

Tuotantotilojen pintahygienian selvittäminen eri tuotantoympäristöissä

Risto Kuisma¹⁾, Hanna-Riitta Kymäläinen¹⁾, Marja Lehto²⁾

¹⁾*Helsingin yliopisto, Maataloustieteiden osasto, PL 28 (Koetilantie 5), 00014 Helsingin yliopisto
risto.kuisma@helsinki.fi, hanna-riitta.kymalainen@helsinki.fi*

²⁾*Luonnonvarakeskus, Maarintie 6, 02150 Espoo, marja.lehto@luke.fi*

TIIVISTELMÄ

Elintarvikehuoneistossa tuotantotilat on jaettu eri hygienia-alueisiin, ja näiden välistä ristikontaminaatiota tulee välttää. Kuluttajat ja suurkeittiöt haluavat yhä pidemmälle prosessoituja tuotteita. Nämä tuotteet käyvät jatkojalostusprosessissa läpi useita eri käsittelyvaiheita, kuten esimerkiksi pesun, kuorinnan, pilkkomisen, leikkuun, huuhtelun, pakkaamisen tai paistamisen ja savustamisen (kala). Tuotteiden kontaminoituminen voi tapahtua tuotannon kaikissa vaiheissa. Virheelliset toimintatavat voivat edistää tuotteiden pilaantumista ja siirtää tautia aiheuttavia tai tuotetta pilaavia mikrobeja tuotteisiin esimerkiksi henkilöstön, prosessiveden, laitteiden ja koneiden välityksellä. Omavalvonta, jossa hyödynnetään mikrobiologisia menetelmiä, on tärkeä työkalu tuotantoprosessien turvallisuuden hallinnassa. Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää erilaisten tuotantotilojen hygieenistä tasoa sekä tunnistaa kriittiset pisteet tuotannossa ja tuotantotiloissa. Tutkimuskohteena olivat kala-, omena-, peruna- ja salaattiyrietykset. Tuotantotilojen ja prosessilaitteiden pintojen hygieeninen taso tutkittiin erilaisilla määritysmenetelmillä otetuista pinnanäytteistä. Näytteet otettiin yrityksessä käytetyn tavanomaisen puhdistuksen jälkeen. Aerobisten mikrobien, enterobakteerien ja β -glukuronidaasi-entsyymejä tuottavien lajien sekä hiivojen ja homeiden kokonaismäärän määrittämiseen käytettiin muun muassa Hygicult®-kontaktilevyjä. Kasviksia käsittelevien laitosten pinnoilta mitattiin korkeita mikrobipitoisuuksia kun niitä verrataan suomalaisessa pintahygieniaoppaassa esitettyihin yleisiin viitearvoihin. Tulosten arvioinnissa tulee kuitenkin ottaa huomioon eri tuotantolaitosten tyypit ja tuotannon vaiheet. Tutkimuksen jälkeen yritysten johtoa opastettiin kiinnittämään aiempaa enemmän huomiota laitoksen puhtaanapitoon, tuotantoalueiden suunnitteluun, työntekijöiden koulutukseen ja omavalvontaan. Kokonaisuutena tulokset osoittivat, että monissa kasvisten tuotantoyrityksissä on selkeä tarve parantaa puhdistus- ja hygieniaikäytäntöjä. Kalaa käsittelevän yrityksen pintahygieniatulokset olivat pääsääntöisesti erinomaisella tasolla.

Tutkimus tehtiin ”Uutta liiketoimintaa sivutuotteista (Uusivu)” -hankkeessa, jossa kehitetään kasvis-, liha- ja kalayritysten sivutuotteiden hyödyntämistä ja käsittelyä. Käsittelyketjua tarkastellaan kestävä kehityksen tarpeiden pohjalta. Uusivu-hanke on alueiden välinen Manner-Suomen maaseudun kehittämishanke ja sitä toteuttavat Luonnonvarakeskus Luke ja Helsingin yliopisto sekä yritykset. Hanketta rahoittavat Uudenmaan, Kaakkois-Suomen, Varsinais-Suomen, Etelä- ja Pohjois-Savon, Hämeen ja Pirkanmaan ELY-keskukset sekä yritykset. Hanke alkoi vuoden 2017 alussa ja se kestää vuoden 2020 kesäkuun loppuun.

