliga miljöer, ofta i stora mängder. Antalet arter uppskattas till 20–30 miljoner. Som grupp har de en enorm anpassningsförmåga och klarar av att producera och konsumera nästan alla naturligt förekommande organiska, men även många oorganiska, föreningar. Bakterier förknippas kanske främst med de sjukdomar de kan orsaka och deras bioteknologiska potential, men faktum är att de har en avgörande betydelse för alla ekosystem exempelvis i människans hud, däggdjurs och andra organismers tarmsystem, på levande organismer samt i andra miljöer (Nationalencyklopedin, Bakterier, u.å.).

Bild 1 illustrerar uppbyggnaden hos en bakterie. De flesta bakterier omges av en cellvägg, som kan liknas vid ett slags skal och ger bakterierna deras form. Innanför cellväggen finns ett cellmembran vilket reglerar transport av ämnen in i och ut ur cellen, det är också här celledning sker (Ibid.).

Bakterier förekommer i alla miljöer på jorden som har en temperatur mellan -15 °C och +113 °C (under högt tryck), vatten och en lämplig energikälla. Genom sin konsumtion av olika organiska föreningar bidrar de till att nedbrytningen av döda växter och djur leder till produktion av koldioxid, som utnyttjas i fotosyntesen och mineralämnena som åter kan tas upp av växter (Ibid.).

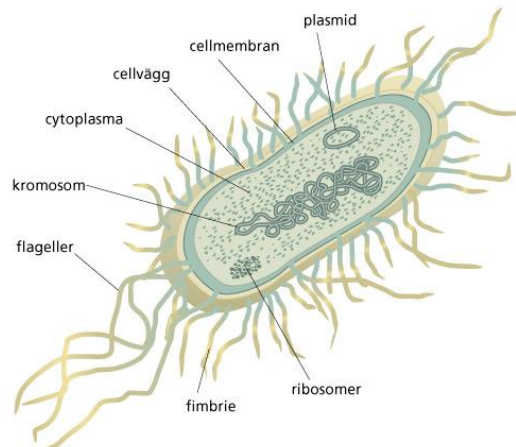


Bild 1 visar uppbyggnaden hos en bakterie.

Källa: Hämtad från Nationalencyklopedin, bakterier, <http://www.ne.se/bakterier> den 2011-05-12

Bakterier har ett väldigt varierat beroende av temperatur, pH, syretillgång och salthalt, beroende på art. De har även förmåga att röra sig mot eller från en ökande koncentration av en kemiskförening eller andra förändringar i deras omgivning. Fortplantning sker via celledelning efter att de blandat in ny arvs massa i sin egen. På detta sätt kan de förse sig med nya egenskaper för överlevnad i förändrade miljöer. Endast under loppet av någon timme, kan en bakterie ta upp gener som ger antibiotikaresistens (Ibid.).

SILVER

Silver har genom tiderna används i stor utsträckning tack vare sina många egenskaper, som den metall med mest elektrisktonisk- och värmeledande förmåga och den med lägst friktionsmotstånd. Redan forntida civilisationer kände till silvrets antibakteriella egenskaper och sedan dess har metalliskt silver använts inom medicin till bland annat proteser och kirurgredskap. Som lösliga föreningar exempelvis silversalt har ämnet används till behandling av psykisk sjukdom, epilepsi, nikotinberoende, mag-, tarminflammation samt smittsamma sjukdomar som syfilis och gonorré. Den mest kända användningen av silver inom medicinen är i kombination med ämnet sulfadiazin, där det brukas som ett antibakteriellt medel för behandling av brännskador. Kolloidalt (mycket finfördelat) silver har också används för att bekämpa förkylningar. Under början av 2000-talet var industriella tillämpningar av silver som till smycken, silverföremål och fotoindustrin de vanligaste användningsområdena. Till fotoindustrin har silver används på grund av dess ljuskänsliga egenskaper (Drake & Hazelwood, 2005) s. 575.

Silver är en tungmetall som förekommer naturligt i miljön, dock i ganska liten utsträckning, ca 10mg/ton i jordskorpan. Silver utvinns genom gruvdrift men kan även förekomma i råolja och varma källor. En vanlig missuppfattning är att alla tungmetaller är giftiga, men så är inte fallet när det gäller silver i fast form. Giftiga metaller finns både bland tung- och lättviktsmetallerna. Silver i fast form är olösligt i vatten, men silversalter, som bland annat silverniträt (AgNO_3) är lösliga. Vanligast förekommande i naturen är silversulfid (Ag_2S). Monovalenta (ensamma) silverjoner (Ag^+) är sällsynta i den naturliga miljön, då jonen lätt bildar föreningar med organiska eller oorganiska ämnen som antimon, arsenik, selen och tellur med flera (Posner, 2009). Utgångsämnet vid tillverkning av oorganiska silversalter, som är de aktuella substanser som används vid antibakteriella behandlingar, är silverniträt (AgNO_3). Detta ämne tillverkas genom oxidation av silver med het salpetersyra (Östman, u.å.).

SILVERSALTBASERADE BEHANDLINGAR

I detta avsnitt följer en sammanställning över hur de silversaltbaserade antibakteriella behandlingarna fungerar, vilka verksamma ämnen som används, appliceringsmetoder samt miljö- och hälsoaspekter. Vissa olikheter förekommer mellan de olika leverantörernas produkter, men dessa är små och generellt fungerar de väldigt likartat.

ALLMÄNT

Det som ger upphov till den antibakteriella effekten hos silversalterna är silverjonen (Ag⁺). För att kunna bekämpa bakterierna lämnar silverjonen den textila fibern, huruvida dessa produkter bedöms som migrerande beror på var den antibakteriella aktiviteten äger rum, på ytan av textilen eller om den migrerar till användarens hud (Ecotextile News, 2010) s.18-20.

En av de första produkterna av denna typ, Biosafe, innehöll keramiska partiklar som bundits kemiskt till fibern. De behandlade Biosafe-fibrerna släpper ifrån sig en konstant ström av silverjoner i kontakt med bakterier, som förgörs eller hindras från tillväxt. Tack vare att den verksamma substansen applicerats djupt inne i fibern, tål textilen upprepade tvättningar. Genom ökad användning på sport- och underkläder har dessa behandlingar blivit allt vanligare för den allmänna konsumenten. En liknande produkt till Biosafe är AgGUARDIAN textilen. Denna produkt är en trikåvara av polyester där mikroinkapslat silver är inbäddat i fibrerna. Silvret är bundet i en hållbar polyuretanbeläggning vilket gör den antibakteriella effekten fortlöpande. Silverpartiklarna binds kemiskt till de textila fibrernas yta för att ge en långvarig antibakteriell effekt. Storleken på partiklarna gör att en jämförelsevis stor yta kan skyddas, med en relativt låg andel kemikalier i förhållande till andra beläggningar. En fiber som bär en silverbeläggning är X-static, en högpresterande polyamidfiber med antibakteriella egenskaper som kan eliminera bakterier till 99.9 % och behåller sina funktioner i upp till 250 tvättar. Fibern har testats för medicinska användningsområden av US Environmental Protection Agency, the National Institutes of Health, Johns Hopkins University samt Cornell University. En annan vanlig metod är när en beläggning med nanopartiklar av silveroxid läggs på textilen. I jämförelse med arsenik- och cyanidbaserade beläggningar har silveroxiden mindre skadlig inverkan på miljön (Quinn, 2010) s. 86-88.

Studier har visat att mindre partiklar, i nano storlek kan ha en större antibakteriell effekt än större partiklar. Det föreslås att den ökade effekten kan bero på förmågan att frigöra silverjoner genom oxidation och det faktum att de mindre partiklarna totalt har en större ytaarea än större. De har därmed större förmåga att släppa ifrån sig silverjoner från ytan, vilka förmedlar den antibakteriella effekten. Det konstateras även att endast oxiderade nanopartiklar har antibakteriell förmåga, vilket stödjer teorin om att förmågan beror på silverjonen (Johnston, Hutchison, Christensen, Peters, & Hankin, 2009) s. 343.

De huvudsakliga områdena som iaktas vid beredningen är applikationsteknik, antibakteriell effekt, säkerhet, hälsa och miljö. De tester som gjorts är oftast utförda av oberoende testinstitut för att kunna kvalitetssäkra produkten (Intervju Lennartsson, 2011). Vissa tester som har genomförts nämns, men beskrivs inte närmare då flera av leverantörerna utfört olika typer av tester, vilkas resultat inte kan jämföras med varandra.

FUNKTION

Produkterna som granskats innehåller ofta två komponenter, till exempel det oorganiska saltet silverklorid som är det verksamma ämnet samt en hjälpkemikalie, till exempel titandioxid. Ingen bindningskomponent behövs, då mikropartiklarna bäddas in i mellanrummen som finns bland fibrerna. När de behandlade fibrerna utsätts för perspiration lösgörs silverjoner som börjar bryta ner bakterierna (Rudolf Chemie, u.å.). Denna teknik kallas controlled-release och bygger på att det sker ett utbyte av silverjoner med andra positiva joner (ofta natrium) när materialet utsätts för fukt. Detta innebär att silverjonerna frigörs "on demand" (på begäran), som i sin tur kan bryta ner bakterierna på den textila ytan. För att förhindra tillväxt av bakterier verkar silverjonen på tre sätt; förhindrar cellandning genom att hämma syretransporten i cellväggen, hämmar celledning (reproduktion) samt stör cellernas metabolism (ämnesomsättning) (E-postkorrespondens Rook, 2011). För de flesta behandlingar gäller att de ska behålla sina antibakteriella egenskaper i minst 50 stycken tvättar, vilket enligt företagen är lika länge som plaggens livslängd (E-postkorrespondens Sjösten, 2011).

APPLICERING

Applikationstekniken är en viktig del i processen för att kunna kontrollera och reglera kemikalieanvändningen. För att uppnå önskad effekt av beredningen eftersträvas att använda så lite kemikalier som möjligt. Silverhalten vid applikation mäts i gram/liter. Om minsta möjliga tillsats av silver används minimerar man risken att större mängder silver läcker ut i avloppet, tillskillnad från vid överapplicering. Dock bör i åtanke finnas att de fibrer som nöts av från varan, innehåller silver, även om utfällningen i tvättvattnet är minimal (Intervju Lennartsson, 2011).

Applisering kan ske antingen i samtidigt som färgning eller efterbehandling eller också i en separat process med en foulard. För applisering med foulard färgas och torkas varan i torkugn där varan samtidigt krymps och görs spänningslös. Torkningen görs för att ge en jämn applicering, då en fuktig vara tar upp kemikalier ojämnt, därefter appliceras beredningen på varan med en foulard. Efter foulardering går vara åter igenom torkugn, därefter manglas och tafflas den för att sedan skickas vidare för sömnad. Fördelen med att använda foulard är att kemikalieåtgången kan minimeras då badet inte rymmer mer än ca 100 liter. Om varan skulle behandlas samtidigt som färgningen, i en jetmaskin, vilken rymmer ca 5m³ skulle restbadet bli betydligt större och mer svårhanterligt. Applisering med foulard sker i ett slutet system och innebär att restvattnet kan återanvändas till nästa beredning, men en viss mängd nya kemikalier behöver tillsättas för att uppnå rätt effekt. Genom att använda foulard och minimera kemikalieanvändningen kan både miljöpåverkan och kostnader hållas så låga som möjligt. Nackdel med denna teknik är att det krävs ytterligare två produktionssteg, torkning en extra gång samt foulardering (Intervju Engelmann, 2011).

MILJÖ OCH HÄLSA

De flesta leverantörerna har genomfört dermatologiska tester och flera av behandlingarna uppfyller kraven för den humanekologiska certifieringen Oeko-tex standard 100. Den antibakteriella process som startar när materialet utsätts för perspiration utvecklas enbart på textilens yta vilket innebär att det verksamma ämnet inte migrerar till användarens hud. Enligt ett av företagen föreligger ingen risk att bakterierna kan utveckla resistens mot silverjoner. Behandlade textilier blir vid tvätt hygieniskt rena vid en temperatur på 40°C, detta medför minskad energiförbrukning vid tvätt (Rudolf Chemie,

u.å.). En positiv effekt av att använda antibakteriella behandlingar angående miljödebatten skulle kunna vara minskad tvättning, av användaren, då varan hålls fräsch längre (Intervju Engelmann, 2011). Flera av produkterna uppfyller även kraven för att vara godkända enligt Bluesign och Cradle to Cradle, dessa produkter är tillverkade av återvunnet silver och behandlade polyesterfibrer kan återvinnas (E-postkorrespondens Rook, 2011), (E-postkorrespondens Sjösten, 2011), (E-postkorrespondens Zimmermann, 2011).

RELEVANTA TESTMETODER

De flesta leverantörer har låtit utföra flertalet mikrobiella tester på deras produkter. Bland annat används testet "Antibacterial agar diffusion test" (SN 195920-1992) för att studera hämningszonen (spridningen av det verksamma ämnet till omgivningen) på obehandlad respektive behandlad textil, se bild 2 (Rudolf Chemie, u.å.).

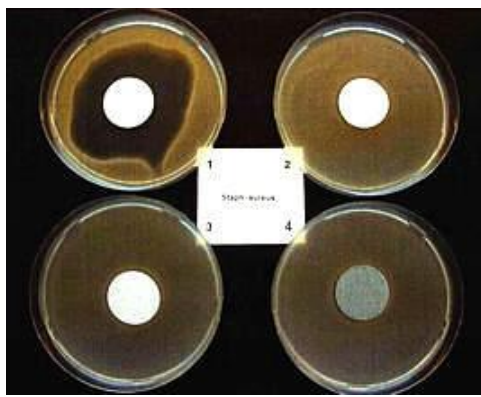


Bild 2 visar de olika hämningszonerna vid ett antibakteriellt spridningstest.

- 1 = Migrerande produkt (hämningszon)
- 2 = Silverplus - icke migrerande produkt (ingen hämningszon)
- 3 = Konventionell produkt - icke migrerande produkt (ingen hämningszon)
- 4 = Obehandlad textil (den grå färgen indikerar bakterietillväxt)

Källa: Hämtad från Rudolf Group

<http://www.rudolf.de/innovations/new-hygienic-world/test->

Ytterligare test som har utförts är tvättmetoden ISO6330 6A@40 °C för att mäta silverhalten i textilen efter tvätt (E-postkorrespondens Sjösten, 2011) och tvätt-äktighet enligt testmetoden ASTM-2149/01 (E-postkorrespondens Rook, 2011).

Eftersom rapporten syftar till att analysera silverbehandlingars miljö- och hälsopåverkan, anses inte de testmetoder som mäter den antibakteriella aktiviteten vara relevant i sammanhanget. Det är dock dessa typer av test de flesta leverantörer hänvisar till. Större relevans för ämnet skulle vara att undersöka urlakningen av silverinnehåll vid tvättning. Detta skulle vara intressant ur hållbarhetssynpunkt både gällande silverhalten i avloppsvattnet men även den antibakteriella livslängden hos den testade produkten. Dermatologiska tester kan vara av relevans då syftet är att undersöka hudens känslighet för exponering av silverhalten i plaggen.

Nedan följer en tabell över de testmetoder som skulle kunna vara relevanta för att jämföra olika produkter med antibakteriella egenskaper (E-postkorrespondens Morsten, 2011).

Analysering av	Testmetod
Silverinnehållet	ICP-OES, ICP-MS
Antimikrobiell effekt	AATCC test metod 147 – Antibacterial Activity Assessment of Textile Materials; Parallel Streak Method Agar diffusionstest

OECD, Organisationen för ekonomiskt samarbete och utveckling (Organisation for Economic Co-operation and Development) har utvecklat en flerstegsmetod för att testa antibakteriella textilier. Metoden bygger på att genom tre olika steg genomföra både olika typer av laborietester samt användartester med luktpaneler. Detta för att de olika testerna bättre ska kunna sättas i relation till varandra. De menar också att produktens användningsområde är viktigt att väga in vid val av tester (Ecotextile News, 2010) s.18-20.

