

Hygienisointikäsittelyjen vaikutus pilkottujen tuorekasvisten laatuun

Hanna-Riitta Kymäläinen¹⁾ ja Risto Kuisma¹⁾

Helsingin yliopisto, maataloustieteiden laitos, PL 28 (Koetilantie 5), 00014 Helsingin yliopisto. hanna-riitta.kymalainen@helsinki.fi, risto.kuisma@helsinki.fi

TIIVISTELMÄ

Kiinnostus pilkottuja tuorekasviksia kohtaan on kasvanut viime vuosina. Pilkkomisessa tapahtuva kasvoksen solurakenteen rikkoutuminen edistää mikrobien lisääntymistä ja tuotteiden pilaantumista aiheuttaen haasteita kasvisten säilyvyydelle. Hygieniää ja säilyvyyttä on yritetty parantaa paitsi raaka-ainevalinnoilla, myös erilaisilla kemiallisilla käsittelyillä (mm. hapot, vetyperoksidi, otsoni ja elektrolysoitu vesi), fysikaalisilla menetelmillä (mm. lämpökäsittely, ultraviolettivovalo ja korkea paine), pakkausmateriaaleilla ja -kaasuilla sekä varastointiolosuhteilla. Kemiallisilla ja fysikaalisilla hygienisointitekniikoilla pyritään yleensä mikrobimäärien vähentämiseen tai patogeenien eliminoimiseen. Kirjallisuustutkimuksessa selvitettiin kemiallisten ja fysikaalisten hygienisointitekniikoiden vaikutusta pilkottujen tuorekasvituotteiden mikrobiologiseen laatuun ja säilyvyyteen.

Pilkottujen tuorekasvisten laatua on tutkittu kansainvälisesti erittäin paljon, mutta tutkimuskohteissa on kasviskohtaisia eroja. Esimerkiksi juureksista porkkanaa on tutkittu erittäin paljon, lanttua ja punajuurta vain vähän. Yksittäisen hygienisointikäsittelyn sijaan monet uusimmista tutkimuksista painottuvat yhdistelmätekniikoihin eli erilaisten käsittelymenetelmien yhdistämiseen samanaikaisesti tai peräkkäin.

Useilla hygienisointitekniikoilla on saatu vähennettyä kasvisten normaaliflooraa tai patogeeneja. Valtaosa tutkimuksista osoitti, että useimmat hygienisointikäsittelyt eivät tuhoa kaikkia mikrobeja kasvuksesta. Vaikka jollakin hygienisointikäsittelyllä saatiinkin vähennettyä mikrobimääriä hyvinkin pieniksi, mikrobit usein lisääntyivät käsittelyä seuraavalla varastointijaksolla. Kunkin käsittelyn vaikutus kasvituotteen mikrobiologiseen laatuun vaihteli hyvinkin suuresti eri kasvisten ja niiden pilkottutavan, tutkittujen mikrobien, hygienisoinnin toteutustavan sekä käsittelyolosuhteiden osalta. Minkään katsauksessa esitellyn hygienisointikäsittelyn suhteen ei siis voida esittää yksiselitteistä, yleispätevää vaikutusta kasvisten laatuun.

Mikrobiologisen turvallisuuden ja säilyvyyden lisäksi tärkeitä tuorekasvituotteen tyyppilliset laatuominaisuudet liittyvät ulkonäköön, makuun, ravintoarvoon ja tuntuun. Mikrobiologisen laadun lisäksi hygienisointikäsittelyjen todettiin usein vaikuttavan kasvoksen ravitsemukselliseen ja aistinvaraiseen laatuun, joskaan aina näitä vaikutuksia ei todettu tai tutkittu.