Asiasanat: hygieniakartoitus, hygienia, mittaaminen, omavalvonta

Johdanto

Elintarvikkeita käsittelevien yritysten pintahygienialla on suuri merkitys raaka-aineiden ja tuotteiden mikrobiologisen laadun kannalta. Mitä puhtaampia prosessit ovat, sitä vähemmän syntyy hävikkiä, ja puhtaat sivujakeet voidaan hyödyntää edelleen. Tässä tutkimuksessa tarkasteltiin kalaa, perunaa, omenaa ja salaattia prosessoivien yritysten tuotantotilojen hygieenistä tasoa.

Suurin osa elintarvikevälitteisistä sairauksista johtuu raaka-aineiden huonosta laadusta ja tuotantolaitosten prosesseista, mutta merkittävä osuus voi olla seurausta myös elintarvikkeiden valmistajien ja vähittäiskauppioiden epähygieenisistä toimintavoista (Ismaïl ym. 2013). Työympäristön, erityisesti elintarvikkeiden kanssa kosketuksissa olevien pintojen, laitteiden ja koneiden korkea hygieniataso, on perusedellytys turvallisten elintarvikkeiden valmistukselle (Osimani ym. 2014).

Useat taudinaiheuttajat, mukaan lukien *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* spp. ja enteropatoogeeniset *Escherichia coli* -kannat voivat säilyä eri pinnoilla useista tunneista päiviin ja muodostaa biofilmin (Martinon ym. 2012). Käsittelyvaiheet, kuten pesu tai desinfiointi, leikkaaminen ja varastointi, tarjoavat monia mahdollisuuksia elintarvikkeiden ja niiden raaka-aineiden ristikontaminaatioon (Matthews ym. 2014). Elintarvikkeiden kanssa kosketukseen joutuvat pinnat, mukaan lukien laitteet, työkalut, astiat ja lisävarusteet, joita käytetään lukuisissa kasvisten varastointi-, lajittelu- ja käsittelyvaiheissa, voivat osaltaan edistää taudinaiheuttajien aiheuttamaa ristikontaminaatiota. Esimerkiksi *E. coli* O157:H7:n on todettu siirtyneen laitteiden pinnalta tuoreisiin pilkottuihin lehtivihanneksiin prosessoinnin aikana (Buchholz ym. 2012). Muun muassa metalliset pinnat on tunnustettu patogeenisen ristikontaminaation edistäjiksi tuoretuotteissa (Kusumaningrum ym. 2003, Ryu ja Beuchat 2005, Axelsson ym. 2013).

Biofilmin muodostuminen alkaa elintarvikkeita prosessoivissa yrityksissä yleensä, kun puhdistus- ja hygieniatoimenpiteitä ei tehdä oikein (Srey ym. 2013). Elintarvikkeiden kanssa kosketuksiin joutuvien pintojen riittämätön puhdistus ja desinfiointi voi johtaa paitsi tuotteen säilyvyysajan lyhentymiseen, myös tautia aiheuttavien mikrobien lisääntymiseen (Moore ym. 2002). Elintarvikkeiden kanssa kosketuksiin joutuvien pintojen mikrobiologisen turvallisuuden parantamiseksi on kehitetty monipuolisia, tehokkaita desinfiointimenetelmiä (Duncan 2011, Llorens ym. 2012).