ANTIBAKTERIELLA FIBRER

Ett alternativ till att använda beredningar som måste appliceras på hela textilen finns möjligheten att istället använda fibrer som vid smältspinningen preparerats med antibakteriella egenskaper. Detta görs genom att integrera en silverbaserad tillsatts i fibern vid smältspinningen. Det aktiva ämnet är icke-migrerande och är starkt bundet till fibern, vilket gör att det inte tvättas ur lika lätt som en efterberedning. Elimineringen av bakterier sker på samma sätt som på efterbehandlade textilier, genom en sakta frisläppning av silverjoner (controlled-release). Silversubstansen kan integreras både i filament- och stapelfiber (Advansa, 2006).

Fibrerna släpper ifrån sig de aktiva ämnen långsamt och endast vid behov. I vissa fall penetrerar substansen textilfibern samtidigt som den även täcker ytan. Behandlade textilier och fibrer håller sig luktfria längre och behöver därför inte tvättas lika frekvent som obehandlade (Braddock & O'Mahony, 2002) s. 52.

Beträffande behandlingar för att uppnå antibakteriella egenskaper, kan generellt sägas att det bästa och mest beständiga resultatet erhålls genom att tillföra dessa redan i fiberstadiet. En nackdel kan vara att fibern blir dyrare och tyget kan bara användas för en specifik produkt, dock behövs ingen extra beredningsprocess och utfällningarna i tvättvattnet minimeras (Intervju Gustafsson, 2011).

MILJÖPÅVERKAN

En viktig process i jord- och våtmarkssediment samt vattenreningsprocesser är denitrifikation, (biologisk reduktionsprocess som utförs av vissa bakterier), där nitrat reduceras till kvävgas via nitrit, kväveoxid och dikväveoxid i frånvaro av syre. Studier gjorda på silverförorenade jordar, visar en potentiellt minskad denitrifikation i förhållande till ökad silverhalt (Posner, 2009).

Silver i fast form är ofarligt och vanligt förekommande ibland annat bestick och smycken. Silver i jonform är däremot bevisat mycket giftigt för vattenlevande organismer och kan orsaka skadliga långtidseffekter på vattenmiljö. Hos fisk och kräftdjur kan reproduktionsförmågan kraftigt minska, även vid mycket låga halter som under 1 µg/l. Silver är ett långlivat ämne och tenderar att förbli i naturen när det väl kommit ut. Hur snabbt ämnet tas upp av levande organismer beror på flera faktorer så som halten organiskt material, framför allt organiska svavelföreningar, pH-värde samt förekomst av andra metaller (Rosen, 2010). Om pH överstiger 4 faller silver ut som svårslösliga föreningar och bildar antingen stabila föreningar eller absorberas av markpartiklar. Silverföreningarna kan förbli oförändrade i marken eller under syrefria förhållanden omvandlas till den mer svårslösliga föreningen silversulfid. Uppkomst av denna förening vid reduktion av avloppsslam är vanlig (Stjernman-Forsberg & Eriksson, 2002).

Då silver i allt större utsträckning används i konsumentprodukter för att ge antibakteriella egenskaper har en oro vuxit fram på grund av bakteriers förmåga att utveckla resistens. Naturvårdsverket fann därför anledning att undersöka spridningen av silver i miljön. De aspekter som undersöktes var storskalig spridning, diffust spridning, spridning från punktkällor, om ämnet bioackumuleras (tas upp av levande organismer) i miljön och om det sker human exponering (Naturvårdsverket, 2009).

Diffus spridning kan ske genom vägtrafik, hushåll, byggmaterial samt uppträdande i avloppsvatten eller slam från reningsverk. Silver kunde påvisas i denna miljö och faktumet att det påträffades i avloppsvatten och slam från reningsverk visar på en allmän spridning från hushåll och dagvatten. Vid punktspridning mäts ämneshalterna från insamlade prover i närheten av tänkbara punktkällor. Resultaten jämförs sedan med halter i bakgrundsområden, vid så kallad storskalig spridning. Silver fanns i närheten av undersökta punktkällor i förhöjda värden. De undersökta punktkällorna innefattar bland annat deponier, avfallsanläggningar, reningsverk, tvätterier och färgindustrier. För att undersöka vilka ämnen som kan bioackumuleras i vattenmiljö, undersöktes fisk och skaldjur. Förutom att dessa arter utsätts för långvarig exponering, kan det även bidra till att djur högre upp i näringskedjan exponeras, till exempel människor. För att undersöka den humana exponeringen analyseras bröstmjölk, urin och blod men inga spår av förhöjda silverhalter kunde påvisas. Förekomst av silver hittades i fiskmuskel och det anses att förhöjda halter av miljögifter i fisk och vissa andra livsmedel kan bidra till en ökad human exponering. Den största delen av förekommande silver i miljön påträffas i slam och sediment. Silver kan tas upp av både land- och vattenlevande växter samt blötdjur. Naturvårdsverket föreslog 2002 ett gränsvärde för silver i slam för användning inom jordbruk, på 15mg/kg. Genom behandling av avloppsvatten kan koncentrationen av silver reduceras. I undersökningen beräknades ett medelvärde på 13ng/l i det utgående avloppsvattnet, hos de undersökta reningsverken. I rapportens resultat kunde också fastslås att avloppsvatten från sjukhus och tvätterier endast bidrar med en mindre del av det silver som sprids till vattenmiljön (Naturvårdsverket, 2009).

Matrisen nedan visar i vilka områden silver påträffats i miljön (Naturvårdsverket, 2009).

Silver	Påverkade områden	Bakgrundsområden
	Sediment	Sediment
	Ytvatten	Ytvatten
	Grundvatten	Grundvatten
	Dagvatten	Biota
	Avloppsvatten	
	Lakvatten	
	Slam	
	Biota	

När silvret väl når reningsverket bryts det inte ner, utan fortsätter ut i havet där det har skadliga effekter eller så avskiljs det i slammet, som används till gödsel på våra åkrar. Enligt riksdagens miljömål ska 60 % av den fosfor som finns i avloppet återföras till marken, i form av gödsel. För att kunna nå detta mål, måste föroreningarna se till att hållas så låga som möjligt (Davidsson, Naezer, & Nordén, 2011).

Avloppsslam används inom jordbruket för att i ett kretslopp återföra växtnäring och organiskt kol till växter och markorganismer. Dock är detta inte helt problemfritt då slammet kan innehålla svårnedbrytbara oorganiska ämnen som i höga halter kan vara skadliga för miljön. I en rapport undersöktes vilka spårelement man kunde hitta i mark, grödor och markorganismer på grund av tillförsel av avloppsslam. Uptag hos växter beror till stor del på i vilken form silvret förekommer. Silvret i marken är tämligen svår-tillgängligt för växterna och normalt är halterna låga i växter. Silverniträt och silverfosfat, som är lösliga föreningar har visat sig vara giftigare och ger fler negativa effekter på känsliga grödor än de svårslösliga föreningarna silversulfid och silverklorid. Odlingsförsök av havre med jord som gödslats med silverförorenat avloppsslam, främst innehållande silversulfid, visade att halten inte hade någon betydelse för grödans tillväxt. Däremot iaktogs en minskad tillväxt hos korn, beroende på en reducerad mängd organiskt material i jorden. För mikroorganismer är däremot silver en av de mest toxiska metallerna. De två processerna denitrifikation och respiration (omvandlingsprocess för näring till energi som äger rum i celler) hämmas vid låga halter av silver. De negativa effekterna av silverföreningarna beror förmodligen på silverjonen. Det är en aggressiv jon som kan hindra metabolism (ämnesomsättning) genom att den binder till SH-grupper i enzym. På samma sätt som hos grödorna beror markorganismernas känslighet på i vilken form silvret förekommer (Stjernman-Forsberg & Eriksson, 2002).

HÄLSORISKER

Fallstudier har genomförts för att undersöka effekten på den mänskliga hälsan vid exponering för olika former av silver. I de flesta undersökningar är det påverkan från avsiktliga intag av silverföreningar som studerats. Flertalet studier har även gjorts på personer som i arbetslivet dagligen utsätts för silver i metallisk form eller i olösliga och lösliga silverföreningar. Som nämnts tidigare har silver använts mycket inom sjukvården, främst på grund av dess effektiva antibakteriella egenskaper.

Dermatologiska tester har bland annat visat på vissa läkande egenskaper av hudåkommor vid användning av antibakteriella behandlingar med silver (Intervju Lennartsson, 2011).

Medicinska undersökningar visar att personer som använt silverpreparat i medicinskt syfte har i flera dokumenterade fall uppvisat symptom på Argyria (gråfärgning av huden) och Argyrosis (gråfärgning av ögon). Det har även dokumenterats fall av Argyria och Argyrosis hos personer som varit i kontakt med olika former av silverföreningar och metalliskt silver i arbetet. Symptomen kan uppträda som lokala eller generella missfärgningar, beroende på hur personen exponerats för silvret och vilken form silvret haft. Generella fall har upptäckts vid användandet av anti-rök tabletter och tuggummi, innehållande silveracetat. Vid behandling av ytliga sår med silversulfadiazin har både generell och lokal Argyria dokumenterats i form av kraftig missfärgning runt äret efter såret. Symptom har även uppvisats vid kontakt med silvernitratt, silveroxid och silvercyanidlösning samt metalliskt silver i form av örhängen och akupunktur nålar. Milda allergiska reaktioner har iakttagits vid hudkontakt med vissa silverföreningar (Drake & Hazelwood, 2005).

I en fallstudie som gjorts på arbetare i en silverfabrik där man framställde silvernitratt, silveroxid, silverklorid, och silverkadmium medverkade de som arbetat på fabriken i minst två år. Mätningar visade att 96 % av arbetarna hade förhöjda halter av silver i urinen och 92 % förhöjda halter i blodet. Ungefär 50 % klagade över infektioner i de övre luftvägarna och kliande, röda eller vattniga ögon, nysningar, täppt eller rinnande näsa, och ont i halsen. Några klagade över näsblod och nedsatt mörkerseende. Genom förbättrade skyddsåtgärder vid arbete med silver, anses det att framtida risker kommer att vara minimala. I studier har även konstaterats att metalliskt silver har mindre negativ effekt på hälsa än lösliga silverföreningar (Ibid.). (För tabell över vilka hälsoeffekter olika former av silver har se bilaga 1 .)

Nyare forskningsprojekt har genomförts för att studera silvers toxicitet i form av nanopartiklar. Exponeringen av dessa har tilltagit markant de senaste åren i och med den ökade användningen i konsumentprodukter, främst på grund av de antibakteriella egenskaperna. Studier visar att mindre partiklar har större toxicitet än större, förmodligen på grund av partiklarnas olika ytstruktur. Ett föreliggande problem är att fastställa om endast nanopartiklar har bidragit till de uppmätta negativa effekterna eller om lösliga silverpartiklar också har påverkan. Troligtvis på grund av silverjonernas ringa storlek, alternativt kan en kombination av nano- och silverjoner ge upphov till de negativa resultaten. Mätningar har visat att ju mindre partiklarna är desto lättare kan de tränga in i hud och vävnader och på så sätt åsamka större skada än större partiklar. I kontakt med blod, förenar sig silver med albumin (protein) och kan därför transporteras via blodomloppet till alla kroppsdelar. Begränsade studier har gjorts för att undersöka silverjoners negativa hälsopåverkan. Fler studier på området krävs då det visat sig svårt att visa om den dokumenterade toxiciteten beror på silverpartiklarna i sig, eller på frigörandet av joner. Få studier har gjorts för att undersöka gränsvärden för negativ hälsopåverkan av

silver och ytterligare studier bör göras, då flera aspekter måste tas hänsyn till som partikkelkoncentration, partikelstorlek, partikelmängd, total ytare, exponeringstid med mera (Johnston, Hutchison, Christensen, Peters, & Hankin, 2009).

DERMATOLOGISK FORSKNINGSSTUDIE

Hohenstein Institute är ett oberoende testinstitut för textil, som erbjuder tillverkare, återförsäljare, leverantörer och konsumenter tillförlitliga testresultat enligt internationella standarder. I en pressrelease från januari 2011, fastslås det att antibakteriellt behandlade textilier inte har någon negativ påverkan på hudens naturliga bakterieflora (Hohenstein Textile Testing Institute, 2011).

Totalt 60 friska personer deltog i studien som genomfördes under en period på sex veckor. Speciella t-shirts tillverkades för studien, varav den ena sidan var antibakteriellt behandlad och den andra obehandlad, för att fungera som placebo. Studien jämförde effekten både från polyesterfiber innehållande silver från smältspinningen samt en textil efterbehandlad med silver. Först genomfördes laboratorietester på den antibakteriella effekten. Testpersonerna skulle därefter bära tröjorna varje dag under minst åtta timmar, under en period på fyra veckor. Varje vecka undersöktes olika parametrar hos hudens bakterieflora och mikroklimat. Under hela perioden kontrollerades huden, både på den behandlade sidan och placebo sidan av dermatologer. Ingen av testpersonernas naturliga bakterieflora visade några indikationer på att huden skulle ha påverkats av t-shirten. Studien hänvisar till att tidigare teoretiska resultat på att hudens bakterieflora är väldigt stabil, kan anses korrekta. Det upptäcktes heller ingen större skillnad i det totala antalet bakterier på huden hos den behandlade kontra den obehandlade (placebo) sidan. Inte heller identifierades några större förändringar hos den specifika bakteriefloran hos varje enskild testperson som kunde härledas till tröjornas behandlade fibrer (Ibid.).

Vidare studerades även hudens mikroklimat, d.v.s. utrymmet mellan huden och insidan på den textila ytan. Mikroklimatet utvecklar sin egen fukthalt, lufttransport, fukttransport och temperatur beroende på fibrerna och textilens konstruktion. Detta utrymmes klimat påverkar inte enbart komforten, utan även levnadsvillkoren för bakterier. Även hudens fuktförlust, hudens fukthalt och pH-värde mättes. Ingen skillnad av fuktförlust hos huden upptäcktes vid jämförelse av de olika sidorna hos t-shirten, vilket innebär att den antibakteriella behandlingen inte har någon inverkan på hudens fuktbarriär. Endast små förändringar uppmättes av pH-värde och fukthalt. Ingen av testpersonerna uppvisade tecken på dermatologiska förändringar som ökad torrhet eller inflammation (Ibid.).

Forskarna drar som slutsats av studien, att hudens naturliga bakterieflora och mikroklimat förblir opåverkat av antibakteriellt behandlade plagg som bärs närmast kroppen. De klassar därför den antibakteriella textilen som användarsäker (Ibid.).

SILVERRESISTENTA BAKTERIER

I takt med att utvecklingen av antibakteriella textilier går framåt, utvecklas även mikroorganismerna för att öka sin motståndskraft mot de behandlingar som appliceras för att uppnå dessa effekter. Den avancerade anpassning som bakterier och mikroorganismer kan göra, enskilt eller i större populationer som de skapar, till sin omgivning kallas mikrobiell (eller bakteriell) intelligens. Bakterier har en relativt begränsad förmåga som enskilda celler, men kan ändå utvecklas för att motverka de substanser som ska bekämpa dem. Genom att skapa en sammanlänkad biofilm samlar bakterierna styrka tillsammans och bildar en skyddande barriär. På sikt kan det vara svårt att skapa textilier som är kontinuerligt antibakteriella, då bakterierna hela tiden utvecklar immunitet, kommer vidareutveckling av de kemiska sammansättningarna som dessa beredningar innehåller vara nödvändig. Genom en upptäckt av en bakterie (Strain 121) som klarar de höga temperaturerna i en autoklav, har forskare dragit den slutsatsen att det finns andra bakterier, virus, svampar, sporer och andra mikroorganismer som klarar höga temperaturer. Det sker mycket forskning inom området för antibakteriella textilier, just på grund av de svårigheter som kan komma att uppstå på sikt (Quinn, 2010).

