

---

# **Materiaalin puhdistus puhdistilaan**

## Muuttaako alkoholikäsitteily pakkausmateriaalin läpäisevyyttä?

---

**Sanna Seppälä**  
**Karoliina Sorsa**

**Opinnäytetyö**

**Ammattikorkeakoulututkinto**



Koulutusala Sosiaali-, terveys- ja liikunta-ala	
Koulutusohjelma Bioanalytiikan koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Sanna Seppälä ja Karoliina Sorsa	
Työn nimi Materiaalin puhdistus puhdastilaan Muuttaako alkoholikäsittely pakkausmateriaalin läpäisevyyttä?	
Päiväys 20.12.2010	Sivumäärä/Liitteet 14
Ohjaaja(t) Lehtori Leena Tikka	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Savon ammatti- ja aikuisopisto, Puhdastila tutkimus- ja koulutushanke	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Puhdastilan ilmassa esiintyvien partikkeleiden määrää minimoidaan työskentelyn ja tuotteen puhtauden varmistamiseksi. Puhdastiloja voidaan käyttää esimerkiksi lääke- ja bioteollisuudessa, sairaaloissa ja apteekkeissa, elintarviketeollisuudessa sekä elektroniikkateollisuudessa. Merkittävä osa puhdastilatyöskentelyä on valita erilaisiin tilanteisiin sopivat ja oikein pakatut työskentelymateriaalit. Pakkaamisen avulla estetään tuotteiden kontaminoituminen ennen niiden käyttöä. Kun puhdastilaan viedään steriilisti pakattuja materiaaleja, ne käsitellään alkoholihuuhteella. Alkoholit tuhoaa haitalliset elomuotoiset mikrobit tuotteista.</p> <p>Tässä tutkimuksessa, joka toteutettiin Puhdastila tutkimus- ja koulutushankeen tiloissa, selvitettiin, muuttaako alkoholikäsittely pakkausmateriaalin läpäisevyyttä täten altistaen sen mikrobeille. Erityisenä kiinnostuksen kohteena olivat tekstiilit, jotka olivat pakatut paperi-laminaattipakkauksiin. Näiden pakkauksien paperin mikrobiläpäisykyvyn epäillään heikentyvän alkoholikäsittelyn myötä. Tutkimus toteutettiin käsittelemällä steriilit pakkaukset alkoholihuuhteella ja ottamalla näytteitä pakkauksen sisältä haalareista. Pakkauksia säilytettiin tavallisessa huonetilassa ja näytteitä otettiin tunnin, viikon, kahden viikon ja kuukauden kuluttua alkoholihuuhtelusta kontaktimaljoille- ja liuskoille. Maljaviljelyllä saadaan helposti selvitettyä puhdastiloissa olevien elollisten mikrobien määrää ja laatua. Tutkimuksessa käytettiin kahta eri inkubointimenetelmää, joissa oli eri inkubointiajat ja -lämpötilat.</p> <p>Jokaisen haalarin keskivertoinen mikrobitulo oli alle yksi pesäkettä maljaa kohden kullakin käytetyllä inkubointimenetelmällä ja maljalla tai liuskalla. Tuloksien perusteella voidaan päätellä, että puhdastilassa käytettävät vaatteet säilyvät steriileinä ja ovat käytettävissä puhtausluokassa A vähintään kuukauden ajan alkoholikäsittelyn jälkeen. Saadut tulokset palvelevat etenkin puhdastiloja, joissa materiaalien käyttötiheys vastaa tässä tutkimuksessa käytettyä aikaväliä. Näiden tulosten pohjalta tästä kehittämistyöstä kirjoitettiin artikkeli, joka lähetettiin mahdollista julkaisua varten Suomen Sairaalahygieniayhdistyksen toimittamaan Suomen Sairaalahygienialehteen.</p>	
Avainsanat Puhdastila, Steriili pakkaus, Kontaktimalja	