Toisin kuin elintarvikkeille, joille mikrobiologiset kriteerit on vahvistettu Euroopan unionissa asetuksella (EY N:o 2073/2005) ja sen myöhemmillä muutoksilla, elintarviketeollisuudessa käytettävien pintojen ja laitteiden puhtauteksi ei ole lain määräämiä vaatimuksia. Elintarvikealan toimijoilla on velvollisuus määrittellä, toteuttaa ja valvoa tuotantotilojensa asianmukaista puhdistus- ja puhtaanapito-ohjelmaa asetuksen (EY) N:o 852/2004 (EY 2004) mukaisesti. Tämän asetuksen yleisiin vaatimuksiin sisältyy muun muassa kaikkien elintarvikkeiden tuotantotilojen puhtaanapito. Elintarvikkeiden kanssa kosketuksiin joutuvat pinnat tulee voida puhdistaa ja desinfioida helposti. Monet yritykset ovat laajentaneet tuotantoaan alkutuotannosta jatkojalostukseen (esimerkiksi juuresten kuorinta, kasvisten pilkonta), mikä lisää merkittävästi tiedon ja osaamisen tarvetta yrityksissä lainsäädännön vaatimusten vuoksi. Hyvä pintahygienia on erittäin tärkeää maataloustuotteita jatkojalostavissa yrityksissä, jotta taataan tuotteiden elintarviketurvallisuus.

Tämän tutkimuksen hygieniakartoitusten tavoitteena oli tutkia jatkojalostusyritysten valittujen tuotantotilojen pintojen puhtaustasoa. Kartoitusten tulosten pohjalta yrityksissä voidaan kiinnittää huomiota epäkohtiin sekä tehostaa ongelmallisten pintojen puhtaanapitoa ja omavalvontaa sekä muita pintojen puhtauteen vaikuttavia käytäntöjä.

Aineisto ja menetelmät

Hygieniakartoitukset tehtiin loppuvuonna 2018 ja alkuvuodesta 2019 kolmessa kasvisalan yrityksessä ja yhdessä kalaa prosessoivassa yrityksessä. Jatkojalostusyritykset poikkesivat toisistaan huomattavasti toimintojensa ja prosessiensa suhteen. Mukana oli yrityksiä, jotka sekä tuottavat raaka-ainetta että prosessoivat sen valmiiksi tuotteiksi, sekä pelkästään esikäsiteltyä raaka-ainetta jatkojalostavia yrityksiä. Tutkimuksen toteutus oli pääpiirteissään aiempien tutkimusten (Lehto ym. 2011, Kuisma ym. 2016) kaltainen, mutta tutkittavat yritykset poikkesivat aiemmin tutkituista.

Yrityksissä tehtiin ennen hygieniakartoitusta esikartoituskäynnit, joiden pohjalta laadittiin kirjalliset, valokuvin varustetut näytteenottosuunnitelmat mitattavista kohteista. Kunkin yrityksen edustajat nimesivät kartoitukseensa sisällytettävät huonetilat. Hygieniakartoitukset toteutettiin näytteenottosuunnitelmien mukaisesti, ottaen huomioon kohteen yksilölliset piirteet näytteenottotilanteessa. Kartoituksissa keskityttiin mahdollisiin tuotteen mikrobiologisen laadun kannalta kriittisiin näytteenottokohtiin ja pintoihin; tällaisia olivat esimerkiksi katkaisijat, koneet ja laitteet, altaat, työtasot ja siivousvälineet.

Pintanäytteet otettiin esikartoituskäyntien perusteella valituista näytteenottopisteistä käyttäen Orion Diagnostican Hygicult® -kontaktilevyjä, jotka mittaavat aerobisten mikrobien kokonaismäärää (TPC), enterobakteerien ja β -glukuronidaasi-entsyymejä tuottavien lajien kokonaismäärää (E/ β -Gur) sekä hiivojen ja homeiden kokonaismäärää (Y&F). Pintapuhtausnäytteitä otettiin myös ATP-bioluminesenssimääritystä varten (ATP=adenosiini-trifosfaatti). Nämä näytteet otettiin vanupuikolla reagenssiputkeen, jonka kyvetistä mitattiin välittömästi ATP-bioluminesenssi luminometrisesti Hygiena EnSURE -laitteella. Syntyneen valon intensiteetti luettiin näytöltä suhteellisina valoyksikköinä RLU (relative light units). RLU on suoraan verrannollinen ATP:n ja siten biologisen aineksen aiheuttaman kontaminaation määrään. Näytteenotot suoritettiin detektiovälineiden valmistajien ohjeiden mukaisesti. Tulosten tulkinnassa käytetyt raja-arvot ja viitteet tulosten luokittelumiseksi on esitetty Lehdon ym. (2011) artikkelissa.