Den alltmer utbredda och okontrollerade användningen av silverbehandlade konsumentprodukter, från toalettstolsringar till barnleksaker och kläder, skulle kunna bidra till utvecklingen av en global utbredning av antibiotika- och andra biocidresistenta bakterier. Sådana resistenta mikrober skulle vara en stor nackdel för den kliniska och hygieniska användningen av silver som är beroende av de antiseptiska egenskaperna (Silver, 2003).

På samma sätt som bakterier har förmåga att utveckla antibiotikaresistens finns det forskning som visar att de även kan göra sig resistenta mot silver. Genom att bygga om sina cellväggar eller cellmembran kan de via så kallade effluxpumpar stöta ut det giftiga ämnet, i detta fall silverjonerna. I vissa fall stöter cellen endast ut enstaka ämnen, men kan i en del fall pumpa ut flertal ämnen, exempelvis tungmetaller, antibiotika och desinfektionsmedel. Utvecklingen av silverresistens hos bakterier kan därför även leda till att viss antibiotika inte längre fungerar på dessa bakterier. Laborationstester har visat att förmågan att utveckla resistens mot silver är störst hos de bakterier som lättast utvecklar antibiotikaresistens. Detta riskerar att skapa stora problem, framför allt inom sjukvården. Ökad användning av silver kan med andra ord bidra till en ökad spridning av antibiotikaresistens. Det är svårt att förutse vilka långsiktiga konsekvenser en ökad användning av silver i konsumentprodukter kan resultera i. Dock kan konstateras att vinsterna med antibiotika föreligger vara betydligt större än de vinster som kan göras genom att använda silverbehandlade produkter. Istället för att riskera antibiotikaresistens hos bakterier bör försiktighetsåtgärd tas i bruk gällande human exponering av silverjoner. Ytterligare ett problem som kan uppstå gällande de antibakteriella egenskaper som eftersträvas vid en silverjonbehandling, är att om bakterierna utvecklar silverresistens, kommer den dåliga odören inte kunna motverkas, vilket är avsikten med behandlingen (Melhus, 2007).

KEMIKAlier I TEXTILIER

Kemikalier används i stor utsträckning vid textilproduktion, från fiberframställning till beredning och färgning. I många fall tillsätts kemikalier på de färdiga produkterna för att dessa ska erhålla vissa egenskaper, t.ex. mjukgörande, flamskydd, olika typer av impregnering och antibakteriella. Enligt miljöbalkens allmänna hänsynsregler ställs krav på att tillverkare och leverantörer av textila varor ansvarar för att dessa inte innehåller substanser som är skadliga för människors hälsa eller miljön. De har även en skyldighet att förebygga skador och ersätta produkter och varor som kan innebära risk, samt lämna varuinformation (Rudin Snöbohm, 2010).

Miljöstyrningsrådets kriterier för textilier har arbetats fram av en expertgrupp bestående av representanter från branschen, upphandlare, myndigheter och intresseorganisationer. Kriterierna innehåller förslag till upphandlingskrav som ska hjälpa upphandlare att ställa krav vid upphandling av miljöanpassade textilier. Ett av de Svenska miljökvalitetsmålen, utarbetat av Riksdagen är "En giftfri miljö". Enligt målen ska förekomsten av ämnen som skapats eller utvunnits av samhället inte hota människors hälsa eller den biologiska mångfalden. Ett av delmålen enligt "En giftfri miljö" innebär att nyproducerade varor så långt som möjligt ska vara fria från nya persistenta (långlivade) och bioackumulerande organiska ämnen, som är cancerframkallande, arvsmassepåverkande, fortplantningsstörande, hormonstörande eller kraftigt allergiframkallande. Kemikalieinspektionen håller vid tidpunkten för denna rapport författande på med en utredning av de risker för hälsa och miljö som kan föreligga vid användning av silver som biocid. Resultatet av utredningen kommer ligga till grund för de begränsningar som kommer omfatta silver. Silver och kemiska silverföreningar som avger silver eller silverjoner betraktas som en biocidprodukt som kräver godkännande om syftet med användningen är att förebygga bakterietillväxt. Silver som används på detta sätt omfattas av biociddirektivet, direktiv 98/8/EG om utsläppande av biocidprodukter på marknaden (Miljöstyrningsrådet, 2011).

I projektet "Ett giftfritt Göteborg" som genomfördes 2009, var syftet att kartlägga den diffusa spridningen av kemikalier från varor då de tillverkas, används, kasseras och eventuellt återanvänds. Bland annat analyserades silverinnehållet i antibakteriellt behandlade plagg före och efter tio tvättar. Tvättetestet visade att dessa plagg släpper ifrån sig silver vid tvätt, och en parallell drogs till de ökade silverhalterna som uppmätts i avloppsslammet på ett av reningsverken i Göteborg. Enligt Gryaab (Göteborgsregionens reningsverk) ökade silverhalten i slammet med 50 % från 2007 till 2008, dessförinnan hade halterna stadigt minskat. Förmodligen hade minskningen att göra med övergången från analog- till digitalfotografering. Som bidragande orsak till ökningen tros den växande användningen av antibakteriella varor vara. I rapporten diskuteras problematiken kring att lagarna ibland är otillräckliga och att en dialog behövs mellan exempelvis myndigheter som Kemikalieinspektionen, branschorganisationer samt de företag som säljer varor innehållande kemikalier som kan vara skadliga för vår hälsa och miljö. Detta innebär att det läggs ett stort ansvar på textilbranschen och detaljhandeln som tillverkar och importerar varor innehållande kemikalier, exempelvis silverjonföreningar.

Tvätttesterna som gjordes på de antibakteriellt behandlade plaggen för utvärdering av silverhalter före och efter tio tvättar utfördes av testinstitutet SWEREA IVF. I samtliga fyra fall urlakades silver vid tvätt.

Tabellen från rapporten *Analyser av kemikalier i varor* visar silverhalten i plaggen före och efter tio tvättar (Kruse, 2009). Vi kan utläsa att de testade plaggen faller ut följande:

Plagg	1	2	3	4
Före tvättar	2,9 mg/kg	1310 g/kg	2,8 g/kg	10,0 g/kg
Efter tvättar	0,01 mg/kg	1210 mg/kg	1,1 mg/kg	7,5 mg/kg

Bild 3 visar ett utdrag från Textilimportörernas kemikalieguide gällande silverjoner. Enligt detta direktiv bör silverjoner ej användas i konsumentprodukter, då de bland annat kan orsaka lättare ögon- och skinnirritation. De riskerar även att ge upphov till multiresistenta bakterier då de används för att bekämpa bakterietillväxt, störa denitrifikationsprocessen som är vital för växters näringsupptag samt är giftiga för vattenlevande organismer (Textilimportörerna, 2010).

Silver ion (Ag +)	
Limit value:	Should not be present in products.
Properties:	Slight skin and eye irritant. May cause multiresistant bacteria when used as a biocidal product. Disturb denitrification processes in nature that is vital for provision of nutrition's to plants. Dissolved (free) silver ions are very toxic to aquatic organisms.
Use:	Silver nano particle complexes are antibiotic additives in plastics and fibres.

Bild 3 visar ett utdrag från Textilimportörernas kemikalieguide, där rekommendationen ges att silverjoner inte bör användas i konsument produkter.

Källa: Textilimportörernas kemikalieguide 2010

REGLERING AV KEMIKALIEANVÄNDNINGEN

Produktsortimentet med silverprodukter i Sverige kontrolleras av de två myndigheterna Kemikalieinspektionen och Länsstyrelsen. Länsstyrelsen är den myndighet som kontrollerar utsläppen från industrin så att de inte överstiger gränsvärdena. Då en utredning av kemikalieanvändningen inom EU pågår har Sverige bestämt att skjuta upp beslut angående vissa kemikalier tills utredningen är klar. Dock kan regleringen i Sverige generellt anses bättre och striktare än i vissa delar av Europa. Den pågående debatten kring silver rör bland annat de verksamma bakterier som finns i vårt avlopp och hur de påverkas av silverjonerna vid utsläpp (Intervju Lennartsson, 2011).

Miljöbalkens (1998:808) grundläggande bestämmelser gäller alla typer av verksamheter, exempelvis företag, kommuner och enskilda privatpersoner. Hänsynsreglerna i Miljöbalken, kapitel 2, gäller också vid hantering av kemiska produkter, till exempel kravet om att skaffa sig kunskap och kraven på produktval. Reglerna är generella vilket innebär att de gäller för både tillverkare, importörer, säljare och användare av kemiska produkter. Reglerna gäller bland annat utredningsskyldighet, produktinformation, uppgiftsskyldighet, produktregister, förhandsanmälan och tillstånd för vissa produktgrupper. Lagen innebär också att de som bär huvudansvaret för kemikaliekontrollen (för att förebygga hälso- och miljöskador) är tillverkare, importörer och säljare av kemiska produkter. Regelverket när det gäller kemikalier på varuområdet är inte alls så utvecklat jämfört med de regler som gäller för kemiska produkter. EUs lagstiftning REACH innebär dock nya krav även för varor, bland annat information om innehåll av särskilt farliga ämnen. Miljöbalkens hänsynsregler gäller även för varor som innehåller eller har behandlats med kemiska produkter och ska ersättas med mindre farliga om det är möjligt. Tillverkare och importörer har även uppgiftsskyldighet när det gäller kemikalier i varor för att skydda människors hälsa och miljön. Vissa begräsningar och förbud finns när det gäller förekomst av farliga tungmetaller och vissa andra kemiska ämnen som kan påträffas i varor (Kemikalieinspektionen, 2006).

Hygieniska gränsvärden för kemikalier har olika benämning och innebörd i olika länder. De kan antingen vara vägledande eller lagligt bindande. De kan vara hälsobaserade eller administrativa. Med administrativa menas att även tekniska, praktiska och ekonomiska aspekter vägts in, även om hälsoeffekter fortfarande är den viktigaste aspekten. Inom EU finns två typer av gränsvärden, bindande (Binding Occupational Exposure Limit Value, BOELV) och vägledande (Indicative Occupational Exposure Limit Value, IOELV). För de bindande är medlemsstaterna skyldiga att införa dessa gränsvärden (eller lägre) i sin nationella lagstiftning (Johanson & Schenk, 2010).

När det gäller gränsvärdet för silver råder en viss oenighet mellan länder och olika myndigheter om vad det aktuella värdet bör ligga på. Enligt Världshälsoorganisationen (WHO) kan ett oralt intag på upp till 10 gram silver, under en livstid, betraktas som riskfri. I de särskilda situationer då man tillsätter silversalter i dricksvatten för att upprätthålla den bakteriologiska kvaliteten, med halter på upp till 0,1 mg/liter, (en koncentration som ger en total dos under 70 år av 5 g) anses doserna kunna tolereras utan risk för hälsan. Gränsvärdesreglering anses inte nödvändig då intaget via dricksvattnet bedöms försumbart (World Health Organization, 2003).

I januari 2010 utfärdades ett förbud i Sverige gällande exponering av kolloidalt silver som tillsatts i kosttillskott. Trots förbudet säljer flera hälsokostbutiker och nätbutiker fortfarande produkten, enligt en granskning som Vetenskapsradion, Sveriges radio gjorde 2010. Dock är produkterna numera märkta med nya etiketter och säljs som vattenreningsprodukter som ska tillsättas i dricksvatten (Björkstén, 2010).

REACH

REACH är EU:s nyaste kemikalielagstiftning och förordningen trädde i kraft den 1 juni 2007. Förkortningen står för Registration, Evaluation, Authorization of Chemicals (Registrering, utvärdering, godkännande och begränsning av kemikalier). Samtidigt som REACH, gäller fortsatt arbetsmiljölagstiftningen på EU- och nationell nivå, inklusive hygieniska gränsvärden och andra regler för kemisk exponering. Lagarna överlappar till viss del varandra, vilket kan skapa problem vid tolkning, riskhantering och tillsyn (Johanson & Schenk, 2010).

REACH grundas på principen att det är tillverkare, importörer och produktanvändare som bär ansvaret för att de ämnen som de tillverkar, släpper ut på marknaden eller använder inte har några skadliga hälso- och miljöeffekter. Nya ämnen och sådana som redan finns på marknaden ska registreras, riskbedömas och godkännas. Lagstiftningen inkluderar både substitutions- och försiktighetsprincipen. Substitutionsprincipen innebär att farliga ämnen ska ersättas med sådana som är mindre farliga om alternativ finns. Försiktighetsprincipen innebär att den som bedriver en verksamhet är skyldig att vidta de försiktighetsåtgärder som behövs, om skäl finns att anta att verksamheten kan medföra skada eller olägenhet för människors hälsa eller miljö. Dessa åtgärder är också centrala i den svenska kemikaliepolitiken (Miljödepartementet, 2011).

CERTIFIERINGAR & STANDARDS

De flesta av leverantörerna som granskats uppfyller kriterierna för vissa standarder och certifieringar. För att få en övergripande förståelse av innebörden av dessa certifieringar och märkningar har en kortfattad sammanställning gjorts av de förekommande hos leverantörerna, som i avseendet miljö- och hälsopåverkan anses relevanta. Syftet med detta avsnitt är att undersöka om och vilka gränsvärden de olika certifieringarna har för silverinnehåll i konsumentprodukter.

OEKO-TEX STANDARD 100

Oeko-tex Standard 100 är en humanekologisk certifiering som ställer krav på att textila produkter inte ska vara skadliga för människors hälsa. Standarden har växt till att vara globalt erkänd och används i stora delar av världen. Det är en märkning som i första hand ser till att begränsa ämnen i textiltillverkningen som är direkt skadliga för människor när användaren kommer i kontakt med textilen. En humanekologisk certifiering är därför inte en certifiering för miljöpåverkan. Produkterna provas och testas så att de inte innehåller ämnen som är förbjudna eller kontrollerade i lag, kemikalier som är kända som hälsovådliga samt parametrar med hälsofrämjande syfte. Standarden är uppdelad i fyra olika klasser där olika krav ställs på varje grupp, beroende på användningsområde (Oeko-tex, u.å.).



Bild 4

Källa: Hämtad från
http://www.nordinary.fr/images/pages/logo_oeko_tex_gb.jpg 2011-05-24

Inga gränsvärden för silver i textila produkter finns registrerade på listan över gränsvärden för kemikalier (Ibid.).

BLUESIGN

Certifieringen är en oberoende miljöstandard som rör hela produktionskedjan i textilbranschen och inte enbart slutprodukten. Standarden garanterar att produktionen sker med högsta möjliga resursproduktivitet och med fokus på miljöskydd, hälsa och säkerhet.



Bild 5

Källa: Hämtad från
<http://gordon.fz.se/bildcache/9/9hhp3f225sxxga8eaunbq6ku0ntwp4yr.jpg>
2011-05-24

Textilproduktion kan utföras på ett mer miljöriktigt sätt men fortfarande uppfylla de höga krav på kvalitet, funktioner och design som finns inom branschen. Bluesign fokuserar på att lösa problem och ger förslag på hur verksamheter kan förbättra sitt arbete istället för att jobba med förbud och restriktioner. Ett klassificeringssystem har utarbetats för att definiera om en kemisk komponent godkänns av standarden, som baseras på kemikaliens ekologiska och toxikologiska effekter. Bluesign delar in råmaterial, kemiska komponenter och produktionsmetoder i två klasser, blå och grå. Klassificeringen bedöms efter fem områden; resursproduktivitet, konsumenternas säkerhet och skydd, utsläpp i luft, utsläpp i vatten och arbetsmiljön (Bluesign, 2010).

För silver i textil och läderprodukter gäller att Bluesigns kriterier för antimikrobiella föreningar måste följas. Inga gränsvärden finns angivna i listan för kemiska substrat, inte heller någon testmetod. I listan benämns silver inte som en biocid, utan enbart som metall (Ibid.).