Field of Study Social Services, Health and Sports			
Degree Programme Degree Programme of Biomedical Laboratory Science			
Author(s) Sanna Seppälä and Karoliina Sorsa			
Title of Thesis Cleaning material for cleanroom Does alcohol treatment change packing materials permeability?			
Date	20.12.2010	Pages/Appendices	14
Supervisor(s) Principal lecturer Leena Tikka			
Project/Partners Cleanroom Research and Training Centre Project			
<p>Abstract</p> <p>The number of air particles in cleanroom is minimized in order to ensure cleanliness of working and products. Cleanrooms can be used for example in pharmaceutical, biotechnology, hospitals, pharmacy, food industry and electronics. Significant part of working in cleanroom is to select suited and properly packed working materials for every situation. Contamination of products is prevented with packing before they're used. When sterilized packages are taken in cleanroom, they're first handled with alcohol. Alcohol destroys harmful living microbes from products.</p> <p>This study was conducted in facilities of Cleanroom Research and Training Centre Project. In this study it was determined if alcohol treatment changes packing materials permeability thus exposing it to microbes. Special interest was textiles packed in paper-laminate packages. Papers` ability to pass microbes in these packages is believed to diminish with alcohol treatment. The study was done by handling sterile packages with alcohol and taking samples from overalls inside of packages. The packages were kept in a normal room and samples were taken with contact plates and –strips after an hour, a week, two weeks and a month from the alcohol treatment. Plate count is an easy way to determine number and quality of living microbes in cleanrooms. In the study two different incubation methods with different incubation times and temperatures were used.</p> <p>Average microbe result for every sample was under one colony per plate with every used incubation method and plate or strip. From the results can be concluded that clothes used in cleanrooms remain sterile and can be used in air grade A at least for a month after the alcohol treatment. These results service especially those cleanrooms in which their use of frequency of materials are similar with the time span used in this study. An article of this development project was written on the ground of these results. This article was sent to Finnish Hospital Infection Control Magazine published by The Finnish Society for Hospital Infection Control for possible publication.</p>			
Keywords Cleanroom, Sterile package, Contact plate			

## SISÄLTÖ

JOHDANTO .....	6
PUHDASTILA .....	7
PUHDASTILAMATERIAALIN PAKKAUS JA PESU.....	7
PUHDASTILOJEN PUHTAUDEN YLLÄPITÄMINEN.....	8
TUTKIMUSMENETELMÄ JA -AINEISTO.....	9
TULOKSET .....	11
POHDINTA .....	12

## JOHDANTO

Viedessä steriilisti pakattuja materiaaleja puhdastilaan, ne käsitellään alkoholihuuhteella. Kuitenkaan ei tiedetä tarpeeksi, mitä tällainen alkoholikäsitely tekee steriileille pakkauksille. Tässä tutkimuksessa selvitettiin, muuttaako tämä alkoholikäsitely pakkausmateriaalin läpäisevyyttä täten altistaen pakatun materiaalin mikrobeille. Tutkimus suoritettiin Puhdastila tutkimus- ja koulutuskeskushankkeen tiloissa. Erityisenä kiinnostuksen kohteena olivat tekstiilit, jotka ovat pakatut paperi-laminaattipakkauksiin. Näiden pakkauksien paperin mikrobiläpäisykyvyn epäillään muuttuvan alkoholikäsitelyn myötä.

## PUHDASTILA

Puhdastilalla tarkoitetaan tilaa, joka on rakennettu ja jota käytetään niin, että ilmassa esiintyvien partikkeleiden määrää minimoidaan työskentelyn ja tuotteen puhtauden varmistamiseksi (1). Puhdastiloja voidaan käyttää esimerkiksi lääke- ja bioteollisuudessa, sairaaloissa ja apteekeissa, elintarviketeollisuudessa sekä elektroniikkateollisuudessa (2).