Tulokset koottiin Excel-tietokantaan ja jaettiin mittauskohteittain viiteen ryhmään aiempien tutkimusten (Lehto ym. 2011, Kuisma ym. 2016) mukaisesti. Tutkitut pinnat olivat suoraan kosketuksessa tuotteeseen ryhmissä 1 ja 2 sekä osittain ryhmässä 3.

- 1) Koneiden pinnat, kuten leikkurit, kuorintakoneet jne.
- 2) Tuotteen kanssa kosketuksissa olevat muut pinnat kuin koneet, mukaan lukien muun muassa erilaiset pöydäpinnat, leikkuulaudat ja veitset
- 3) Kuljetinhihnat
- 4) Pakkaukset
- 5) Pinnat, jotka eivät ole suorassa kosketuksessa tuotteiden kanssa: esim. ohjauspaneelit ja muut sisäympäristön pinnat, kuten ovien kahvat, näytöt, vaa'at, lattiat ja siivousvälineet

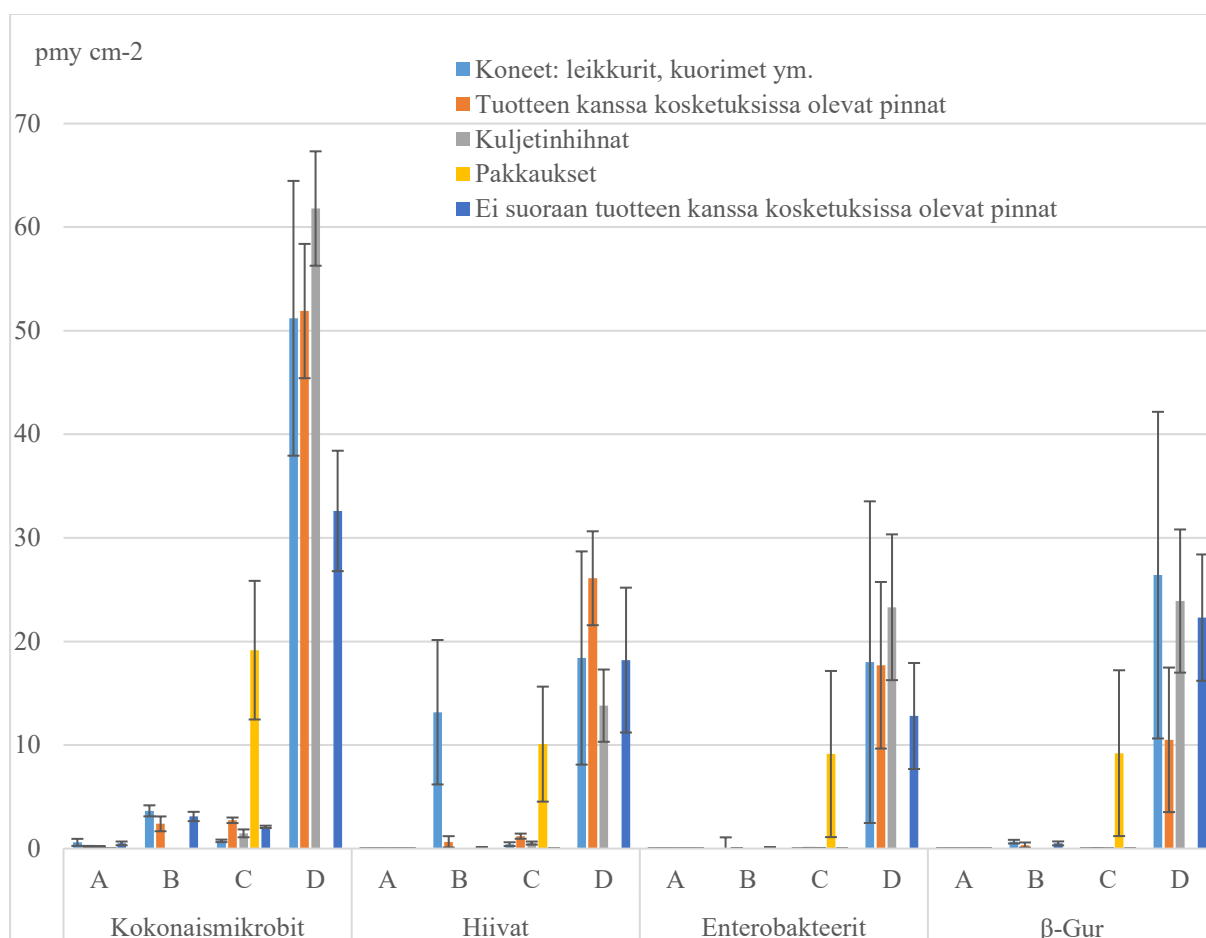
Mittauspisteiden lukumäärät ilmenevät Taulukosta 1. Yrityksessä B ei ollut mittauskohteina kuljetinhihnoja ja pakkauksia, yrityksessä D ei puolestaan ollut pakkauksia.