CRADLE TO CRADLE

Cradle to Cradle är en typ av multi-miljöcertifiering som bedömer en produkts säkerhet för människor och miljö samt design för framtida livscykel. Deras program ger riktlinjer för att hjälpa företag implementera Cradle to Cradle-ramverket, som fokuserar på användning av säkra material som kan demonteras och återvinnas som "tekniska näringsämnen" eller komposteras som biologiska näringsämnen. Till skillnad från enkla miljömärkningar, görs en övergripande strategi för att bedöma utformningen av en produkt och den praxis som använts vid tillverkningen av produkten. De material och metoder tillverkningen av varje produkt bedöms i fem kategorier; material och hälsa, återanvändning av material, användning av förnybar energi, vattenförbrukning och socialt ansvar (Cradle to cradle, u.å.).

Cradle to Cradle har sitt eget bedömningssystem för hälsofarliga kemikalier, där de listas som:

- Gröna – liten eller ingen risk associerad med kemikalien, att föredra för användningsområdet
- Gula – låg till måttlig risk, acceptabel fortsatt användning om inget grönt alternativ finns
- Röda – hög fara och risk, strategi för utfasning
- Gråa – ofullständiga uppgifter, rekommendation saknas (MBDC, 2008)



Inga uppgifter om gränsvärden för silver, eller en klassificering enligt Cradle to Cradles egna bedömningssystem finns att tillgå. På listan över hälsofarliga tungmetaller, som fått bedömningen röda, finns inte silver uppräknat (Ibid.).

Bild 6

Källa: Hämtad från
http://www.allsurfacedesign.com/Portals/0/c2c_sil_RGBlg.jpg 2011-05-24

ALTERNATIVA ANTIBAKTERIELLA BEHANDLINGAR

Efterfrågan på alternativ till metalliska antibakteriella substanser har inspirerat till forskning. Oftast är det en blandning av natur- och syntetfiber som ges olika alternativa behandlingar. Crabyon-textilier är behandlade med kitosan, som utvinns ur kitin, ett ämne som bland annat krabbskal och snäckor består av. Bambufibrer är också något som blandats med textila natur- och syntetfibrer för att erhålla antibakteriella och luktfria egenskaper. Forskare vid PSG Collage of Technology i Indien, har även hittat antibakteriella egenskaper i det Indiska Neem trädet, i skalet från granatäpplen och i Chaff-blomman. Genom att torka och finfördela dessa ämnen och sedan behandla dem i en metanolprocess kunde forskarna skapa aktiva antibakteriella substanser som hämmade tillväxten av bakterier på behandlade textilier (Quinn, 2010).

Vid det Japanska forskningsinstitutet för enzymer, Rakuto Kasei, har innovationer med fiberbeläggningar av bakterier utvecklats, för att kunna ersätta giftiga substanser. Bakterierna *Bacillus subtilis* natto, har naturliga antibakteriella och antiseptiska egenskaper och genom att införliva stammar från dessa i textilfiber kan en unik motståndskraftig textil framställas (Quinn, 2010).

I studien har även ett företag som erbjuder en alternativ behandling kontaktats. Deras produkt bygger mikroorganismer som återfinns i vår naturliga miljö. Mikroberna på textilen aktiveras först när de kommer i kontakt med organisk materia, innan dess befinner de sig i ett slags viloläge. När mikroberna aktiverats producerar de ett enzym, som livnär sig på organisk materia, som bildas under transpiration. Enzymproduktionen sker i högre takt än i vilken bakterietillväxten sker, vilket gör att bakterierna inte hinner få tillgång till näringen. Detta leder till att bakterierna svälter och dör och inte hinner orsaka den dåliga lukten. Det avfall som skapas, vid nedbrytningen, tar mikroberna tillvara på som näring. Denna process gör att mikroberna sedan kan föröka sig ytterligare. Vid mikrobernas förbränning av avfallet bildas restprodukter i form av vatten och koldioxid. När den organiska materian är förbrukad, bryts enzymet ned och mikroberna återgår till sitt vilotillstånd på textilytan. Tekniken är relativt ny och innehållet i den aktiva substansen patenterad (E-postkorrespondens Ullberg, 2011).

Ytterligare ett alternativ är att använda aktivt kol. Bamboo charcoal är en typ av aktivt kol som har flera egenskaper, bland annat fukttransporterande och antibakteriella. Ämnet tillverkas genom att torkad bambu hettas upp till 800°C och blir då aktivt kol. Kolet bryts därefter ner till partiklar i nano-storlek. Dessa partiklar kan inte själva spinnas till garn utan måste blandas med andra fibrer. Bambukolspartiklarna kan blandas in i fibrer av bomull, viskos, polyester eller polyamid vilka då blir som impregnerade av bambun snarare än att de blandas. Därefter spinns fibrerna till garn och går vidare till tygproduktion (Greenyarn, u.å.)

Som restprodukt från industrier där man utvunnit kokosmjölk och kokosfruktkött, får man kokosnötskal. Dessa restprodukter kan istället för att skalen slängs eller bränns upp används som råvara för att tillverka en ny produkt - Coconut charcoal. Tillverkningsprocessen fungerar ungefär som den för Bamboo charcoal. Skalen hettas upp till temperaturer på ca 1200°C så att de omvandlas till aktivt kol. De aktiva kol partiklarna blandas sedan in i andra textilfibrer till exempel polyester. Ur miljösynpunkt är det en stor vinst att kunna ta tillvara på en avfalls- och spillvara (Nantec textile Co. Ltd., u.å.).

PÅGÅENDE FORSKNING

I samarbete med SCA (Svenska Cellulosa Aktiebolaget) ska KTH ta fram ett antibakteriellt system för hygienprodukter. Kriterierna för projektet är att produkten ska vara miljövänlig och inte irritera huden. Vid tiden för rapportens författande bedrivs forskning vid Kungliga Tekniska Högskolan (KTH), på fibrer som täcks av en yta med bakteriedödande polymerer. Fibrerna, som består av cellulosa i detta fall, täcks med polymerer som har en svag positiv laddning. I och med att bakterierna har en svag negativ laddning, dras de till fibern av den elektrostatiska kraften, fastnar där och dör så småningom. Polymeren släpper inte från fibern vid tvätt eftersom den är starkt bunden till fibern och den framställs helt utan farliga lösningsmedel. Det finns heller ingen risk för att den skulle orsaka resistenta bakterier. Dessa egenskaper är en fördel jämfört med de antibakteriella ämnen som i dag finns på marknaden, till exempel de innehållande silverjoner. Forskarna räknar med att det kommer ta ungefär fem år innan tekniken är färdigutvecklad och redo att användas på marknaden. Framtida användningsområden kan vara till exempel: blöjor, sjukhuskläder, förpackningar, träningskläder, munskydd, plåster, vattenreningsfilter, luftfilter samt textilier (Karlsson-Ottosson, 2011).

EMPIRI

I detta avsnitt kommer all insamlad empirisk data från intervjuer, enkätundersökning och användartest att presenteras och sammanställas.

ANVÄNDARTEST

Avancerade laboratorietester kan visa en behandlings antibakteriella aktivitet och de flesta av de undersökta behandlingarna har genomgått någon form av antibakteriellt test. En av frågorna som ställs i rapporten, är om den antibakteriella aktiviteten gör någon märkbar skillnad för användaren, genom att minska den dåliga odören. För att ta reda på hur de antibakteriellt behandlade plaggen upplevs av konsumenten har därför ett användartest genomförts men en av de behandlingar som finns ute på marknaden idag.

UTFORMNING

Fyra testtröjor, två t-shirts och två linnen, har använts i fem tester. Den ena t-shirten och det ena linnet var behandlade med en silversaltbehandling och de övriga två var helt obehandlade. För att få ett så trovärdigt resultat som möjligt beslutades att varje tröja skulle klippas itu på mitten, vertikalt, för att sedan sys ihop med en del från en annan tröja (se bild 7). På så sätt erhöles fyra tröjor varav deras ena sida bar på behandlingen och den andra sidan var helt obehandlad. Genom att låta fyra testpersoner bära dessa tröjor under ansträngande fysisk aktivitet, utsattes tröjornas båda sidor för exakt samma mängd och typ av transpiration från en och samma person. Detta gjorde det möjligt att jämföra odören på den ena sidan av tröjan, med den andra sidan. Tröjorna numrerades då varje enskild testperson skulle använda samma tröja under alla tester.



Bild 7

GENOMFÖRANDE

Under fem träningspass i kickboxning fick fyra frivilliga manliga testpersoner använda testobjekten. Alla träningspass genomfördes samtidigt och under exakt samma tid och klimatförhållanden och med samma fysiska aktivitet för alla testpersoner. Efter varje genomförande av test utvärderades tröjorna av en luktpanel bestående av fyra frivilliga personer. Luktpanelen fick i uppgift att direkt efter träningspasset jämföra och bedöma svettodören på båda sidor av varje tröja och anteckna detta i ett utformat formulär (se bilaga 2). Varken testpersonerna eller luktpanelen kände till vilka av sidorna på tröjorna som var behandlade respektive obehandlade. Tröjorna hängdes efter varje tränings-tillfälle upp på tork inomhus.

RESULTAT

För att kunna räkna ut ett medelvärde på den bedömda svettodören, har de beskrivande formuleringarna i formuläret ersatts med ett poängsystem; ingen svettluktt=0, svag svettluktt=1, tydlig svettluktt=2, väldigt tydlig svettluktt=3, hade tvättat objektet=5. Enligt detta poängsystem innebär så låga poäng som möjligt den mest luktfria effekten (för uträkningarna se bilaga 3).

	Testobjekt 1 (t-shirt)		Testobjekt 2 (t-shirt)		Testobjekt 3 (linne)		Testobjekt 4 (linne)	
Test 1	0,75	1	0,25	1,25	1	1,5	0,5	1,25
Test 2	0,75	1,25	1,25	1,25	1,5	1,25	1	1,5
Test 3	1	1	0,5	0,75	1	1	1,25	0,5
Test 4	1	1,5	1,5	1,75	1	1	0,5	1
Test 5	0,75	1,5	2,75	2,5	2	2,25	3,75	3,25

Behandlad sida = Orange

Obehandlad sida = Blå

Tabellen visar de medelpoäng som räknats ut, för den obehandlade respektive behandlade sidan, baserade på luktpanelens bedömningar. Vad som tydligt framgår är att det inte är någon markant skillnad på de olika sidorna. Den behandlade sidan har i snitt lite bättre poäng, men båda sidor har fortfarande låga poäng. För båda sidor gäller även att de får lite högre poäng efter antal genomförda test, men även här är ökningen relativt liten. I vissa fall har den obehandlade sidan samma poäng som den behandlade och i två fall lägre poäng. Att en del objekt har fått lägre poäng än tidigare vid en bedömning, beror förmodligen på den utförda aktiviteten. Vid test-tillfälle nr 2 tränades specifikt armstyrka medan under test-tillfälle nr 3 tränades benstyrka, vilket kan ha resulterat i mindre svett på överkroppen vid det senare tillfället.

Utifrån de verbala beskrivningar som luktpanelen fick göra, kan inte heller några större skillnader mellan de båda sidorna urskiljas. Generellt är det främst under armarna som den tydligaste svettlukten identifierats (för sammanställning av verbala beskrivningar se bilaga 4).

ENKÄTUNDERSÖKNING

Enligt de flesta av de undersökta leverantörerna av antibakteriella behandlingar kan stora miljövinster göras genom användandet av deras produkter. De hänvisar till den minskade energi- och vattenförbrukningen som dessa plagg borde bidra till genom minskade antal tvättar, på grund av dess luktfria egenskaper i jämförelse med obehandlade plagg. Detta säljargument ifrågasätts i den här rapporten och ett behov av att ta reda på konsumenters användar- och tvättvanor för träningsplagg identifierades. En hypotes gällande konsumenters tvättvanor var att de generellt har att göra med andra aspekter, förutom dålig lukt, som till exempel bokad eller planerad tvättid, vetskap om att plagget använts ett visst antal gånger, smuts med mera. För att undersöka saken närmare beslöts att genomföra en enkätundersökning för att försöka kartlägga konsu-

menters användar- och tvättvanor för träningskläder. Förhoppningen var att utifrån resultatet kunna dra slutsatser kring huruvida dessa antibakteriella egenskaper verkligen leder till minskad energi- och vattenförbrukning och om den luktfria egenskapen är något som efterfrågas av konsumenterna (för enkätfrågorna, se bilaga 5).

SAMMANSTÄLLNING

Totalt 307 personer svarade på enkäten, varav 237 var kvinnor och 70 män. Av dessa personer svarade 37,5% att de tränar 1-2 gånger i veckan och 36,5% 3-4 gånger. Totalt tränar alltså 74 % av de svarande minst en gång i veckan. Utifrån detta anses därför att en stor del av deltagarna kan representera en trovärdig målgrupp för träningskläder.

Som största anledning till tvättning av sina träningskläder uppgav 40,4 % av respondenterna dålig lukt och 19,5 % att de slänger med dem när de ändå tvättar andra kläder. Övriga angav olika orsaker som till exempel smuts, bokad eller planerad tvättid med mera. 17,6 % tvättar sina träningskläder efter varje träningstillfälle på grund av vana. Lukt är alltså den enskilt övervägande orsaken men en nästan lika stor andel uppger att de tvättar samtidigt som andra kläder eller efter varje träning. Flera uppger även att de tvättar olika plagg olika ofta till exempel byxor mer sällan än toppar, linnen och t-shirts. En del svarar att de tycker kläderna känns ofräscha och svettiga efter användning och att de tvättas efter en till två tillfällen oavsett om plagget luktar eller inte.

På frågan om temperatur uppger 54,1 % att de tvättar i 40 °C i förhållande till detta svarar 45 % att de följer tvättrådet på plaggets etikett. Det som kan utläsas från de motiverade svarsalternativen är att många av personerna tvättar sina vanliga kläder i 40 °C och att de passar på att slänga med träningskläderna samtidigt. Många tvättar även i låg temperatur för att spara energi.

Av de svarande anser 41 % att det inte är viktigt vid inköp av träningskläder att de är antibakteriella/luktfria, medan endast 7,5 % betraktar det som viktigt och 27 % hade aldrig funderat över saken. De resterande 24,4 % visste inte om att det fanns dessa typer av plagg. Endast 9,5 % uppgav att de äger plagg som är behandlade och 47,4 % att de inte gör det. 43,1 % känner inte till om de äger några sådana plagg överhuvudtaget.

81,3 % anger att de inte känner till vilka ämnen som kan förekomma i antibakteriellt behandlade plagg och 18,8 % att de gör det. I de flesta fall uppger respondenterna att de känner till att silver i någon form (vissa uppger silverjoner och silvernanopartiklar) används i antibakteriellt syfte.

KORSTABULERADE ENKÄTSVAR

I nästa avsnitt visas och beskrivs tabeller på korstabulerade enkätsvar från framför allt de som äger antibakteriella plagg, för att ta reda på deras vanor och hur de upplever den antibakteriella egenskapen. Valet av frågor som korstabulerats har gjorts utifrån rapportens frågeställning för att få fram så relevant information som möjligt kring kundens användar- och tvättvanor samt inställning till och kunskap kring antibakteriella behandlingar.

Av de 29 personer som uppgett att de äger antibakteriellt behandlade plagg var det 16 kvinnor och 13 män. Tillskillnad från den övervägande majoritet kvinnor som svarat på enkäten är det alltså nästan lika många män som kvinnor som har dessa typer av plagg. Andelen kvinnor som tränar en eller flera gånger i veckan är ungefär lika stor som andelen män, av denna grupp. Ca 90 % uppger att de tränar mellan 1 – 4 gånger i veckan och 10 % varje dag. I diagram 1 kan man utläsa att av de 29 personer som har antibakteriella plagg så tycker ca 55 % av dem inte att det är viktigt vid inköp av träningskläder och det är ca 10 % som aldrig har funderat på det. Endast en tredjedel tycker denna egenskap är viktig.