Hyvälaatuistenkin tuorekasvisten pinnalla ja sisällä on mikrobeja, ns. normaaliflooraa. Mikrobimäärät yleensä kasvavat kasvoksen pilaantuessa ja sen laadun heiketessä. Normaali mikrobifloora saattaa kuitenkin vähentää patogeenien elinmahdollisuuksia. Lisäksi käytännön tuotanto-olosuhteissa kaikkien kasvisten laatuun vaikuttavien tekijöiden seuraaminen ja ylläpitäminen on usein haasteellista. Kussakin tilanteessa tulee arvioida käsittelyjen tavoite, mahdolliset hyödyt ja haitat, tuotantolaitoksen olosuhteet, kustannukset sekä lainsäädäntö. Tulee myös muistaa, että hygienisointimenetelmiä ei tule käyttää korvaamaan hyviä tuotantokäytäntöjä, kuten kylmäketjua ja sen olosuhteita (pääsääntöisesti korkeintaan +6 °C) ja pysyvyyttä, puhtautta ja tuotantohygieniää sekä nopeaa käsittelyprosessia ja -ketjua.

Kirjallisuustutkimus tehtiin TuoPro (Tuorekasvisten turvallisuuden parantaminen) -hankkeessa, jonka vetäjä oli Luonnonvarakeskus (Luke) ja rahoittajana Hämeen ELY-keskus. Hankkeen tuloksista tiedotetaan vuosina 2015–2016 Maa- ja metsätalousministeriön rahoittamassa TuoPro2 (Hyviä käytäntöjä tuorekasviksia valmistaviin yrityksiin) -hankkeessa, jonka vetäjä on Helsingin yliopiston maataloustieteiden laitos.

Asiasanat: Tuorekasvis, laatu, hygienia, käsittely, tekniikka

Johdanto

Pilkottuja tuorekasviksia käytetään yleisesti etenkin suurkeittiöissä. Tuorekasviksen laatutekijät voidaan jaotella kuuluvan ulkonäköön, makuun, ravintoarvoon, tuntuun sekä turvallisuuteen (Francis ym. 2012). Mikrobiologinen laatu on osa turvallisuusominaisuuksia. Hyvälaatuisissakin tuorekasviksissa on mikrobeja ns. normaalifloorana. Mikrobien määrä yleensä kasvaa kasviksen pilaantuessa. Kasvisten solurakenne rikkoutuu pilkottaessa, mikä edistää mikrobien lisääntymistä ja tuotteiden pilaantumista. Normaalifloora saattaa vähentää patogeenien eli tautia aiheuttavien mikrobien elinmahdollisuuksia (Carlin ym. 1996).

Elintarviketeollisuusliiton (ETL 2015) suositusten mukaan sellaisenaan syötävien tuorekasvisten, muun muassa salaattien ja raasteiden enimmäismikrobimäärät ovat seuraavat: hiivat 1×10^4 (1×10^5) pmy/g, homeet 1×10^3 (1×10^4) pmy/g, *Bacillus cereus* -ryhmä¹ 1×10^2 (1×10^3) pmy/g, koagulaasipositiiviset stafylokokit / *S. aureus* 1×10^2 (1×10^3) pmy/g ja *Escherichia coli* 1×10^2 (1×10^3) pmy/g. Ensimmäisenä kerrotun ohjearvon ylittyessä toistuvasti on arvioitava tilanne, suluissa olevan ohjearvon ylittyessä on tehtävä riskinarviointi ja toimijan on ryhdyttävä tarvittaessa toimenpiteisiin (ETL 2015). Raja- tai suositusarvot eivät selvityksemme perusteella ole kansainvälisesti yhteneväiset.

Tässä kirjoituksessa raportoidaan yhteenveto kirjallisuustutkimuksesta (Kuisma ja Kymäläinen 2015), jossa selvitettiin, millaisia kemiallisia ja fysikaalisia käsittelyjä erityisesti pilkottujen tuorekasvituotteiden mikrobiologisen laadun hallintaan on tutkittu ja millaisia vaikutuksia niillä oli kasvisten mikrobiologiseen sekä mahdollisesti myös aistinvaraiseen ja ravitsemukselliseen laatuun. Katsauksessa selvitettiin porkkanan, lantun, punajuuren, salaatin, tomaatin, kurkun, paprikan, sipulin, purjosipulin ja itujen tutkimuksia.