Puhdastilat luokitellaan ilman puhtauden mukaan eli kuinka paljon ja minkä kokoisia hiukkasia tietyssä ilmamäärässä saa olla (3). Euroopassa on yleisimmin käytössä luokitus ISO (International Organization for Standardization) 14644-1, jossa puhtausluokkia on yhdeksän, joista ISO 1 on puhtain. GMP (Good Manufacturing Practise) eli hyvät tuotantotavat on lääketeollisuuden puhdastilojen standardi, jossa luokitukset ovat A, B, C ja D. Näistä A on puhtain, ja näillä luokituksilla on selkeä yhteys ISO luokitukseen (2-3). Puhdastilatekniikalla, kuten ilmanvaihdolla, puhdastilarakenteilla ja rakennusautomaatiolla, on merkittävin rooli puhtaan ilman aikaansaamiseksi puhdastilaan (4). Mitä puhtaampi ilma on, sitä vähemmän mikrobeja tiloissa on. Muita käytössä olevia partikkeleja vähentäviä menetelmiä puhdastiloissa ovat laminaarinen ilmanvirtaus, tasaiset pinnat ja puhdastilasiivous (5).

## PUHDASTILAMATERIAALIN PAKKAUS JA PESU

Merkittävä osa puhdastilatyöskentelyä on valita erilaisiin tilanteisiin sopivat ja oikein pakatut työskentelymateriaalit (6). Pakkaamisen avulla estetään tuotteiden kontaminoituminen ennen niiden käyttöä. Pakkausmateriaaleja on sekä kerta- että kesto-käyttöisiä. Käytetyimmät kertakäyttömateriaalit ovat paperi-laminaattipussit, jotka on valmistettu medical-paperista. Laminaattikalvo, joka laminoituu hyvin paperin kanssa, on ulkopinnaltaan vahvaa polyesteriä ja sisäpinnalta polypropeenaa (7).

Puhdastiloissa käytetyt vaatteet pestään käyttäen puhdastilapesua, jossa käytetään normaaleiden pesuloiden pesuaineita, mutta huomattavasti pienempiä annostuksia kuin ”normaalipesuissa”. Varsinainen pesu ja ensimmäiset huuhtelut tehdään pehmenetyllä vedellä, joka on suodatettu 10 µm suodattimen läpi. Viimeiseen huuhte-

luun käytetään ionivaihdettua käänteisosmoosilla suodatettua vettä, joka suodatetaan vielä 0,2 µm bakteerisuodattimella. Riittävällä vesimäärällä varmistetaan muun muassa pesuaineiden poistuminen tekstiileistä, ja näin partikkelien mahdollisimman alhainen määrä. Pesuohjelmat vaihtelevat eri teollisuudenalojen mukaan, esimerkiksi lääketeollisuudelle tarvitaan korkeampi lämpötila mikrobien tuhoamiseksi. Pesun jälkeen vaatteet kuivataan kuivausrummussa, joka käyttää kuivaukseen HEPA (High Efficiency Particulate Air filter) -suodatettua ilmaa. Lopuksi vaatteet pakataan sterilointipusseihin ja pussit suljetaan kuumasaamaajalla (8). Puhdastilojen A ja B tiloissa työskentelyssä tarvitaan steriloidut vaatteet. Steriloinnissa tuhoetaan pakatuissa tuotteissa mahdollisesti olevat mikro-organismit ja niiden itiöt. Yleisimmin käytetty sterilointimenetelmä tekstiileille on höyrysterilointi, jossa sterilointi tapahtuu kostean lämmön tuhosta mikro-organismien solujen valkuaisaineet ja liuottamalla solukalvot (9). Kaikki tuotteet lähetetään eteenpäin desinfioiduissa muovilaatikoissa (8).