Är det viktigt vid inköp av träningskläder att de är antibakteriella/luktfria?

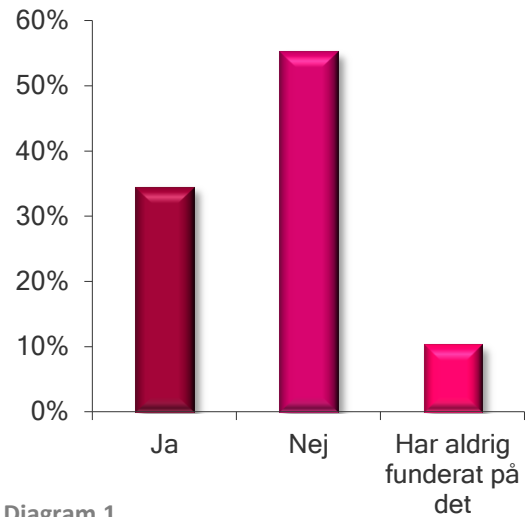


Diagram 1

Hur ofta tvättar du dina träningskläder?

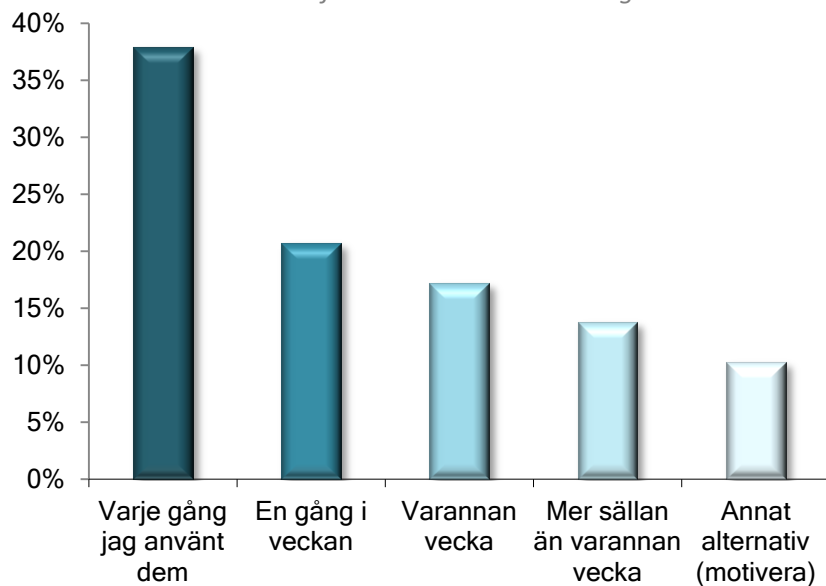
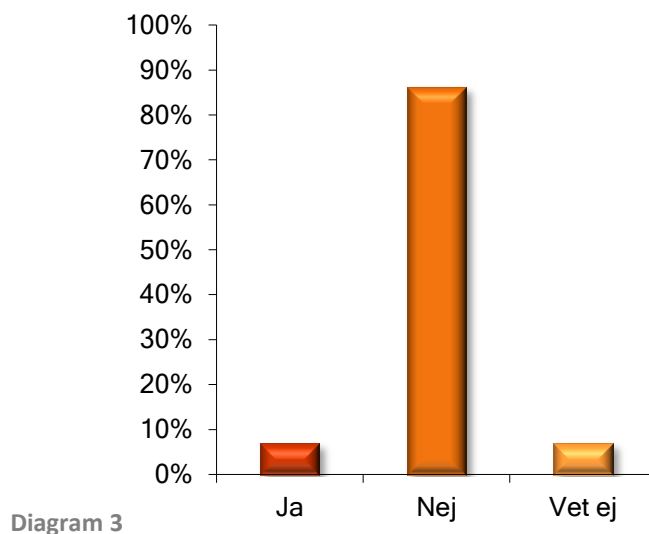


Diagram 2

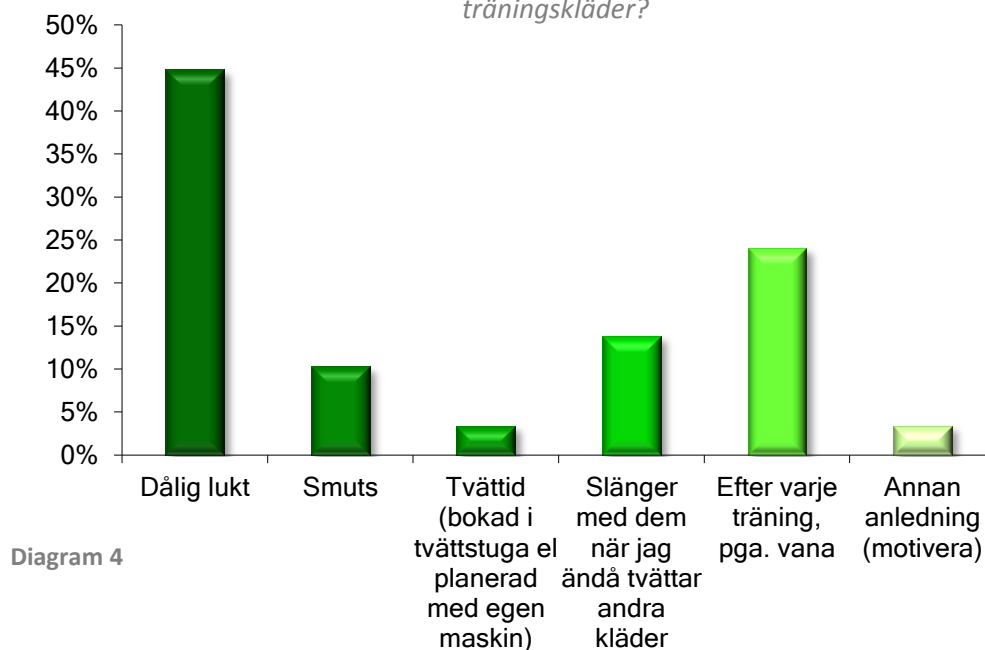
Diagram 2 visar tvättvanor för de som äger antibakteriella plagg. Över 37 % tvättar sina plagg efter varje träningsstillfälle, trots att de har lukt fria egenskaper och ca 20 % tvättar dem en gång i veckan.

I diagram 3 har samma personer fått svara på frågan om de tvättar sina behandlade plagg mer sällan än de utan behandling. Resultatet är påtagligt då över 85 % svarar att de inte gör det. Om man tittar på diagram 4 ser man att den största anledningen till tvätt hos de som äger antibakteriella plagg är dålig lukt, med reservation för att alla deras plagg förmodligen inte är behandlade.

Om du har kläder som är antibakteriellt behandlade (ofta kallade anti-odör, luktfria etc.) tvättar du dem mer sällan än de utan behandling?



Vilken är den vanligaste orsaken till att du tvättar dina träningskläder?



Hos de personer 145 personer som inte äger antibakteriellt behandlade plagg så är träningsfrekvensen ungefär 1 – 4 gånger i veckan hos 70 % och mindre än en gång i veckan hos 26 %. Diagram 5 visar att över 50 % av de som inte äger antibakteriella plagg tvättar sina träningskläder efter varje träning eller en gång i veckan. Detta kan jämföras med de nästan 60 % med samma tvättvanor av de som har antibakteriella plagg. Skillnaden på tvättvanor för dessa två grupper är alltså inte anmärkningsvärd.

Hur ofta tvättar du dina träningskläder?

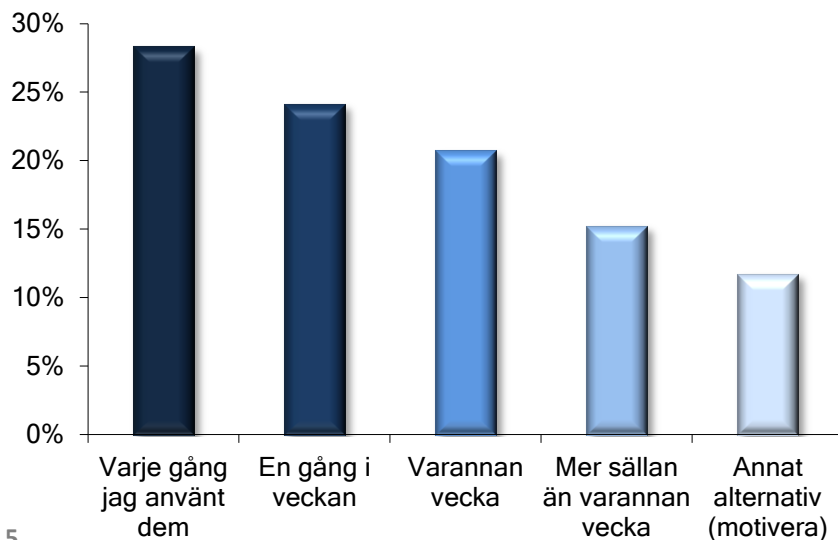


Diagram 5

Vilken är den vanligaste orsaken till att du tvättar dina träningskläder?

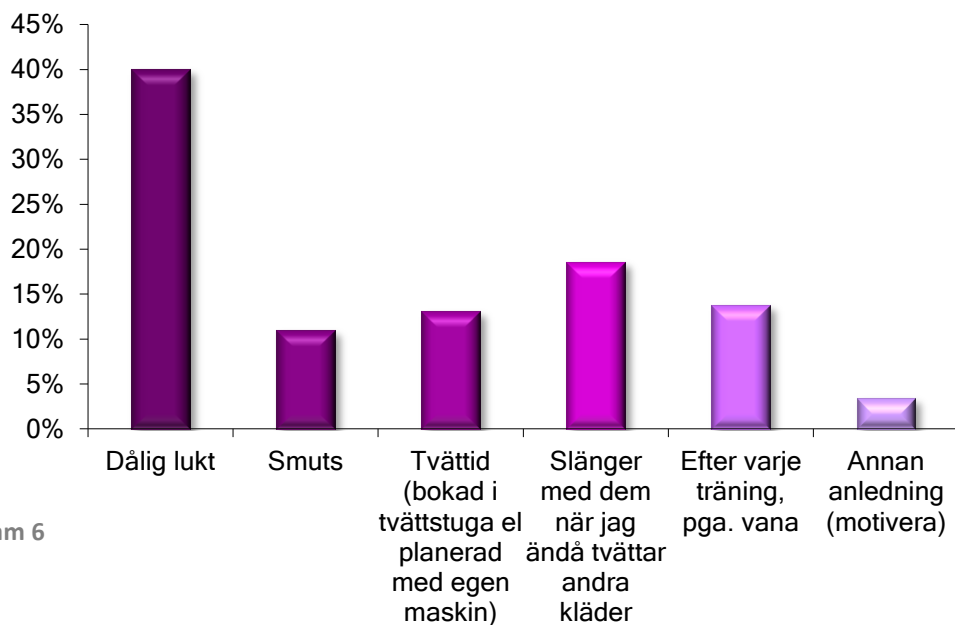


Diagram 6

Diagram 6 visar att ca 40 % av gruppen som inte har antibakteriella plagg anger dålig lukt som största orsak till tvätt, inte så långt ifrån de ca 45 % som angett samma orsak hos dem som har behandlade plagg. En relativt stor andel, över 30 % anger tvättid eller att de passar på att slänga med sina träningskläder samtidigt som de tvättar andra kläder, som orsak till tvätt.

Diagram 7 visar hur stor andel som känner till vilka ämnen som kan förekomma i antibakteriella behandlingar, av de som äger antibakteriellt behandlade plagg. I diagram 8 har samma fråga ställts till dem som inte har några behandlade plagg.

Känner du till vilka ämnen som kan komma ut i avloppet när du tvättar träningskläder som är antibakteriellt behandlade?

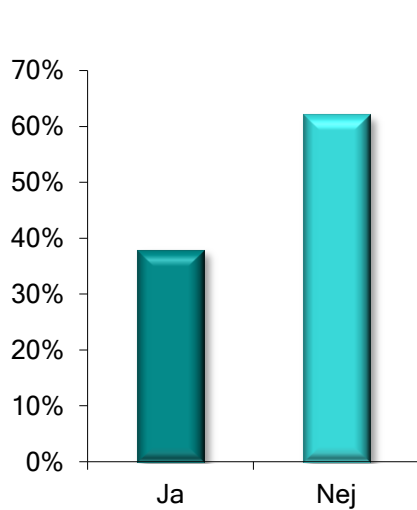


Diagram 7

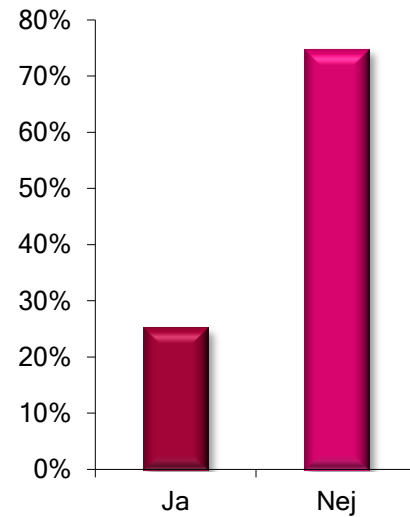


Diagram 8

ANALYS & DISKUSSION

I detta avsnitt analyseras och diskuteras den insamlade teorin och ställs mot de empiriska resultaten. Problemet rapporten avser att svara på är om fördelarna överväger nackdelarna med antibakteriella behandlingar. För att kunna göra detta har problemet delats upp i delfrågor som rör miljöpåverkan, hälsorisker och konsumentperspektiv, dessa behandlas i diskussionen under separata stycken.

MILJÖPÅVERKAN

När antibakteriella plagg behandlade med silversalter tvättas och används läcker silverjoner ut i avloppet och till vår omgivande miljö (Finnsen & Eiderström, 2010), på grund av att det inte helt går att förhindra att det verksamma ämnet släpper från textilen. Trots att det till viss del kan påvisas med hjälp av laborietester (till exempel med agar diffusion test) att produkten inte är en så kallad migrerande produkt, sker bekämpningen av bakterierna genom silverjonen och för att detta ska kunna ske krävs ett utbyte av joner så att den aktiva jonen släpper från textilfibern (Ecotextile News, 2010). Det faktum att behandlingen fungerar genom så kallad controlled-release då aktivering av det verksamma ämnet sker när fukt i någon form tillförs textilen (Rudolf Chemie, u.å.) kan konstateras att ämnet även torde läcka ut vid kontakt med tvättvattnet och inte enbart vid transpiration. Förutom att silverjoner lösgörs vid kontakt med fukt kan heller inte uteslutas att de fibrer som nöts av från textilerna vid mekanisk nötning, till exempel under tvätt och användning, innehåller silverjoner (Intervju Lennartsson, 2011) och riskerar då att spridas vidare till andra textilier samt till luften i form av damm.

Trots att behandlingen är starkt bunden till fibern eller till och med är integrerad vid smältspinningen av syntetfiber, bör i åtanke finnas att dessa textilier så småningom kommer att kasseras och då hamna i den allmänna avfallshantering där kemikalierna riskerar att orsaka ytterligare problem. Vad som händer med det silver som konsumenters kläder innehåller när de når avfallshanteringen är något som inte har behandlats i rapporten men som borde forskas ytterligare på. Vidare krävs hantering av olika silverföreningar när silvret ska brytas/utvinnas och den antibakteriella substansen ska framställas samt vid appliceringen på textilerna, detta skulle kunna ha både negativ miljöpåverkan och hälsopåverkan om hanteringen inte sker på rätt sätt. Dessa områden är inte undersökta i rapporten och forskning vore relevant för att ge ett ännu bredare perspektiv på problemet. Genom att använda till exempel foulard vid applicering kan avfallsvattnet minimeras vid beredningen i stället för att tillsätta substansen i färgbadet som rymmer avsevärt större mängd vatten (Intervju Engelmann, 2011). Dock bör striktare reglering vid hantering av avfallsvatten införas då Naturvårdsverket uppmätt förhöjda silverhalter i anslutning till tvätterier och färgerier. Då det påvisats en allmänspridning som innebär att silvret bland annat kommer från dagligvatten och hushåll kan en parallell dras till den ökade användningen av silver i konsumentprodukter.