Tuorekasvisten mikrobiologisen laadun parantamiseen tutkitut menetelmät

Tuorekasvisten hygieniää ja säilyvyyttä on yritetty parantaa paitsi lajikevalinnoilla ja hyvillä viljelykäytännöillä, myös kasvisten jatkojalostusvaiheessa raaka-ainevalinnalla, pesemällä, erilaisilla kemiallisilla ja fysikaalisilla käsittelyillä (taulukko 1), mekaanisen prosessoinnin hallinnalla (kuten käyttämällä teräviä leikkuuvälineitä), pakkausmateriaaleilla ja -kaasuilla sekä varastointiolosuhteilla. Näillä keinoilla pyritään vähentämään mikrobimääriä, estämään mikrobien kasvua tai eliminoimaan patogeeneja.

Taulukko 1. Tuorekasviksille tutkittuja dekontaminaatiotekniikoita ja laadun hallintakeinoja (Rico ym. 2007, Kuisma ja Kymäläinen 2015, muokattu).

Menetelmä		Esimerkkejä ja tarkennuksia
Kemialliset	Kloori	Hypokloriitti, natriumkloriitti
	Klooridioksidi	Vesiliuoksessa tai kaasuna
	Orgaaniset hapot	Peretikkahappo, sitruunahappo, maitohappo, viinihappo, askorbiinihappo
	Vetyperoksidi	Vesiliuos
	Otsoni	Vesiliuoksessa tai kaasuna, kasvisten käsittelyyn pääasiassa vesiliuos
	Elektrolysoitu (EO-) vesi	Hapan, emäksinen tai neutraali
	”Luonnolliset” säilöntäaineet	Eteeriset öljyt ja syötävät pinnoitteet (sis. kalsiumpohjaiset liuokset)
	Muut käsittelyaineet	Bromi, jodi, natriumfosfaatti, kvaternääriset ammoniumsuolayhdisteet
Fysikaaliset	Suojakaasupakkaaminen	Eri kaasujen (happi, typpi, hiilidioksidi) seos, tietty pakkauksen läpäisevyys
	Lämpökäsittely	Ryöppäys tai lämpöshokki kuumun veden, ilman tai höyryn avulla
	Säteilytys	Beeta- tai gammasäteily, sallittu Suomessa vain mausteille
	Valokäsittelyt	Ultravioletti(UV)-valo, pulssivalo
	Korkea paine	Ilmalla 100-800 MPa, hiilidioksidilla 3-6 MPa
	Pulssitetty sähkökenttä	Hyvin harvinainen
	Fotokatalyysi	Käytetty UV-käsittelyn yhteydessä
Ultraääni	25-70 kHz	
Fysikaalinen prosessointi	Kuoriminen, leikkaaminen, raastaminen, linkoaminen	

¹ Jos tutkittavan kasviksen viljelyssä on käytetty biopestisidiä (*Bacillus thuringiensis*), ohjearvo on 1000 pmy/g (10 000 pmy/g) (ETL 2015).

Pilkottujen tuorekasvisten laatua käsitteleviä tutkimuksia löytyi erittäin runsaasti, mutta eri kasviksia on tutkittu hyvin eri laajuisesti. Esimerkiksi juureksista porkkanaa on tutkittu erittäin paljon, lanttua ja punajuurta hyvin vähän. Tutkimus on aiemmin painottunut yksittäisiin hygienisointikäsittelyihin, mutta nykyään yhä useammin monia käsittelyjä yhdistetään samanaikaisina tai peräkkäin (Kuisma ja Kymäläinen 2015).

Eri käsittelyjen vaikutukset tuorekasvisten laatuun

Useimmilla kirjallisuuskatsauksessa (Kuisma ja Kymäläinen 2015) tarkastelluista hygienisointitekniikoista saatiin vähennettyä tuorekasvisten normaalimikrobiflooraa tai patogeenimikrobeja tyypillisesti 1-4,5 log/pmy verran. Harvoin saavutettiin yli 5 log vähenemä, mutta esimerkiksi Weissin ja Hammesin (2003) tutkimuksessa lämpökäsittely 55 °C:ssa 20 min ajan tai 80 °C:ssa 2 min ajan vähensi mungpapujen *Salmonella*-määrää yli 5 log itävyyden heikkenemättä.

Yleensä hygienisointikäsittelyt eivät tuhonneet kaikkia mikrobeja kasviksista. Neetoon ym. (2008) tutkimuksessa EHEC (enterohemorraagien *E. coli* O157:H7) saatiin kuitenkin kokonaan eliminoitua kosteista idätykseen tarkoitetuista sinimailasen siemenistä 15 min kestäväällä painekäsittelyllä (600 MPa, 20 °C).