Taulukko 1. Mittauspisteiden lukumäärät (n) eri mittauskohteissa ja yrityksissä A–D.

Mittauskohde	Kokonaismikrobit				Hiivat				Enterobakteerit ja β -Gur				ATP-bioluminesenssi			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
Koneet: leikkurit, kuorimet ym.	4	8	4	10	4	8	4	10	2	4	2	5	2	2	2	1
Tuotteen kanssa kosketuksissa olevat pinnat	60	9	28	22	58	9	28	22	29	5	14	11	16	5	5	2
Kuljetinhihnat	10	0	16	28	10	0	16	28	5	0	7	14	0	0	5	6
Pakkaukset	2	0	10	0	2	0	10	0	1	0	5	0	0	0	0	0
Ei suoraan tuotteen kanssa kosketuksissa olevat pinnat	22	22	64	28	6	22	10	16	9	11	26	13	0	0	0	0
Yhteensä	98	39	122	88	39	39	68	76	46	20	54	43	18	7	12	9

Tulokset ja tulosten tarkastelu

Hygieniakartoitusten tulosten perusteella hygieniataso vaihteli suuresti yritysten välillä (Kuva 1). Kalayrityksen (A) mikrobiologiset tulokset olivat erinomaisella tasolla. Korkeimmat keskimääräiset mikrobimäärät mitattiin kasvisyrityksestä D.



Kuva 1. Yrityskohtaiset mikrobiologiset pintanäytetulokset. A = kalayritys, B–D = kasvisyritykset.

ATP-bioluminenssimittauksia tehtiin valikoiduista muista mittauspisteistä, mutta ei suoraan tuotteen kanssa kosketuksissa olevilta pinnoilta ja pakkausten pinnoilta. Tietyn mittauskohteen tulosten vaihteluvälit olivat yrityksen A leikkureita ja koneita lukuun ottamatta suuret (Taulukko 2).

Taulukko 2. Tutkittujen yritysten pintahygieniatulokset: ATP-bioluminenssi.

Yritys	Mittauskohde (n)	ATP-arvot (RLU)		
		Vaihteluväli	Keskiarvo	Keskiarvon keskivirhe
Kalayritys (A)	Tuotteen kanssa kosketuksissa olevat pinnat (16)	0...2300	161	143
	Leikkurit ja koneet (2)	0...133	65	65
Kasvisyritykset (B-D)	Kuljettimen hihnat (11)	11...>9999	4143	1379
	Tuotteen kanssa kosketuksissa olevat pinnat (12)	4...7798	1367	857
	Leikkurit ja koneet (5)	13...7393	1696	1430

Elintarviketeollisuuden puhtaanapidossa tulee kiinnittää erityistä huomiota yleiseen hygieniatasoon sekä puhdistus- ja desinfiointimenetelmiin. Tämän tutkimuksen tulosten perusteella haasteita on erityisesti kasvisyrityksissä.