Att alla silverjoner som frigörs från textilerna under tvätt skulle förena med svaveljoner i avloppet och bilda svårlösliga silversulfider och då anses "avaktiverade" (Sportfack, 2010) har inte hittats några starka belägg för och risken att en del silverjoner, även om en stor del av dem skulle förena sig med andra ämnen, sprids till sediment och våtmarker är därför stor. Trots att silverjonen har den största negativa påverkan på levande organismer har silver även i andra former viss negativ påverkan då man till exempel upptäckt att silverförorenade jordar uppvisar negativ effekt på de två processerna denitrifikation och respiration, som är vital för vissa organismer (Posner, 2009). Då föreningen silversulfid är en svårlösligförening som lätt bioackumuleras när den kommer

ut i naturen anses argumentet om att denna förening inte skulle vara skadliga som ohållbart. Vidare anses utifrån riksdagens miljömål, att 60 % av det fosfor som finns i avloppet ska återföras till marken i form av gödsel (Davidsson, Naezer, & Nordén, 2011), då det avskilda slammet innehåller halter av olika silverföreningar, att all spridning av silver bör undvikas, oavsett form, till vårt allmänna avlopp.

Då en utredning pågår av Kemikalieinspektionen gällande silver som biocidprodukt, vid tidpunkt för rapportens författande, finns det ingen anledning att inte anta försiktighetsprincipen, i enlighet med REACH och den svenska kemikaliepolitiken (Miljödepartementet, 2011), till dess att utredningen är klar och avstå från användande av silver i konsumentprodukter. Den oenighet som råder angående gränsvärden för silver i konsumentprodukter pekar på otillräcklig kunskap inom området och de gränsvärden som finns rör ofta silver i olika former och gäller andra användningsområden än konsumentprodukter, vilket gör att de inte går att applicera i detta sammanhang. Trots dessa oklarheter finner man indikationer på önskan av ett föreliggande förbud då bland annat miljövetare och forskare på området samt Textilimportörerna rekommenderar att man ej ska använda silverjoner i konsumentprodukter (Textilimportörerna, 2010).

Argumentet att användandet av antibakteriellt behandlade plagg skulle bidra till ökade miljövinster då konsumenten inte tvättar sitt plagg lika ofta som obehandlade plagg dementeras helt i denna rapport. Grundat på de svar som erhållits från respondenterna i den genomförda enkäten, leder denna användning inte till minskad vatten-, energi- och tvättmedelsanvändning. Trots den antibakteriella behandlingen tvättar de flesta respondenterna sina träningsplagg efter varje träningsstillfälle eller en gång i veckan. Här ses ett väldigt tydligt beteende hos konsumenten som inte stämmer överens med argumentet som de flesta leverantörerna hänvisar till. Då ca 90 % av svarsgruppen på totalt 29 personer, som äger behandlade plagg, tränar mellan 1 – 4 gånger i veckan och 10 % varje dag, skulle man kunna anta att dessa tvättar sina plagg efter varje tillfälle, eller minst en gång i veckan. Om så är fallet skulle det resultera i minst 29 stycken tvättar i veckan, endast för denna grupp. Då huvudparten av de svarande redan tvättar sina träningskläder i 40°C är en minskad energiåtgång vid användning av antibakteriella plagg inte heller något hållbart argument.

Hur kommer det sig då att flera av dessa behandlingar får bära vedertagna miljöcertifieringar som Bluesign och Cradle to Cradle? Ett möjligt svar på frågan är att ingen av dessa har några gränsvärden för silverinnehåll i konsumentprodukter (Bluesign, 2010), (Cradle to cradle, u.å.). Silver bedöms enligt dessa certifieringar inte som någon biocidprodukt och på listan för tungmetaller hos Cradle to Cradle, finns silver inte ens uppräknat. Istället ses för dessa båda certifieringar till om leverantörerna använder återvunnen råvara i sin produktion, vilket görs i flera fall och också ifall slutprodukten går att återvinna, vilket också är fullt möjligt för behandlade polyesterfibrer.

HÄLSORISKER

Liksom gällande miljöcertifieringarna har den humanekologiska märkningen Oeko-tex Standard 100 , som de flesta produkterna bär, heller inga registrerade gränsvärden (Oeko-tex, u.å.) för silverinnehåll i konsumentprodukter. Det kan därför antas att i bedömningen av produkten inte tagits hänsyn till silverinnehållet, utan andra parametrar.

Då studier har visat att mindre partiklar i nanostorlek eller joner, har den största antibakteriella effekten (Johnston, Hutchison, Christensen, Peters, & Hankin, 2009), skulle en ökad användning av silver i just dessa former kunna väntas. Men faktum är att kunskapen om hur dessa små partiklar påverkar levande organismer är relativt liten och forskning pågår inom området. Dock har forskning påvisat att de mindre partiklarna har lättare att tränga igenom hud och vävnader vilket innebär en ökad risk för att silver bioackumuleras i våra kroppar vid användandet av behandlade produkter. I Hohenstein Institutes pressrelease om deras dermatologiska studie slår forskarna fast att användning av silverbehandlade plagg är helt ofarligt för användaren, då de ej uppmätt några förändringar i hudens naturliga bakterieflora. Viss skepsis riktas mot detta resultat då studien endast genomförts under en kortare period av sex veckor och konsumenters användning av behandlade plagg rimligtvis skulle sträcka sig över en betydligt längre period än så. Dessutom tar studien ingen hänsyn till den föreliggande risken för utveckling av resistent bakterier, vilket i förlängningen skulle vara en hälsorisk. Även om behandlade plagg skulle vara helt ofarliga för användaren genom att inte påverka den naturliga bakteriefloran och mikroklimatet kvarstår problematiken kring riskerna för de som arbetar med framställning och applicering av dessa produkter, där de dagligen exponeras för lösliga silverföreningar. Dock behövs ytterligare fältstudier göras på olika typer av anläggningar och beredningsverk, i och utanför EU för att bättre kunna bedöma riskerna, något som inte varit möjligt i denna studie.

Ur hälsosynpunkt bör ett bredare och längre tidsperspektiv vid riskbedömning användas då forskning har visat på utveckling av silverresistent bakterier och att dessa bakterier även kan utveckla antibiotikaresistens (Melhus, 2007). Istället för att låta argumentet över rädslan för svettlukt ta överhanden bör myndigheter, leverantörer och konsumenter tänka mera långsiktigt och föregå den problematik som skulle uppstå inom sjukvården om det skulle bli en global utbredning av silver- och antibiotikaresistent bakterier. Då den dåliga lukten till slut inte kan motverkas (Melhus, 2007) skulle detta leda till ytterligare ökad användning av kemikalier i syfte att tillfredsställa konsumenters ytliga behov.

KONSUMENTPERSPEKTIV

Av resultaten från enkäten kan utläsas att kunskapen kring antibakteriella behandlingar generellt är väldigt begränsad och att största delen av de tillfrågade konsumenterna inte lägger så stor eller någon vikt alls vid dessa typer av behandlingar. Om den höga siffran som visar att över 40 % inte känner till om de äger några sådana plagg överhuvudtaget, beror på kundens okunskap och ointresse eller leverantörernas otydliga eller obefintliga märkningar kan inte utläsas av enkätresultatet.

Av de diagram där svar från respondenter ägande antibakteriella plagg, har korstabulerats kan slutsatsen dras att det främst är andra egenskaper som efterfrågas i första hand vid inköp av träningskläder och inte de luktfria.

De som äger antibakteriellt behandlade plagg svarar att de inte tvättar sina antibakteriella plagg mer sällan än de utan behandling. Frågan som kan ställas utifrån detta resultat och som enkäten inte ger ett tydligt svar på är om de behandlade plaggen tvättas på grund av lukt, det vill säga att behandlingen inte gör någon märkbar skillnad för användaren, eller om respondenterna tvättar dem så ofta på grund av andra orsaker, till exempel a vana.

Dock uppger majoriteten av både de respondenter som äger antibakteriella plagg och de som inte gör det, dålig lukt som den största tvättorsaken. Ungefär en tredjedel av de som inte äger antibakteriella plagg anger tvättid eller att de slänger med dem när man tvättar annat, som orsak till tvätt. Utifrån det kan slutsatsen dras att dessa personer inte skulle tvätta mindre ofta, även om de hade ägt antibakteriella plagg.

De på enkäten svarande konsumenterna är generellt sett relativt utbildade på området oavsett de äger antibakteriella plagg eller inte. En viss förklaring kan vara att en stor del inte ens kände till att det fanns dessa typer av plagg. En annan kan vara de otydliga märkningar som plaggens hangtags har, där det inte alltid framgår vilket verksamt ämne som använts eller ens att plagget har en antibakteriell behandling.

Av de motiverade svaren visste en övervägande del av de svarande att dessa behandlingar ofta görs med silver i någon form. Enligt enkätsvaren visade sig en stor del av konsumenterna vara negativt inställda till antibakteriellt behandlade plagg över lag. Fler ansåg att dessa borde förbjudas på grund av de ämnen som kan ingå och på grund av brister i kunskap om hur dessa kan komma att påverka vår miljö och hälsa i det långa loppet. En övrig synpunkt som bör tas i beaktning är cocktaileffekten som börjat forskats på allt mer. Där vissa ämnen som enskilt och i små doser inte har någon större negativ påverkan på den mänskliga hälsan och miljön, men där de tillsammans med andra kemiska substanser kan visa sig vara mycket giftiga.

Den luktfria effektiviteten undersöktes endast hos en leverantörs behandling i form av användartestet, vilket kan leda till viss missvisning av resultatet. Önskvärt hade varit att jämföra behandlingar från flera olika leverantörer och detta rekommenderas att göra vid fortsatt forskning av den luktfria effekten. Enligt testresultatet gav den antibakteriella behandlingen inte någon markant förbättring av minskad svettluk. En liten minskning av svettluk kunde registreras jämfört med de obehandlade plaggen men den var så minimal att det inte gjorde någon större skillnad för användarna. Grundat på resultatet anses det därför onödigt att applicera silversaltbaserade behandlingar på träningskläder i avsikt att eliminera svettluk.

I den här rapporten ligger fokus på konsumenternas vanor och inställning och den skulle kunna utgöra ett bra komplement till andra uppsatser inom samma eller likande problemområde, med fokus på till exempel de olika marknadsaktörerna. En studie görs vid tidpunkt för rapportens skrivande vid Chalmers tekniska högskola av studenten Derek L. Diener, som behandlar ämnet silver i produktkedjan, från utvinning till slam, med fokus på viktiga marknadsaktörer. Rapporten beräknas vara klar vårterminen 2011. Som ytterligare komplement skulle forskning kring silverindustrin vara relevant. Då övergången från analog- till digitalfotografering bidragit till minskad efterfrågan på silver inom fotoindustrin finns viss förmodan om att silverindustrin i förhoppning att hitta nya marknader nu riktar sig till produktutvecklande leverantörer av konsumentvaror, då efterfrågan på antibakteriella produkter ökar.

SLUTSATS

I detta avsnitt presenteras rapportens slutsats som baseras på analysen i diskussionskapitlet. Utifrån rapportens syfte är avsikten med detta kapitel att svara på de uppställda frågeformuleringarna.

Då stora oenigheter mellan leverantörer, forskare samt kunniga inom miljö och medicin råder har det varit problematiskt att göra en helt objektiv bedömning kring ämnet. Författaren av rapporten anser ändå att de källor som till exempel Kemikalieinspektionen, Naturvårdsverket med flera samt forskare och sakkunniga som påvisar negativa miljö- och hälsoaspekter har större trovärdighet än källorna i form av de aktörer som finns på marknaden då dessa har som avsikt att sälja in sin produkt och säkerligen inte vill offentliggöra de uppgifter som kan vara till nackdel för dem.

➤ **Överväger fördelarna nackdelarna med antibakteriella behandlingar?**

Beträffande problemformuleringen kan det konstateras att fördelarna med silversaltbaserade behandlingar inte överväger nackdelarna. I själva verket är de helt onödiga då de empiriska resultaten tydligt visar att varken den dåliga lukten elimineras eller minskas märkbart samt att de responderande konsumenternas användar- och tvättvanor inte påverkas av dessa behandlingar. Slutsatsen kan även stärkas utifrån rapportens teoretiska resultat gällande miljö- och hälsopåverkan.

○ **Hur ser miljöpåverkan ut när silverjoner fälls ut i avloppsvattnet?**

Baserat på de insamlade teoretiska fakta konstateras att silverjoner har en negativ påverkan på miljön då det är ett ämne som lätt bioackumuleras samt är direkt giftigt för levande organismer då det bland annat minskar reproduktionsförmågan hos vattenlevande organismer.

○ **Finns det hälsorisker vid användandet av plagg behandlade med silversalter?**

Beträffande påverkan av silverjoner på människors hälsa, anses att den största risken främst ligger i den möjliga utvecklingen av resistent bakterier. Även om färiska dermatologiska tester från Hohenstein Institutet visar att användarens naturliga bakterieflora på huden inte påverkas märkbart, anses risken för utveckling av resistent bakterier vara nog för att undvika användning av silverjoner i konsumentprodukter. Fortsatt användning skulle enligt forskare kunna leda till ökade svårigheter inom sjukvården med utveckling av antibiotikaresistens och även till att de antibakteriella behandlingarna kontinuerligt måste förbättras för att klara av de resistent bakterier.

○ **Hur ser konsumenters användar- och tvättvanor för träningskläder ut?**

Utifrån de svarande konsumenternas perspektiv framgår det tydligt att dessa behandlingar varken påverkar användar- eller tvättvanor. Vilket i sin tur innebär att de inte alls skulle innebära någon miljöfördel på grund av minskade antal tvättar. Detta argument från leverantörerna av dessa produkter är endast hypotetiska och utopiska över hur en konsument enligt dem borde hantera och tvätta dessa plagg, men som inte är tillräckligt förankrat i användarnas verkliga beteende.

○ **Upplever konsumenten att antibakteriella träningskläder uppfyller kraven på de luktfria egenskaperna?**

De respondenter som svarat på enkäten samt de testpersoner som medverkat i användartestet upplever inte någon markant förbättring av behandlade träningskläder.

Då det finns sannolika skäl att anta att ett förbud mot dessa typer av behandlingar, inom EU kommer att lagstiftas inom några års framtid, finns det ingen anledning att fortsätta användningen. Rekommendationer från både Textilimportörernas kemikalieguide, forskare, sakkunniga inom området samt andra trovärdiga och relevanta informationskällor säger att man som leverantör bör avstå från användandet av silverföreningar i så stor utsträckning som det är möjligt.

En av leverantörernas argument för att sälja dessa produkter är, att det är så små mängder "ofarliga" silverföreningar som kommer ut i avloppet vid tvätt att det är försumbart. Detta anses av författaren som mycket inkonsekvent, då man får anta att denna leverantör, liksom övriga, förmodligen har som mål att expandera och ta nya marknadsandelar, vilket i sin tur skulle leda till en ökad användning av behandlade plagg och därmed ökade silverutsläpp till avloppet.

En slutsats som dragits i fallet gällande att dessa beredningar får bära den humanekologiska märkningen Oeko-tex Standard 100 samt vissa miljöcertifieringar är att det inte finns några gränsvärden eller regleringar för silverinnehåll i konsumentvaror. Som anledning till varför inga gränsvärden finns anges brister i kunskapen kring silver. Förhoppningsvis kommer regleringar av dessa göras i och med EUs lagstiftning REACH och det kommande resultatet från Kemikalieinspektionens utredning. Men än så länge kan inte certifieringarna anses ta hänsyn till den miljö- och hälsopåverkan silver i textila konsumentprodukter kan ha, på ett relevant och trovärdigt sätt.