Vaikka mikrobimääriä olisi saatu pienennettyä merkittävästi, mikrobit useimmiten lisääntyivät hygienisointikäsittelyn jälkeen varastoinnissa. Esimerkiksi Rodgersin ym. (2004) tutkimuksessa otsonoidulla vedellä pesu (3 mg/l, 5 min) vähensi mesofiilisten bakteerien määrää revityssä salaatisa noin 4,0 log pmy/g, mutta bakteerien määrä kasvoi varastoinnin aikana (4 °C, 9 vrk) 2,0-3,0 log pmy/g. Ruiz-Cruzin ym. (2007) tutkimuksessa porkkanaraasteessa oli *Salmonella* aluksi 5,84 log pmy/g, peretikkahappokäsittelyn (40 ppm) jälkeen 2,1 log pmy/g vähemmän, mutta varastoinnin (5 °C, 10 vrk) jälkeen saman verran kuin pelkällä vedellä käsitellyssä raasteessa.

Kunkin hygienisointikäsittelyn vaikutuksessa yhdenkin tuorekasvituotetyypin (esim. porkkanaraasteen) mikrobiologiseen, aistinvaraiseen ja ravitsemukselliseen laatuun oli usein suuria eroja. Tulosten vaihtelevuuteen vaikuttivat tutkittu kasvituote ja sen ominaisuudet (mm. lajike ja pilkontatapa), tutkitut mikrobit sekä niiden sijainti ja määrä kasviksen sisällä tai pinnalla, hygienisointikäsittelyn toteutustapa (mm. käsittelytekniikka, konsentraatio tai voimakkuus sekä kesto-aika) sekä ympäröivät olosuhteet, kuten lämpötila ja suhteellinen kosteus. Tyypillisesti usean käsittelymenetelmän yhdistäminen tehosti hygienisointivaikutusta verrattuna yksittäisten menetelmien käyttöön. Esimerkiksi Rajkowskin ym. (2007) tutkimuksessa 185 nm ja 254 nm yhdistelmä-UVC-käsittely oli hyvin tehokas *Shigella sonnei* -bakteerin tuhoamisessa agarista (>8 log) ja nesteistä (vesi, kasvisliemi; >5 log), mutta itujen pinnan epätasaisuuden vuoksi vähenemä oli niissä vain 2-3 log ja vain, jos käsittelyyn yhdistettiin vetyperoksidikäsittely. Durakin ym. (2012) tutkimuksessa puolestaan UV-valo (125 mJ/cm²), kloori (Nahypokloriitti 200 ppm) ja lämpö (50 °C) yhdessä tuottivat yli 5 log vähenemän vihersipulin pistemäiseen EHEC-pintakontaminaatioon (7,2 log/piste), mutta käsittely ei juuri tehonnut sipulin sisäosan kontaminaatioon.

Hygienisointimenetelmiä ei tule käyttää korvaamaan hyviä tuotantokäytäntöjä, kuten kylmäketjua ja sen olosuhteita (pääsääntöisesti korkeintaan +6 °C) sekä olosuhteiden pysyvyyttä, puhtautta ja tuotantohygieniaa, hyvää käsittelytekniikkaa (esim. terävät leikkuuvälineet) sekä nopeaa käsittelyprosessia ja -ketjua. Tuorekasvisalalle valmistui vuonna 2015 Hyvän käytännön ohje (Lehto ym. 2015).

Johtopäätökset

Erialaisten hygienisointikäsittelyjen vaikutusta tuorekasvisten laatuun on tutkittu kokonaisuutena hyvin paljon, mutta tutkimuksen kohteissa on eri kasvisten ja käsittelyjen osalta eroja. Eri tutkimusten koejärjestelyissä oli merkittäviä, tulosten yleistettävyyteen ja käytännön sovellettavuuteen vaikuttavia eroja. Vaikka monella menetelmällä saatiin vähennettyä kasvisten mikrobimääriä, vaikutukset eivät aina säilyneet varastoinnissa tai kasviksen aistinvarainen ja ravitsemuksellinen laatu kärsi käsittelystä. Tutkimusten vertailtavuus on rajallista koejärjestelyjen eroavuuksien takia. Myös käytännön tuotanto-olosuhteissa kaikkien hygienisointikäsittelyn tehoon vaikuttavien tekijöiden seuraaminen ja ylläpitäminen

on usein haasteellista. Kussakin tilanteessa tulee arvioida käsittelyjen tavoite, mahdolliset hyödyt ja haitat, tuotantolaitoksen olosuhteet, kustannukset sekä lainsäädäntö. Hyviin tuotantotapoihin tulee panostaa kaikissa tilanteissa.