## PUHDASTILOJEN PUHTAUDEN YLLÄPITÄMINEN

Materiaalivirtojen suunnittelu ja ohjeistaminen on puhdastiloissa tehtävä kaikissa tapauksissa kontaminaatioiden ehkäisemiseksi. Henkilö- ja tavaraliikenne puhdastiloihin tapahtuu sulkutilojen kautta, joiden tehtävänä on estää ilmavirtauksien pääsy ”liikaisista” tiloista suoraan puhdastiloihin. Aina materiaalisulusta toiseen tavaroita siirrettäessä pitää pystyä poistamaan yksi pakkauskerros tai tuote vaatii desinfiointia (5). Desinfiointiaineiden tarkoituksena on tuhota haitalliset elomuotoiset mikrobit. Alkoholit ovat nopeasti tehoavia ja teholtaan laajavaikuttavia desinfiointiaineita. Laajakirjoisin alkoholi on etanoli, joka on tehokkainta, kun sen yhteenlaskettu pitoisuus on 70–80 tilavuusprosenttia. Rajoituksena on, että alkoholi ei pääse liian läpi, ja sitä tulee käyttää vain puhdistetuille ja kuiville pinnoille. Alkoholi vaikuttaa haihtuessaan, joten sen vaikutusaika on samalla sen kuivumisaika, joksi suositellaan 30 sekuntia (10).

Kaikissa puhdastiloissa valvotaan tiettyjä parametreja, kuten puhtautta partikkelimäärien mittauksilla ja mikrobiologisilla näytteillä. Puhdastiloista tehdään näytteenottoja sekä työskentelyn aikana että työskentelyn ulkopuolella. Myös puhdastilojen siivousta ja sen tehokkuutta valvotaan mikrobiologisella näytteenotolla (11). Maljaviljelyllä saadaan helposti selvitettyä puhdastiloissa olevien elollisten mikrobien määrää ja laatua (12). Taulukossa 1 on esillä suositellut raja-arvot mikrobiologiselle valvonnalle.



Taulukko 1. Suositellut raja-arvot puhdistilojen mikrobiologiselle valvonnalle työskentelyn aikana. pmy = pesäkkeitä muodostava yksikkö, arvot ovat keskiarvoja (13).

Puhtausluokka	Kontaktimaljat (ø 55 mm) (pmy/malja)	Laskeumamaljat (ø 90 mm) (pmy/4h)
A	<1	<1
B	5	5
C	25	50
D	50	100

Tryptoni-soija-agar (TSA)-maljat ovat hyödyllisiä pintojen ja ilman seurantaan puhdistiloissa, eristetyissä systeemeissä ja muissa ympäristöä kontrolloivissa tiloissa, joissa mediumin steriiliys on tärkeää (14). TSA-medium sisältää kahta peptonia, jotka ovat hyviä typhen lähteitä, erityisesti aminohappojen ja pitkäketjuisten peptidien. Tämä yhdistelmää tekee mediumista erittäin ravinteikkaan pohjan monelle organismille (14-15).

## TUTKIMUSMENETELMÄ JA -AINEISTO

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli testata puhdistilojen pakkausmateriaalin läpäisevyyttä. Tämä tehtiin käsittelemällä steriilit pakkaukset alkoholihuuhteella ja ottamalla näytteitä pakkauksen sisältä tuotteesta. Tuotteena olivat Microclean Rusasen puhdistilapesulassa pestyt ja pakatut puhdistilahaalarit, jotka saatiin Puhdistila tutkimus- ja koulutushankkeelta. Puhdistilatuotteista valittiin haalarit, koska niissä on tarpeeksi iso pinta-ala ottaa useampia näytteitä. Haalarit olivat kaikki samasta pesuerästä ja niitä oli pesty aiemmin neljästä kuuteen kertaan. Tutkimuksen luotettavuuden lisäämiseksi käytettiin aina rinnakkaisia näytteitä.