För att minimera otrevlig odör i träningskläder föreslås att istället för att använda silver-saltbehandlingar att man blandar in material med naturligt antibakteriella egenskaper till exempel ull tillsammans med polyesterfibrer. Alternativt använder fibrer med aktivt kol eller helt enkelt väntar tills bättre alternativ till de silverbaserade finns att tillgå.

Författaren uppmanar leverantörer av silversaltbaserade behandlingar, produktutvecklande textila varumärkesleverantörer samt alla konsumenter att avstå ifrån all användning av dessa typer av behandlingar då de uppenbart inte har några tydliga fördelar, utan snarare medför flera problem och risker. Istället borde textilbranschen gemensamt ta avstånd och informera konsumenterna om de negativa effekterna dessa behandlingar kan ha. Svettdoft är en naturlig del av en aktiv livsstil och detta är något konsumenter av träningskläder kommer att få stå ut med tills vidare, oavsett de har antibakteriella kläder eller inte.

REFERENSER

Advansa. (2006). Coolmax FreshFX. Turkiet: Advansa.

Björkstén, U. (den 27 September 2010). *Vetenskap och miljö: Förbjudet silver säljs som kosttillskott*. Hämtat från Sverigesradio:
<http://sverigesradio.se/sida/artikel.aspx?programid=406&artikel=4042680> den 11 April 2011

Bluesign. (2010). *Bluesign standard substances list*. St. Gallen: Bluesign technologies AG.

Braddock, S. E., & O'Mahony, M. (2002). *Sportstech*. New York: Thames and Hudson Inc.

Cradle to cradle. (u.å.). *Certification*. Hämtat från Cradle to cradle:
<http://mbdc.com/detail.aspx?linkid=2&sublink=8> den 22 April 2011

Davidsson, F., Naezer, U., & Nordén, L. (den 22 Mars 2011). Silver i kläder ett allvarligt miljöhot. *Göteborgsposten*.

Drake, P. L., & Hazelwood, K. J. (2005). *Exposure-related health effects of silver and silver compounds: A review*. Oxford: Oxford University Press.

ECHA. (u.å.). *About REACH*. Hämtat från ECHA:
http://guidance.echa.europa.eu/about_reach_en.htm den 11 April 2011

Ecotextile News. (Augusti 2010). Microbe tests bug experts. *Ecotextile News*, ss. 18-20.

E-postkorrespondens Morsten, S. (Mars 2011). Textil och läderlaboratoriet. (J. Damm, Intervjuare)

E-postkorrespondens Rook, R. (2011). Sales director Sciessent LLC. (J. Damm, Intervjuare)

E-postkorrespondens Sjösten, P. (2011). VP Commercial Operation Polygiene AB. (J. Damm, Intervjuare)

E-postkorrespondens Ullberg, U. (2011). 2U Active Wear AB. (J. Damm, Intervjuare)

E-postkorrespondens Zimmermann, D. (2011). Business development manager Sanitized AG. (J. Damm, Intervjuare)

Finnson, A., & Eiderström, E. (2010). KO-anmälan av Polygiene. Göteborg: Naturskyddsföreningen.

Greenyarn. (u.å.). *Technology*. Hämtat från Greenyarn:
<http://www.greenyarn.com/technology.htm> den 4 April 2011

Hohenstein Textile Testing Institute. (2011). *Press release*. Bönningheim: Hohenstein Textile Testing Institute.

Holme, I. M., & Solvang, B. K. (1997). *Forskningsmetodik - om kvalitativa och kvantitativa metoder*. Lund: Studentlitteratur.

Intervju Engelman, J. (den 3 Februari 2011). Delägare Sjuhäradsbygdens färgeri. (J. Damm, Intervjuare)

Intervju Gustafsson, S. (den 24 Mars 2011). Fabrikschef Gustafsson & Sala stickeri AB. (J. Damm, Intervjuare)

Intervju Lennartsson, A. (den 3 Februari 2011). Delägare IL Service AB. (J. Damm, Intervjuare)

Johanson, G., & Schenk, L. (2010). *Kunskapsöversikt - Reach och hygieniska gränsvärden*. Stockholm: Arbetsmiljöverket.

Johnston, H. J., Hutchison, G., Christensen, F. M., Peters, S., & Hankin, S. (2009). *A review of the in vivo and in vitro toxicity of silver and gold particulates: Particle attributes and biological mechanisms responsible for the observed toxicity*. London: Informa healthcare.

Karlsson-Ottosson, U. (den 13 April 2011). Nya smittvapnet - laddad polymer. *Ny teknik*.

Kemikalieinspektionen. (den 10 Oktober 2006). *Lagstiftning*. Hämtat från Kemi - Kemikalieinspektionen: http://www.kemi.se/templates/PRIOPage____4555.aspx den 8 April 2011

Kemikalieinspektionen. (den 2 Augusti 2006). *Tillverkare och importörer: Kemikalier i varor*. Hämtat från Kemi - Kemikalieinspektionen: http://www.kemi.se/templates/Page____3503.aspx den 11 Mars 2011

Kruse, K. (2009). *Analyser av kemikalier i varor*. Göteborg: Göteborgs Stad Miljöförvaltningen.

Kvarnström, K. (den 18 Maj 2010). Rådgivare för Teknikföretagen. (J. Damm, Intervjuare)

Mayo Foundation for Medical Education and Research. (den 9 December 2010). Sweating and body odor. Scottsdale: Mayo Foundation for Medical Education and Research.

MBDC. (2008). *Material Health*. Charlottesville: Mc Donough Braungart design chemistry, LLC.

Melhus, Å. (den 5 Mars 2007). *Debatt - Silver hot mot antibiotikaanvändningen*. Hämtat från Kemivärlden Biotech - kemisk tidskrift: <http://www.chemicalnet.se/iuware.aspx?pageid=1303&ssoid=1323> den 3 April 2011

Miljödepartementet. (den 10 Februari 2011). *Kemikalier: Reglering av kemikalier på EU-nivå*. Hämtat från Regeringskansliet: <http://www.regeringen.se/sb/d/6043> den 27 April 2011

Miljöstyrringsrådet. (2011). *Motiv till Miljöstyrringsrådets upphandlingskriterier för textil och läder*. Stockholm: Miljöstyrringsrådet.

Nantec textile Co. Ltd. (u.å.). *Coconuts-charcoal Fiber*. Hämtat från Nantec: <http://www.nantec.cn/EN/Info.aspx?NewsID=SyOthvdegX0%3d> den 4 April 2011

Nationalencyklopedin. (u.å.). *Bakterier*. Hämtat från Nationalencyklopedin: <http://www.ne.se/bakterier> den 4 April 2011

Nationalencyklopedin. (u.å.). *Denitrifikation*. Hämtat från Nationalencyklopedin: <http://www.ne.se/denitrifikation> den 12 Maj 2011

Nationalencyklopedin. (u.å.). *Hälsa*. Hämtat från Nationalencyklopedin: <http://www.ne.se/hälsa> den 4 April 2011

Nationalencyklopedin. (u.å.). *Miljö*. Hämtat från Nationalencyklopedin: <http://www.ne.se/miljö> den 4 April 2011

Naturvårdsverket. (2009). *Vilka halter av miljöfarliga ämnen hittar vi i miljön?* Stockholm: Naturvårdsverket.

Oeko-tex. (2011). *Oeko-tex 100 standard - Limit values and fastness, part 1*. Zürich: Oeko-tex.

Oeko-tex. (u.å.). *Oeko-tex standard 100*. Hämtat från Oeko-tex: http://www.oeko-tex.com/OekoTex100_PUBLIC/ den 11 April 2011

Posner, S. (den 3 Mars 2009). Silver. Kemikaliegruppen Swerea IVF.

Quinn, B. (2010). *Textile futures*. Oxford: Berg.

Rosen, A. (den 29 September 2010). *Frågor i fokus: Silver*. Hämtat från Kemi - Kemikalieinspektionen: <http://www.kemi.se/templates/Page.aspx?id=5306> den 18 Februari 2011

Rudin Snöbohm, C. (den 4 Maj 2010). *Frågor i fokus: Kemikalier i textilier*. Hämtat från Kemi - Kemikalieinspektionen: http://www.kemi.se/templates/Page____5003.aspx den 22 April 2011

Rudolf Chemie. (u.å.). The ultimate hygienic finish for textiles. *Rudolf-Info 5/07* . Geretsried: Rudolf Group.

Silver, S. (2003). *Bacterial silver resistance: molecular biology and uses and misuses of silver compounds*. Chicago: Department of Microbiology and Immunology, University of Illinois.

Sportfack. (den 23 September 2010). *Polygiene bemöter kritiken från Naturskyddsföreningen*. Hämtat från Sportfack: <http://www.sportfack.se/artiklar/nyheter/20100923/polygiene-bemoter-kritiken-fran-naturskyddsforeningen/?page=1> den 12 Maj 2011

Stjernman-Forsberg, L., & Eriksson, J. (2002). *Spårelement i mark, grödor och markorganismer*. Stockholm: Naturvårdsverket.

Svenska Akademiens Ordbok. (u.å.). *Anti [ANTI-.prefix2 4.a]*. Hämtat från Svenska Akademiens Ordbok: <http://g3.spraakdata.gu.se/saob/> den 4 April 2011

Söderberg, L., & Karlsson, M. (den 04 08 2010). Regeringen måste förbjuda bakteriedödande tillsatser. *Dagens Nyheter* .

Textiles Intelligence. (den 17 Juni 2005). Microencapsulation technology opens up new marketing opportunities for textiles and apparel. *Press release* . Wilmslow, Storbritannien: Textiles Intelligence.

Textilimportörerna. (2010). *Textilimportörernas kemikalieguide*. Stockholm: Textilimportörerna.

Vigo, T. L. (1994). *Textile processing and properties*. Amsterdam: Elsevier Science BV .

World Health Organization. (2003). *Silver in drinking-water*. Geneva: World Health Organization.

Östman, M. (u.å.). *Teknisk beskrivning av ämnet: Oorganiska silversalter*. Hämtat från Kemi - Kemikalieinspektionen:
http://apps.kemi.se/flodessok/floden/kemamne/oorganiska_silversalter.htm den 18 Februari 2011

BILAGA 1 – HÄLSOEFFEKTER VID SILVEREXPONERING

Tabellen, som är en sammanställning från original-källan, visar vad olika former av silver har för hälsoeffekt vid exponering (Drake & Hazelwood, 2005).

TABLE 2. HEALTH EFFECTS ASSOCIATED WITH VARIOUS FORMS OF SILVER		
SOURCE OF SILVER	OUTCOME AND/OR HEALTH EFFECTS	REFERENCES
MEDICINAL		
Silver nitrate—oral ulcerations	Argyria	Aaseth et al., 1981; Lee and Lee, 1994
silver nitrate—topical for gingival bleeding	Argyria, silver deposits in organsa, and abdominal pain	Marshall and Schneider, 1977
Silver nitrate solution—varicose veins	Argyria	Shelley et al., 1987
Silver acetate—antismoking gum, lozenges, and tablets	Argyria	Jensen et al., 1988; MacIntyre, 1978; Van Garsse and Versieck, 1995
Colloidal silver protein— allergy and cold med.	Argyria and high blood-silver levels	Gulbranson et al., 2000
Colloidal silver protein— treatment of ailments	Argyria	White et al., 2003
Silver protein—nose drops	Argyria	Jacobs, 1998
Colloidal protein—eye drops	Argyrosis	Loeffler and Lee, 1987
Colloidal silver and silver compounds	Argyria, argyrosis	Hill and Pillsbury, 1939
Silver coated pills—mouth freshener	Argyria	Sato et al., 1999 (case 1)
Silver coated acupuncture needles	Argyria	Sato et al., 1999 (case 2)
Silver in water—hemodialysis therapy	Argyria	Sue et al., 2001
OCCUPATIONAL		
Soluble	Elevated blood-silver levels	Armitage et al., 1996
Soluble	Argyrosis, elevated blood-silver levels	Williams, 1999
Soluble	Argyria, argyrosis, abdominal pain	Rosenman et al., 1979
Soluble	Argyrosis, abdominal painb, nosebleedb, respiratory irritation, allergic response	Rosenman et al., 1987
Soluble	Argyria, ocular argyrosis	Moss et al., 1979
Soluble	Argyria, argyrosis	Wobling et al., 1988 (soluble group)
Soluble	Argyrosis	Williams and Gardner, 1995 (case 2)
Soluble	Argyria	Buckley, 1963
Metallic	Argyro-siderosis of the lungs	Barrie and Harding, 1947
Metallic	No health effects	Linnett and Bradford, 1996
Insoluble	Severe circulatory and respiratory symptomsc	Forycki et al., 1983
Insoluble	Argyrosis	Pifer et al., 1989
Insoluble	No health effects	DiVincenzo et al., 1985
Insoluble	No health effects	Breitstadt, 1995
Insoluble	No health effects	Williams and Gardner, 1995 (case 1)
Insoluble	No health effects	Wobling et al., 1988 (insoluble group)
^a Organs involved were liver, spleen, intestines and pancreas.		
^b Effects thought to be caused by cadmium, not silver.		
^c Injuries appeared to be due to inadequate ventilation, not the toxic effects of metallic silver vapors.		

BILAGA 2 – ANVÄNDARTEST

Test nr. _____ Testobjekt nr. _____ Testperson, namn: _____

Odörbedömning – Användartest; antibakteriell t-shirt/linne

Testobjekt: T-shirt/linne, vars ena sida är antibakteriellt behandlad och den andra obehandlad

Färg på bedömd sida:						
Odör Bedömare	Ingen svettlukt	Svag svettlukt	Svettlukt	Tydlig svettlukt	Väldigt tydlig svettlukt	Hade tvättat objektet
1						
2						
3						
4						

Färg på bedömd sida:						
Odör Bedömare	Ingen svettlukt	Svag svettlukt	Svettlukt	Tydlig svettlukt	Väldigt tydlig svettlukt	Hade tvättat objektet
1						
2						
3						
4						

Färg på bedömd sida:	
Bedömare	Verbal beskrivning av odören
1	
2	
3	
4	

Färg på bedömd sida:	
Bedömare	Verbal beskrivning av odören
1	
2	
3	
4	

Odörbedömning – användartest; omständigheter vid utförande

Test nr.	Datum	Tid	Lokal	Aktivitet
1				
2				
3				
4				
5				

BILAGA 3 – BERÄKNINGAR AV MEDELVÄRDE FÖR ANVÄNDARTESTEN

Odör	Ingen svettlukt	Svag svettlukt	Svettlukt	Tydlig svettlukt	Väldigt tydlig svettlukt	Hade tvättat objektet
Betyg för odörer	0	1	2	3	4	5

Test 1				
Datum	Tid	Lokal	Aktivitet	
04-apr	1,5 h	inne ca 20°C	uppvärmn, kickboxn, fyspass, stretch	
	Testobjekt 1	Testobjekt 2	Testobjekt 3	Testobjekt 4
<i>Behandlad sida</i>	(t-shirt)	(t-shirt)	(linne)	(linne)
Betyg bedöm.1	1	1	1	0
Betyg bedöm.2	1	0	0	0
Betyg bedöm.3	1	0	2	1
Betyg bedöm.4	0	0	1	1
Genomsnittligt betyg	0,75	0,25	1	0,5
<i>Obehandlad sida</i>				
Betyg bedöm.1	1	2	1	1
Betyg bedöm.2	1	0	1	1
Betyg bedöm.3	1	2	2	2
Betyg bedöm.4	1	1	2	1
Genomsnittligt betyg	1	1,25	1,5	1,25