Kalaa käsittelevän yrityksen pintapuhtaustulokset olivat hyvällä tasolla. Kalateollisuuden ongelmakohdat tuotantohygienian näkökulmasta ovat hankalasti purettavat ja puhdistettavat laitteet, esimerkiksi nahanpoisto-, fileointi ja suolauslaitteet, sillä niihin jää helposti tuotejäämiä, jotka ovat hyviä kasvupaikkoja monille bakteereille (Wirtanen 2002). *Listeria monocytogenes* -bakteerikontaminaatio on merkittävä riski prosessoituille kalatuotteille (Aalto-Araneda ym. 2019), mikä vuoksi korkea hygieniataso on erityisen tärkeä kaikissa kalan käsittelyn vaiheissa.

Hygieniakartoitusten tulosten perusteella ongelmallisimmiksi kohteiksi osoittautuivat kuljettimet ja muut tuotteiden kanssa kosketuksissa olevat pinnat. Yleisin syy ongelmallisimpien elintarviketuotannon laitteiden hygieniaongelmiin on kirjallisuuden mukaan huono hygieeninen suunnittelu. Huono laite- ja tilasuunnittelu johtaa tarpeeseen lisätä puhdistuksen taajuutta ja kestoja sekä käyttää voimakkaita kemikaaleja (Lelieveld ym. 2003). Laitteen rakenne voi esimerkiksi lisätä orgaanisen aineksen kertymistä laitteen pinnoille ja hankaloittaa puhdistusta. VTT Biotekniikan ja Helsingin yliopiston eläinlääketieteellisen tiedekunnan elintarvike- ja ympäristöhygienian laitoksen projektissa ”Hygieeniset laitteet elintarviketeollisuudessa” ongelmallisimmiksi laitteiksi hygienian ja puhdistamisen kannalta havaittiin pakkauskoneet, kuljettimet, annostelukoneet, jäähdyttimet ja siivutuskoneet (Wirtanen 2002). Pakkaaminen on viimeinen vaihe ennen tuotteen kuljettamista jälleenmyyjille ja kuluttajille, ja tuotteen säilyvyys riippuu suuressa määrin asianmukaisesta pakkauksesta.

Myös tuotteiden kanssa epäsuorassa kosketuksessa olevat pinnat voivat välittää kontaminaatiota tuotteisiin, mikä on ongelma erityisesti korkean hygienian alueella (Lehto ym. 2013). Korkean hygienian alue tarkoittaa aluetta, jolla on korkein puhtausvaatimus. Alueella käsitellään tai säilytetään suojaamattomia tuotteita, ja tuotteiden käsittelyltä edellytetään erityisen hygieenistä työjärjestystä (Kuisma ym. 2012).

Tuotantotiloissa tulee olla kunnolliset puhdistus- ja omavalvontasuunnitelmat (Kuisma ym. 2012) ja niitä tulee noudattaa. Lisäksi esimerkiksi uusimalla kuljetinhihnoja ja leikkuulautoja, ottamalla käyttöön kenkien puhdistusjärjestelmiä eri hygienia-alueiden välillä sekä käyttämällä automaattihanoja voidaan osaltaan parantaa pintahygieniaa.

Kuisman ym. (2016) vuosina 2009 ja 2012 kasvisyrityksissä tekemissä hygieniakartoitustutkimuksissa ongelmallisimmiksi pinnoiksi osoittautuivat koneet ja laitteet sekä kuljettimien hihnat. Myös nyt tehdyissä hygieniakartoituksissa saatiin samankaltaisia tuloksia. Edellä mainitut pinnat on todettu tuotantohygienian kannalta mikrobiologiseksi vaaratekijäksi, joten näiden pintojen puhdistukseen tulee lisätä resursseja. Kasvituotantolaitosten on tarpeen kehittää puhdistus- ja hygieniakäytäntöjään edelleen, ja lisäksi työntekijöiden koulutusta ja pintojen omavalvontaa olisi lisättävä. Hyvän tuotantohygienian saavuttamiseksi tuorekasviksia pilkkoville yrityksille on laadittu hyvän käytännön ohje (Lehto ym. 2015). Puhtaanapidon perusasioita on käsitelty kasvisalalle suunnatussa puhtausoppaassa (Kuisma ym. 2012).