Ensimmäiset näytteet otettiin kahdesta satunnaisesti valitusta steriilien pakkauksien tuotteesta (nollanäytteet). Tämän jälkeen suoritettiin alkoholikäsitteily muille steriileille pakkauksille sumutinpullon avulla, joka sisälsi 70 prosenttista etanolia. Jokainen pakkaus sumutettiin kauttaaltaan silminnähden märäksi noin kymmenellä suihkauksella. Alkoholikäsitteilyn jälkeen näytteitä otettiin tunnin, viikon, kahden viikon ja kuukauden kuluttua, aina kahdesta satunnaisesti valitusta pakkauksessa olevasta haalarista. Haalareita säilytettiin tuona aikana toimiston hyllyllä paperipuoli ylöspäin. Jokaisen

näytteenoton yhteydessä mitattiin säilytysympäristön mikrobimäärä pitämällä kahta laskeumamaljaa avoimena kaksi tuntia toimiston hyllyllä.

Jokaisesta haalarista otettiin kuusi näytettä. Näistä neljä otettiin kontaktimaljoille ja kaksi kontaktiliuskoille. Maljat ja liuskat olivat samasta erästä luotettavuuden lisäämiseksi. Maljoina käytettiin VWR:n Envirocheck-kontaktimaljoja ( $\varnothing$  55 mm), joiden avulla otetaan näytteet suoraan pinnalta, jolloin kontaminaatoriski vähenee. Maljoissa on neljä neutraloivaa ainetta, jotka inaktivoivat testattavassa pinnassa mahdollisesti olevat desinfektioainejäämät. Liuskat olivat VWR:n Envirocheck-kontaktiliuskoja, joilla on helppoa ottaa näytteitä hankalistakin paikoista, koska liuskat ovat joustavia. Ne oli pakattu muoviputkeen. Laskeumamaljoina käytettiin VWR:n Envirocheck-elatusainemaljoja ( $\varnothing$  90 mm), jotka soveltuvat passiiviseen ilmanäytteiden ottamiseen. Kontaktiliuskoissa ja -maljoissa sekä laskeumamaljoissa elatusaineena oli TSA (tryptoni-soija-agar) (16-18).

Näytteidenotossa haalaripakkaukset avattiin siten, että muovia vasten ollut haalarinpinta oli ylöspäin. Näytteet otettiin ensin tältä puolelta haalaria. Tämän jälkeen haalarit käännettiin, jotta näytteet saatiin otettua myös paperia vasten olleelta puolelta. Liuskoja ja maljoja painettiin kohteeseen noin viiden sekunnin ajan. Kummaltakin puolelta otettiin kaksi maljanäytettä ja yksi liuska. Rinnakkaiset näytteet otettiin toisesta haalarista jokaisella näytteenotokerralla. Näytteet laitettiin inkuboitumaan lämpökaappeihin.

Kontaktiliuskoja inkuboitiin valmistajan ohjeen mukaan ensin 37 asteisessa lämpökaapissa kaksi vuorokautta, minkä jälkeen ne siirrettiin huoneenlämpöön kolmeksi vuorokaudeksi (19). Mahdolliset pesäkkeet laskettiin kahden ja viiden vuorokauden kuluttua näytteidenotosta. Kontaktimaljoja inkuboitiin samalla tavalla kuin liuskoja sekä Venkateswaran ym. 2003 tekemän tutkimuksen mukaisesti. Tutkimuksen perusteella maljoja inkuboitiin 32 asteessa seitsemän vuorokautta (20). Pesäkkeet laskettiin seitsemän vuorokauden kuluttua näytteidenotosta. Laskeumamaljat inkuboitiin kuten liuskat. Jokaisella näytteenotokerralla käytettiin tyhjää kontrollimaljaa ja -liuskaa, jotka inkuboitiin tutkimuksessa käytetyillä menetelmillä. Kontrollien avulla seurattiin, alkaako maljoilla kasvaa itsestään mikrobeja.

## TULOKSET

Maljat, jotka inkuboitiin lämpökaapissa 37 asteessa kaksi vuorokautta ja siirrettiin huoneenlämpöön kolmeksi vuorokaudeksi, olivat kaikki puhtaita. Samalla tavalla inkuboidut liuskat olivat kaikki muut puhtaita, paitsi yhden viikon kuluttua alkoholikäsitteystä toisessa rinnakkaisista haalareista paperipuolelta otetussa näytteessä oli yksi pesäke ja samoin kahden viikon kuluttua alkoholikäsitteystä toisen haalarin muovipuolen näytteessä oli yksi pesäke. Molemmissa tapauksissa pesäkkeet olivat näkyvissä jo kahden päivän inkuboinnin jälkeen.