Test 2				
Datum	Tid	Lokal	Aktivitet	
06-apr	1,5 h	inne ca 20°C	uppvärmn, kickboxn, fyspass-armor, stretch	
	Testobjekt 1	Testobjekt 2	Testobjekt 3	Testobjekt 4
<i>Behandlad sida</i>	(t-shirt)	(t-shirt)	(linne)	(linne)
Betyg bedöm.1	1	2	1	1
Betyg bedöm.2	1	1	1	1
Betyg bedöm.3	0	1	1	1
Betyg bedöm.4	1	1	3	1
Genomsnittligt betyg	0,75	1,25	1,5	1
<i>Obehandlad sida</i>				
Betyg bedöm.1	2	2	0	1
Betyg bedöm.2	1	1	0	2
Betyg bedöm.3	1	1	2	1
Betyg bedöm.4	1	1	3	2
Genomsnittligt betyg	1,25	1,25	1,25	1,5

Test 3				
Datum	Tid	Lokal	Aktivitet	
11-apr	1,45 h	inne ca 20°C	uppvärmn, kickboxn, fyspass- ben, stretch	
	Testobjekt 1	Testobjekt 2	Testobjekt 3	Testobjekt 4
<i>Behandlad sida</i>	(t-shirt)	(t-shirt)	(linne)	(linne)
Betyg bedöm.1	1	0	1	1
Betyg bedöm.2	1	2	1	1
Betyg bedöm.3	1	0	1	1
Betyg bedöm.4	1	0	1	2
Genomsnittligt betyg	1	0,5	1	1,25
<i>Obehandlad sida</i>				
Betyg bedöm.1	1	0	0	0
Betyg bedöm.2	1	2	1	0
Betyg bedöm.3	1	0	1	0
Betyg bedöm.4	1	1	2	2
Genomsnittligt betyg	1	0,75	1	0,5

Test 4				
Datum	Tid	Lokal	Aktivitet	
13-apr	1,30 h	inne ca 20°C	uppvärmn, kickboxn, fyspass- ben+armar, stretch	
	Testobjekt 1	Testobjekt 2	Testobjekt 3	Testobjekt 4
<i>Behandlad sida</i>	(t-shirt)	(t-shirt)	(linne)	(linne)
Betyg bedöm.1	1	2	1	0
Betyg bedöm.2	1	2	1	0
Betyg bedöm.3	1	1	1	2
Betyg bedöm.4	1	1	1	0
Genomsnittligt betyg	1	1,5	1	0,5
<i>Obehandlad sida</i>				
Betyg bedöm.1	3	2	1	0
Betyg bedöm.2	1	2	1	1
Betyg bedöm.3	1	1	1	2
Betyg bedöm.4	1	2	1	1
Genomsnittligt betyg	1,5	1,75	1	1

Test 5				
Datum	Tid	Lokal	Aktivitet	
15-apr	1,45 h	inne ca 20°C	uppvärmen, kickboxn-sparring, stretch	
	Testobjekt 1	Testobjekt 2	Testobjekt 3	Testobjekt 4
<i>Behandlad sida</i>	(t-shirt)	(t-shirt)	(linne)	(linne)
Betyg bedöm.1	2	2	1	3
Betyg bedöm.2	0	2	2	5
Betyg bedöm.3	0	2	2	2
Betyg bedöm.4	1	5	3	5
Genomsnittligt betyg	0,75	2,75	2	3,75
<i>Obehandlad sida</i>				
Betyg bedöm.1	3	2	1	1
Betyg bedöm.2	1	2	2	5
Betyg bedöm.3	1	1	2	2
Betyg bedöm.4	1	5	4	5
Genomsnittligt betyg	1,5	2,5	2,25	3,25

BILAGA 4 – SAMMANSTÄLLNING AV VERBALA BESKRIVNINGAR

Test Nr 1

Testobjekt Nr 1	Behandlad sida	Obehandlad sida
Beskrivning 1	Syntetisk lukt	Ingen särskild lukt
Beskrivning 2	Inte mkt lukt, lite deo och svett	Luktade lika som den andra sidan
Beskrivning 3	Lite svett	Lite myskdoft
Beskrivning 4	-	Svag svett, lite deo
Generell bedömning:	Ingen större skillnad på de olika sidorna, båda har svag svettluk	

Testobjekt Nr 2	Behandlad sida	Obehandlad sida
Beskrivning 1	Lite svett, lite nytvättad	Luktade lite mer än andra sidan
Beskrivning 2	Ingen lukt	Ingen lukt
Beskrivning 3	-	Luktar lite svett
Beskrivning 4	-	Lite unken doft
Generell bedömning:	Den obehandlade luktar något mer, men ingen större skillnad	

Testobjekt Nr 3	Behandlad sida	Obehandlad sida
Beskrivning 1	Ingen lukt	Lite svett
Beskrivning 2	-	Lätt myskdoft
Beskrivning 3	Svettluk under arm	Svettluk under arm
Beskrivning 4	Svettluk	Svettluk
Generell bedömning:	Den obehandlade luktar något mer, men ingen större skillnad	

Testobjekt Nr 4	Behandlad sida	Obehandlad sida
Beskrivning 1	-	Lätt myskdoft
Beskrivning 2	Svag doft	Svag doft
Beskrivning 3	Lite svett och myskdoft	Svettluk
Beskrivning 4	Lite svettluk under arm, i övrigt inget	Lite svett och ostdoft
Generell bedömning:	Ingen större skillnad på de olika sidorna, båda har svag svettluk	

Test Nr 2

Testobjekt Nr 1	Behandlad sida	Obehandlad sida
Beskrivning 1	Svettlukt under arm, i övrigt myskdoft	Svettlukt under arm
Beskrivning 2	Svettlukt under arm, resten inget	Svettlukt under arm, resten unken doft
Beskrivning 3	-	Svag svettlukt på hela plagget
Beskrivning 4	-	-
Generell bedömning:	Ingen större skillnad på de olika sidorna, båda har svag svettlukt	

Testobjekt Nr 2	Behandlad sida	Obehandlad sida
Beskrivning 1	Svett under arm, resten inget	Svett under arm, resten unken doft
Beskrivning 2	Svett under arm, resten inget	Svett under arm, resten unken doft
Beskrivning 3	Deolukt under arm	Deolukt under arm
Beskrivning 4	Svag svettlukt på hela plagget	Mer svettlukt längre ner på tröjan
Generell bedömning:	Ingen större skillnad på de olika sidorna, båda har svettlukt under arm	

Testobjekt Nr 3	Behandlad sida	Obehandlad sida
Beskrivning 1	Svag svettlukt under arm	-
Beskrivning 2	Svag svettlukt under arm	Svag svettlukt under arm, lite deo
Beskrivning 3	Svettlukt under arm, resten myskdoft	Svettlukt under arm
Beskrivning 4	Tydlig deo- och svettlukt under arm, resten unken doft	Tydlig deo- och svettlukt under arm, resten lite unken doft
Generell bedömning:	Ingen större skillnad på de olika sidorna, båda har svettlukt under arm	

Testobjekt Nr 4	Behandlad sida	Obehandlad sida
Beskrivning 1	Svag svettlukt under arm, resten inget	Svag svettlukt under arm, resten inget
Beskrivning 2	Svag svettlukt längre ner på tröjan	Svag svettlukt på hela plagget
Beskrivning 3	Svag svettlukt under arm, resten lite unken doft	Svag svettlukt under arm, resten inget
Beskrivning 4	Svag svettlukt under arm, resten lite myskdoft	Svettlukt under arm, resten svag svettlukt
Generell bedömning:	Ingen större skillnad på de olika sidorna, båda har svettlukt under arm	

Test Nr 3

Testobjekt Nr 1	Behandlad sida	Obehandlad sida
Beskrivning 1	Svag svettlukt, mindre lukt än andra sidan	Svettlukt
Beskrivning 2	Svag svettlukt under arm	Svag svettlukt under arm
Beskrivning 3	Svag svettlukt	Svag svettlukt
Beskrivning 4	Lika mycket svettlukt på båda sidor	Lika mycket svettlukt på båda sidor
Generell bedömning:	Ingen större skillnad på de olika sidorna, båda har svettlukt, mest under arm	

Testobjekt Nr 2	Behandlad sida	Obehandlad sida
Beskrivning 1	Svag svettlukt, deolukt under arm	Svag svettlukt, deolukt under arm
Beskrivning 2	Mer svettlukt längre ner på tröjan	Mer svettlukt längre ner på tröjan
Beskrivning 3	Deolukt	Deolukt
Beskrivning 4	Deolukt	Deolukt och svett
Generell bedömning:	Ingen större skillnad på de olika sidorna, båda har deo och svettlukt	

Testobjekt Nr 3	Behandlad sida	Obehandlad sida
Beskrivning 1	Svag svettlukt	-
Beskrivning 2	Svag svettlukt	Svag svettlukt
Beskrivning 3	Svag svettlukt	Svag svettlukt under arm
Beskrivning 4	Svag svettlukt under arm, resten inget	Svag svettlukt under arm, resten inget
Generell bedömning:	Ingen större skillnad på de olika sidorna, båda har svag svettlukt	

Testobjekt Nr 4	Behandlad sida	Obehandlad sida
Beskrivning 1	Svag myskdoft	-
Beskrivning 2	Svag svettlukt	-
Beskrivning 3	Svag svettlukt	-
Beskrivning 4	Mer svettlukt längre ner på tröjan	Mer svettlukt längre ner på tröjan
Generell bedömning:	Här har den behandlade sidan mer lukt än den obehandlade	

Test Nr 4

Testobjekt Nr 1	Behandlad sida	Obehandlad sida
Beskrivning 1	-	-
Beskrivning 2	Svag svettlukt under arm	Svag svettlukt under arm
Beskrivning 3	Svag svettlukt under arm	Svag svettlukt
Beskrivning 4	Svag svettlukt	Svag svettlukt
Generell bedömning:	Ingen större skillnad på de olika sidorna, båda har svag svettlukt	

Testobjekt Nr 2	Behandlad sida	Obehandlad sida
Beskrivning 1	Svett och deolukt	Svett och deolukt
Beskrivning 2	-	-
Beskrivning 3	Svag svettlukt under arm	Svag svettlukt under arm
Beskrivning 4	Svag svettlukt	Tydlig svettlukt under arm, svag svettlukt på resten
Generell bedömning:	Ingen större skillnad på de olika sidorna, båda har svag svettlukt, den obehandlade något tydligare	

Testobjekt Nr 3	Behandlad sida	Obehandlad sida
Beskrivning 1	Svag svettlukt	Svag svettlukt
Beskrivning 2	Svag svettlukt	Svag svettlukt
Beskrivning 3	-	-
Beskrivning 4	Svag svettlukt under arm	Svag svettlukt under arm
Generell bedömning:	Ingen större skillnad på de olika sidorna, båda har svag svettlukt	

Testobjekt Nr 4	Behandlad sida	Obehandlad sida
Beskrivning 1	-	-
Beskrivning 2	-	-
Beskrivning 3	Svag svettlukt uppe, tydlig svettlukt längre ner på tröjan	Svag svettlukt uppe, tydlig svettlukt längre ner på tröjan
Beskrivning 4	-	Svag svettlukt
Generell bedömning:	Ingen större skillnad på de olika sidorna, båda har ingen till svag svettlukt, den obehandlade något tydligare	

Test Nr 5

Testobjekt Nr 1	Behandlad sida	Obehandlad sida
Beskrivning 1	Tydlig svettlukt under arm, svag svettlukt på resten	Tydlig svettlukt under arm, unken doft på resten
Beskrivning 2	Deolukt under arm	Deolukt under arm
Beskrivning 3	Deolukt	Svag svettlukt
Beskrivning 4	Deolukt, svettlukt längre ner på tröjan	-
Generell bedömning:	Ingen större skillnad på de olika sidorna, båda har svag deo och svettlukt	

Testobjekt Nr 2	Behandlad sida	Obehandlad sida
Beskrivning 1	Tydlig svettlukt	Deolukt och svett
Beskrivning 2	Svettlukt under arm, och längre ner på tröjan	Mest svettlukt under arm
Beskrivning 3	Svettlukt under arm	Deolukt under arm
Beskrivning 4	Tydlig svettlukt under arm, unken doft på resten	Svettlukt under arm, unken doft på resten
Generell bedömning:	Ingen större skillnad på de olika sidorna, båda har tydlig svettlukt och lite unken doft, den obehandlade även deo	

Testobjekt Nr 3	Behandlad sida	Obehandlad sida
Beskrivning 1	Svag svettlukt	Mer svettlukt längre ner på tröjan
Beskrivning 2	Tydlig svettlukt	Tydlig svettlukt
Beskrivning 3	Svettlukt under arm	Svettlukt under arm
Beskrivning 4	Tydlig svettlukt under arm, metallisk doft på resten	Tydlig svettlukt under arm, resten svag svettlukt
Generell bedömning:	Ingen större skillnad på de olika sidorna, båda har tydlig svettlukt, den obehandlade något tydligare	

Testobjekt Nr 4	Behandlad sida	Obehandlad sida
Beskrivning 1	Tydlig svettlukt	Svettlukt under arm
Beskrivning 2	Väldigt tydlig svettlukt	Svettlukt under arm, väldigt unken doft på resten
Beskrivning 3	Väldigt tydlig svettlukt, hade tvättat den	Svagare svettlukt än andra sidan
Beskrivning 4	Tydlig svettlukt, mest längre ner på tröjan	Tydlig svettlukt, mest under arm och längre ner på tröjan
Generell bedömning:	Båda har tydlig svettlukt, den behandlade något tydligare denna gång, den obehandlade mest under arm	

Enkätfrågor – Användar- och tvättvanor för träningskläder

1. Kön

- ☐ Man
- ☐ Kvinna

2. Hur ofta tränar du?

- ☐ 1-2 gånger/vecka
- ☐ 3-4 gånger/vecka
- ☐ Varje dag
- ☐ Mindre än en gång i veckan

3. Är det viktigt vid inköp av träningskläder att de är antibakteriella/luktfria?

- ☐ Ja
- ☐ Nej
- ☐ Visste inte att det fanns
- ☐ Har aldrig funderat på det

4. Äger du några träningskläder som är antibakteriellt behandlade?

- ☐ Ja
- ☐ Nej
- ☐ Vet ej

5. Vilken är den vanligaste orsaken till att du tvättar dina träningskläder?

- ☐ Dålig lukt
- ☐ Smuts
- ☐ Tvättid (bokad i tvättstuga el planerad med egen maskin)
- ☐ Slänger med dem när jag ändå tvättar andra kläder
- ☐ Efter varje träning, pga. vana
- ☐ Annan anledning (motivera)

6. Hur ofta tvättar du dina träningskläder?

- ☐ Varje gång jag använt dem
- ☐ En gång i veckan
- ☐ Varannan vecka
- ☐ Mer sällan än varannan vecka

7. Vid vilken temperatur tvättar du dina träningskläder?

- ☐ 30 0^c
- ☐ 40 0^c
- ☐ 60 0^c
- ☐ 90 0^c
- ☐ Olika temperaturer, beroende på plagg

8. Av vilken anledning väljer du den tvättemperaturen du gör?

- ☐ Följer tvättrådet på plaggets etikett
- ☐ Vill spara energi
- ☐ För att inte riskera att plagget slits, fäller eller krymper
- ☐ För att plagget ska bli ordentligt rent och bakterierna dö
- ☐ Annan anledning (motivera)

9. Om du har kläder som är antibakteriellt behandlade (ofta kallade anti-odör, luktfria etc.) tvättar du dem mer sällan än de utan behandling?

- ☐ Ja
- ☐ Nej
- ☐ Vet ej

10. Känner du till vilka ämnen som kan komma ut i avloppet när du tvättar träningskläder som är antibakteriellt behandlade?

- ☐ Ja
- ☐ Nej
- ☐ Om ja, vilka? (motivera)