Johtopäätökset

Elintarvikkeita prosessoivien yritysten tulee kiinnittää puhtaanapidossa erityistä huomiota omavalvontaan, yleiseen hygieniatasoon sekä puhdistus- ja desinfiointimenetelmiin. Käsittelytilojentilojen ja -välineiden siisteydellä ja eheydellä on suuri merkitys yleisen ja tuotehygienian kannalta. Kuluneet pinnat ovat hyviä kasvualustoja mikrobeille, sillä niiden siivoaminen on epätasaisen pinnan vuoksi vaikeaa. Tässä tutkimuksessa kalankäsittelytilojen puhtausaste ja tutkittavat pinnat olivat erinomaiset. Kasviksia prosessoivien yritysten B ja C pintahygienia oli pääosin hyvällä tasolla, mutta näissäkin yrityksissä pesu- ja puhdistusprosesseja on tarpeen parantaa. Kasvisyrityksen D tulee tehostaa pesuprosessia ja lisätä pintapuhtauden seurainta, jotta pintahygienia saadaan paremmalle tasolle. Tämä tutkimus vahvisti aiemmissa tutkimuksissa tehtyjä havaintoja siitä, että tuotantotilojen pintojen puhdistettavuuteen sekä tuotantotilojen säännölliseen ja perusteelliseen puhdistukseen sekä

desinfiointiin tulee kiinnittää erityistä huomiota. Varsinkin kuljetinhihnat ja laitteet ovat usein kriittisiä kohteita likaantumisen ehkäisyyn ja puhdistamisen kannalta. Puhtaanapito ja sen seuraaminen ovat jatkuva prosessi, jota tulee kehittää koko ajan.

Kiitokset

Kiitämme tutkimukseen osallistuneita yrityksiä yhteistyöstä. Tutkimus kuuluu hankkeeseen ”Uutta liiketoimintaa sivutuotteista” (Uusivu), jota rahoittavat Uudenmaan, Kaakkois-Suomen, Varsinais-Suomen, Etelä- ja Pohjois-Savon, Hämeen ja Pirkanmaan ELY-keskukset sekä yritykset.

Kirjallisuus

- Aalto-Araneda, M., Lundén, J., Markkula, A., Hakola, S. & Korkeala, H. 2019. Processing plant and machinery sanitation and hygiene practices associate with *Listeria monocytogenes* occurrence in ready-to-eat fish products. *Food Microbiology* 82: 455–464. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2019.03.017>
- Axelsson, L., Holck, A., Rud, I., Samah, D., Tierce, P., Favre, M. & Kure, C.F. 2013. Cleaning of conveyor belt materials using ultrasound in a thin layer of water. *Journal of Food Protection* 76: 1401–1407. <https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-12-563>
- Buchholz, A.L., Davidson, G.R., Marks, B.P., Todd, E. C.D. & Ryser, E.T. 2012. Quantitative transfer of *Escherichia coli* O157: H7 to equipment during small-scale production of fresh-cut leafy greens. *Journal of Food Protection* 75: 1184–1197. <https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-11-489>
- Duncan, T.V. 2011. Applications of nanotechnology in food packaging and food safety: Barrier materials, antimicrobials and sensors. *Journal of Colloid and Interface Science* 363: 1–24. <https://doi.org/10.1016/j.jcis.2011.07.017>
- EC, 2004. Regulation (EC) No 852/2004 of the European parliament and of the council of 29 April 2004 on the hygiene of foodstuffs. *Official Journal of the European Union*, L, 226: 1–23. https://www.fsai.ie/uploadedFiles/Consol_Reg852_2004.pdf
- EC, 2005. Commission Regulation (EC) No 2073/2005 of 15 November 2005 on microbiological criteria for foodstuffs. *Official Journal of the European Union*, L, 338: 1–26. <http://data.europa.eu/eli/reg/2005/2073/oj>
- Ismail, R., Aviat, F., Michel, V., Le Bayon, I., Gay-Perret, P., Kutnik, M. & Federighi, M. 2013. Methods for Recovering Microorganisms from Solid Surfaces Used in the Food Industry: A Review of the Literature. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 10: 6169–6183. <https://doi.org/10.3390/ijerph10116169>
- Kuisma, R., Pienmunne, E., Lehto, M., Mäki, M. & Kymäläinen, H.-R. 2012. Puhtausopas tuorevihannesten tuotantolaitoksille. Helsingin yliopisto, Maataloustieteiden laitoksen julkaisuja 11/2012. 58 s. <http://hdl.handle.net/10138/36024>
- Kusumaningrum, H. Riboldi, G., Hazeleger, W.C. & Beumer, R.R. 2003. Survival of foodborne pathogens on stainless steel surfaces and cross-contamination to foods. *International Journal of Food Microbiology* 85: 227–236. [https://doi.org/10.1016/S0168-1605\(02\)00540-8](https://doi.org/10.1016/S0168-1605(02)00540-8)
- Lieveld, H.L.M., Mostert, M.A. & Curiel, G.J. 2003. Hygienic equipment design. In Lielieveld H.L.M. Holah, J.T & Napper, D. (eds). *Hygiene in food processing*, Woodhead Publishing, Cambridge. s. 122–166.
- Kuisma, R.M.J., Kymäläinen, H.-R. & Lehto, M., 2016. Tuorevihannesten tuotantotilojen pintahygienian selvittäminen. *Suomen Maataloustieteellisen Seuran Tiedote* 33. <https://doi.org/10.33354/smst.75148>
- Lehto, M., Kuisma, R., Kymäläinen, H.-R., Suojala-Ahlfors, T., Laamanen, T.-L., Sipilä, I., Pienmunne, E. & Mäki, M. 2013. Tuorevihannesten tuotantoketjun tavoitteena turvallinen tuote. *MTT raportti* 86. 63 s. <http://Www.mtt.fi/mttraportti/PDF/mttraportti86.pdf>
- Lehto, M., Kuisma, R., Määttä, J., Kymäläinen, H.-R. & Mäki, M. 2011. Hygienic level and surface contamination in fresh-cut vegetable production plants. *Food Control* 22: 469–475. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2010.09.029>
- Lehto, M., Mäki, M., Kuisma, R. & Kymäläinen, H.-R. 2015. Hyvän käytännön ohje tuorekasviksia pilkkoville yrityksille. *Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus* 10/2015, Luonnonvarakeskus (Luke). 129 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-09-2>.