Venkateswaran ym. 2003 tekemässä tutkimuksessa käytetyllä inkubointitavalla inkuboidut maljat olivat muuten puhtaita, paitsi ennen alkoholikäsitteystä toisesta haalarista muovipuolelta otetussa näytteessä kasvoi yksi pesäke ja yhden kuukauden kuluttua alkoholikäsitteystä toisen haalarin paperipuolelta otetussa näytteessä oli yksi pesäke. Kaiken kaikkiaan jokaisen haalarin keskiarvoinen tulos oli alle yksi pesäkettä maljaa kohden jokaisella käytetyllä inkubointimenetelmällä ja maljalla tai liuskalla. Nämä tulokset ovat näkyvissä taulukossa 2.

Taulukko 2. Mikrobipesäkkeiden lukumäärien keskiarvot näytteenottokerroilla eri tavoilla inkuboidulla maljoilla ja liuskoilla (pmy = pesäkkeitä muodostava yksikkö).

Näytteenottokerta	37 °C maljat (pmy)(muovi/paperi)	37 °C liuskat (pmy) (muovi/paperi)	32 °C maljat (pmy)(muovi/paperi)
0	0/0	0/0	<1/0
1h	0/0	0/0	0/0
1 vko	0/0	0/<1	0/0
2 vko	0/0	<1/0	0/0
1 kk	0/0	0/0	0/<1

Laskeumamaljojen tulokset olivat ensimmäisellä näytteenottokerralla, jolloin otettiin nollanäytteet ja yhden tunnin näytteet, 35 pmy (pesäkettä muodostavaa yksikköä)/4 h. Viikon päästä otetulla näytteenottokerralla tulokset olivat 10 pmy/4 h ja kahden viikon kuluttua 4 pmy/4 h sekä kuukauden kuluttua 3 pmy/4 h.

## POHDINTA

Puhdastilassa käytetty tekniikka ylläpitää tilojen puhtautta. Tämä takaa sen, että ne ovat puhtaampia kuin tavallinen huone. Tässä tutkimuksessa haalareita säilytettiin toimiston hyllyllä ja laskeumamaljatulosten perusteella tämän toimistotilan mikrobimäärä jää puhtausluokassa C sallitun mikrobimäärän sisälle. Verrattaessa tutkimustuloksia (ks. taulukko 2) suositeltuihin mikrobien raja-arvoihin eri puhtausluokissa (ks. taulukko 1) voidaan päätellä, että puhdastilassa käytettävät vaatteet säilyvät steriileinä ja ovat käytettävissä puhtausluokassa A vähintään kuukauden ajan alkoholikäsitelyn jälkeen. Koska tavallinen huoneilma sisältää enemmän mikrobeja kuin puhdastila, voidaan olettaa, että tuotteet ovat yhtä puhtaita tai vielä puhtaampia, kun niitä säilytetään sisällä puhdastilassa.

Tutkimuksen avulla saatua tietoa voidaan hyödyntää useilla eri aloilla, joissa käytetään puhdastiloja kuten lääke- ja bioteollisuudessa, elintarviketeollisuudessa, sairaaloissa ja sairaala-apteeekeissa sekä elektroniikka- ja puolijohdeteollisuudessa. Saadut tulokset palvelevat etenkin puhdastiloja, joissa materiaalien käyttötiheys vastaa tässä tutkimuksessa käytettyä aikaväliä. Tämä tutkimus on kuitenkin melko suppea ja tulokset ovat vain suuntaa antavia. Vastaavanlaisia tutkimuksia on tehty hyvin vähän. Tulevaisuuden tutkimuksissa on tarpeen vakioida alkoholihuuhtelussa käytettävän huuhteen määrä tulosten luotettavuuden lisäämiseksi. Jatkotutkimuksista voidaan tehdä ajallisesti pidempiä sekä tutkia eri materiaaleja.