Kiitokset

Tutkimus tehtiin TuoPro (Tuorekasvisten turvallisuuden parantaminen) -hankkeessa, jonka vetäjä oli Luonnonvarakeskus (Luke) ja rahoittaja Hämeen ELY-keskus. Hankkeen tuloksista tiedotetaan vuosina 2015–2016 Maa- ja metsätalousministeriön rahoittamassa TuoPro2 (Hyviä käytäntöjä tuorekasviksia valmistaviin yrityksiin) -projektissa, jonka vetäjä on Helsingin yliopiston maataloustieteiden laitos ja kansatoteuttaja Luke. Kiitämme lämpimästi molempien hankkeiden rahoittajia ja yhteistyökumppaneita.

Kirjallisuus

Carlin, F., Nguyen, C., Abreu da Silva, A. & Cochet, C. 1996. Effects of carbon dioxide on the fate of *Listeria monocytogenes*, of aerobic bacteria and on the development of spoilage in minimally processed fresh endive. *International Journal of Food Microbiology* 32: 159–172.

Durak, M. Z., Churey, J. J. & Worobo, R. W. 2012. Efficacy of UV, acidified sodium hypo-chlorite, and mild heat for decontamination of surface and infiltrated *Escherichia coli* O157:H7 on green onions and baby spinach. *Journal of Food Protection* 75: 1198-1206.

Elintarviketeollisuusliitto ry 2015. Elintarvikkeiden mikrobiologisia ohjausarvoja viimeisenä käyttöpäivänä. Suositus 4.3.2015. Helsinki: 6 s.

Francis, G. A., Gallone, A., Nychas, G. J., Sofos, J. N., Colelli, G., Amodio, M. L. & Spano, G. 2012. Factors affecting quality and safety of fresh-cut produce. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 52: 595-610.

Kuisma, R. & Kymäläinen, H.-R. 2015. Pilkkottujen tuorekasvisten hygienia: kirjallisuuskatsaus. Helsingin yliopisto, maataloustieteiden laitoksen julkaisuja 37, Unigrafia: 109 s. Sähköinen julkaisu osoitteessa <http://hdl.handle.net/10138/153124>.

Lehto, M., Maarit, M., Kuisma, R. & Kymäläinen, H.-R. 2015. Hyvän käytännön ohje tuorekasviksia pilkkoville yrityksille. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 10/2015, Luonnonvarakeskus (Luke), verkkojulkaisu osoitteessa <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-09-2>, 129 s.

Neetoo, H., Ye, M. & Chen, H. Q. 2008. Potential application of high hydrostatic pressure to eliminate *Escherichia coli* O157:H7 on alfalfa sprouted seeds. *International Journal of Food Microbiology* 128: 348-353.

Rajkowski, K.T. 2007. Inhibition of *Shigella sonnei* by ultraviolet energy on agar, liquid media and radish sprouts. *Journal of Food Safety* 27: 233-240.

Rico, D., Martin-Diana, A. B., Barat, J. M. & Barry-Ryan, C. 2007. Extending and measuring the quality of fresh-cut fruit and vegetables: a review. *Trends in Food Science & Technology* 18: 373-386.

Rodgers, S. L., Cash, J. N., Siddiq, M. & Ryser, E. T. 2004. A comparison of different chemical sanitizers for inactivating *Escherichia coli* O157:H7 and *Listeria monocytogenes* in solution and on apples, lettuce, strawberries, and cantaloupe. *Journal of Food Protection* 67: 721–731.

Weiss, A. & Hammes, W. P. 2003. Thermal seed treatment to improve the food safety status of sprouts. *Journal of Applied Botany-Angewandte Botanik* 77: 152-155.