- Llorens, A., Lloret, E., Picouet, P.A., Trbojevič, R. & Fernandez, A. 2012. Metallic-based micro and nanocomposites in food contact materials and active food packaging. *Trends in Food Science & Technology* 24: 19–29. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2011.10.001>
- Matthews, K.R., Sapers, G.M. & Gerba, C.P. 2014. The produce contamination problem. Elsevier. 492 s. <https://doi.org/10.1016/C2012-0-01380-4>
- Martinon, A., Cronin, U.P., Quealy, J., Stapleton, A. & Wilkinson, M.G. 2012. Swab sample preparation and viable real-time PCR methodologies for the recovery of *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* or *Listeria monocytogenes* from artificially contaminated food processing surfaces. *Food Control* 24: 86-94. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2011.09.007>
- Osimani, A., Garofalo, C., Clementi, F., Tavoletti, S. & Aquilanti, L. 2014. Bioluminescence ATP monitoring for the routine assessment of food contact surface cleanliness in a university canteen. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 11: 10824-10837. <https://doi.org/10.3390/ijerph111010824>
- Ryu, J.-H. & Beuchat, L.R. 2005. Biofilm formation and sporulation by *Bacillus cereus* on a stainless steel surface and subsequent resistance of vegetative cells and spores to chlorine, chlorine dioxide, and a peroxyacetic acid-based sanitizer. *Journal of Food Protection* 68: 2614–2622. <https://jfoodprotection.org/doi/pdf/10.4315/0362-028X-68.12.2614>
- Srey, S., Jahid, I.K. & Ha, S.A. 2013. Biofilm formation in food industries: A food safety concern. *Food Control* 31: 572–585. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2012.12.001>
- Wirtanen, G. 2002. Laittehygienian elintarviketeollisuudessa: hygieniaongelmien ja *Listeria monocytogenes* hallintakeinot. Valtion teknillinen tutkimuslaitos VTT. 187 s. <http://www.vtt.fi/inf/pdf/publications/2002/P480.pdf>