## LÄHTEET

1. Tikka L. Bioanalyttikko puhdastilassa. *Bioanalyttikko* 2010;3:12-13.
2. <http://www.crtoy.com/puhdastilat/?c=0>, 2008.
3. <http://www.s2c2.co.uk/docs/ClassificationOfCleanrooms2005.pdf>, 2005.
4. Miettinen T. Puhdastilojen suunnitteluprosessi ja teknisten järjestelmien validointi. Diplomityö. Lappeenrannan teknillinen yliopisto, Energia- ja ympäristötekniikka, Ympäristötekniikan laitos, 2006.
5. Fedotov A. Cleanrooms and clean zones in hospitals. *Renhets teknik* 2010;2:7-12.
6. Puhdastila tutkimus -ja koulutuskeskushanke. Henkilön liikkuminen puhdastiloissa. 2010.
7. Töytäri P, Hirvonen K. Välineistön pakkaus. Kirjassa: Hirvonen K, Karhumäki T, Tuominen E. (toim.) Välinehuolto. Kustannus Oy Duodecim, Helsinki 2008:189-192.
8. Rusanen microclean. Puhdastilapesu-ohjeet. 2010.
9. Hirvonen K. Sterilointi. Kirjassa: Hirvonen K, Karhumäki T, Tuominen E. (toim.) Välinehuolto. Kustannus Oy Duodecim, Helsinki 2008:207-214.
10. Lankinen H, Pentti M. Desinfektioaineet. Kirjassa: Hirvonen K, Karhumäki T, Tuominen E. (toim.) Välinehuolto. Kustannus Oy Duodecim, Helsinki 2008:161-163.
11. Rajala K. Puhdastilatyöskentely. *Analyysi* 2007;3:9-11.
12. La Duc M, Dekas A, Osman S, Moissl C, Newcombe D, Venkateswaran K. Isolation and characterization of bacteria capable of tolerating the extreme conditions of clean room environments. *Appl Environ Microbiol* 2007;73:2600-2611.
13. [http://www.pharmtech.helsinki.fi/kurssit/590008/2007/paivi\\_tammela\\_2007.pdf](http://www.pharmtech.helsinki.fi/kurssit/590008/2007/paivi_tammela_2007.pdf), 2007.
14. [http://www.bd.com/ds/technicalCenter/inserts/Tryptic\\_Soy\\_Agar.pdf](http://www.bd.com/ds/technicalCenter/inserts/Tryptic_Soy_Agar.pdf), 2010.

15. <http://www.condalab.com/pdf/1068.pdf>, 2010.
16. [http://fi.vwr.com/app/catalog/Product;jsessionid=BC11E8r8uMsLoSbpaJfNkg\\*\\*.node3?article\\_number=1.18408.0020](http://fi.vwr.com/app/catalog/Product;jsessionid=BC11E8r8uMsLoSbpaJfNkg**.node3?article_number=1.18408.0020), 2010.
17. [http://fi.vwr.com/app/catalog/Product?article\\_number=535122F](http://fi.vwr.com/app/catalog/Product?article_number=535122F), 2010.
18. [http://fi.vwr.com/app/catalog/Product?article\\_number=1.18410.0020](http://fi.vwr.com/app/catalog/Product?article_number=1.18410.0020), 2010.
19. Puhdastila tutkimus- ja koulutuskeskushanke. Tilojen mikrobiologinen monitorointi ja näytteenotto - Toimintaohje T24. 2010.
20. Venkateswaran K, Hattori N, La Duc M, Kern R. ATP as a biomarker of viable microorganisms in clean-room facilities. *Journal of microbiological methods* 2003; 52:367-377.



---

[www.savonia.fi](http://www.savonia.fi)

