

VIRUSTEN DETEKTIO JA HALLINTAKEINOT PROSESSIYMPÄRISTÖISSÄ

Kirjallisuuskatsaus virusriskeistä elintarviketeollisuudessa

Jonna Perkiömäki, Riskinarviointiyksikkö, Evira

Hanne Koivunen, Riskinarviointiyksikkö, Evira

Pirkko Tuominen, Riskinarviointiyksikkö, Evira

TIIVISTELMÄ

Tämä kirjallisuuskatsaus on tehty Evirassa esiselvityksenä Tekesin rahoittamaa Virusten detektio ja hallintakeinot elintarviketeollisuudessa -projektia varten. Katsaukseen on koottu ajankohtaista tietoa elintarvikkeiden välityksellä ihmisille tautia aiheuttavista viruksista elintarviketeollisuudessa. Katsaus on jaettu kahteen osaan, joista toisessa käsitellään virusten leviämisen kannalta merkittäviä vaiheita elintarviketuotannossa ja virusten riskitekijöitä elintarviketeollisuudessa. Jälkimmäisessä osassa käsitellään keinoja, joilla virusten leviämistä voidaan hallita ja siten pienentää mahdollista virusriskiä. Raportissa käsitellään pääasiassa vettä, työntekijöitä ja raaka-aineita riskitekijöinä. Lisäksi raportissa kartoitetaan pesuun, desinfektioon, elintarvikkeiden prosessointiin ja omavalvontaan kohdistuvia virusten riskinhallintakeinoja. Raporttia täydennetään myöhemmin virusten toteamismenetelmiin ja desinfektioaineiden tehoon liittyvillä osioilla.

Norovirukset ja hepatiitti A ovat teollisuusmaissa yleisimmin ruokamyrkytyksiä aiheuttavat virukset. Suomessa norovirukset ovat aiheuttaneet vuosittain noin 10 - 50 % kaikista elintarvikewälitteisistä epidemioista. Välittäjäelintarvike on ollut useimmiten kasvis, ja viruslähteenä on ollut yleensä virusta erittävä työntekijä tai saastunut raaka-aine. Erityisesti norovirusten pieni infektioannos, oireettomat erittäjät ja kestävyys monenlaisia olosuhteita vastaan mahdollistavat tehokkaan leviämisen ruuan, veden, pintojen ja työntekijöiden (kädet, uloste, oksennus) välityksellä. Lisäksi norovirukset ovat aiheuttaneet laajoja vesiepidemioita.

Elintarvikkeen raaka-aineet, tuotannossa käytetty vesi, prosessi, käsittelypinnat ja työntekijät vaikuttavat noroviruksen aiheuttaman riskin suuruuteen. Kriittisiä, virusten esiintyvyyteen ja määrään vaikuttavia riskinhallintakeinoja ovat mm. vesilaitoksilla tapahtuva vedenpuhdistus, elintarviketuotantolaitoksissa pintojen ja käsien desinfektio ja tietyt elintarvikkeiden valmistusprosessit ja riskinhallintakeinot.

Lisää tutkimusta tarvittaisiin erityisesti virusten esiintyvyydestä ja pitoisuudesta elintarvikkeissa ja elintarviketuotannossa, vedenpuhdistusmenetelmien tehosta viruksiin, elintarviketeollisuuden käyttämien riskinhallintamenetelmien tehosta ja erityisesti vesiaktiivisuuden vähentämisen, kylmäkuivauksen, dekontaminaatiokäsittelyiden ja muunnetun ilmakehän vaikutuksista tuotteissa oleviin viruksiin sekä pesu- ja desinfiointiaineiden viruskohtaisesta vaikutuksesta erilaisissa tuotanto-olosuhteissa ja lämpötiloissa sekä soveltuvuudesta käsien desinfiointiin. Ennen kaikkea tarvittaisiin erilaisia elintarvikkeiden rutiinitutkimuksiin soveltuvia, tarkkoja, nopeita ja edullisia analyysimenetelmiä sekä laadunvarmistukseen sopivia indikaattoreita, joiden avulla voitaisiin edistää tarkoituksenmukaisen virusseurannan sisällyttämistä elintarvikeyritysten omavalvontaan.

Sisältö

1. Johdanto	5
2. Yleistä viruksista sekä niiden merkityksestä vesi- ja elintarvikeväälitteisten ruokamyrkytysten aiheuttajina	6
2.1 Yleistä viruksista ruokamyrkytysten aiheuttajina	6
2.1.1 Norovirukset	7
2.1.2 Hepatiittivirukset	11
Hepatiitti A -virukset	11
Hepatiitti E -virukset	12
2.1.3 Muita enteerisiä viruksia	13
3. Puhdistusmenetelmät	16
3.1 Yleistä puhdistuksesta ja desinfektiosta	16
3.2 Puhdistukseen ja desinfektioon liittyvä lainsäädäntö	17
3.3 Puhdistukseen vaikuttavat tekijät	18
3.4 Eri puhdistusmenetelmät	20
3.4.1 Avoimet järjestelmät	20
Vaahtopesu	20
Tunnelipesu	21
3.4.2 Suljetut järjestelmät	21
Kierto pesu eli CIP -menetelmä	21
3.5 Pesu- ja desinfektioaineet ja -menetelmät elintarviketeollisuudessa	22
3.5.1 Puhdistusaineet	22
3.5.2 Desinfektioaineet	24
Klooria vapauttavat yhdisteet	25
Kvaternääriset ammoniumyhdisteet eli kvatit	26
Happamat anioniset yhdisteet	27
Amfoteeriset yhdisteet	27
Jodiyhdisteet	27
Peretikkahappo	28
Vetyperoksidi	28
Alkoholipohjaiset desinfektioaineet	30
Otsoni	30
3.5.3 Fysikaaliset desinfektiomenetelmät	30
Kuuma vesi ja höyry	30
Ultraviolettilvalo	31
Ultraääni	32
Ilmansuodattimet	33
4. Virusten aiheuttamat riskit	34
4.1 Virukset vedessä	34
4.1.1 Vesivälitteisiin epidemioihin johtaneet syyt	35
4.1.2 Vesivälitteiset epidemiat Suomessa	36
4.1.3 Vesilaitosten aiheuttama riski elintarviketeollisuudelle	37
4.2 Virukset elintarviketeollisuudessa	38
4.2.1 Työntekijät	38
4.2.2 Pinnat	42
4.3 Virukset elintarvikkeissa	43
4.3.1 Hedelmät, marjat ja vihannekset	44
4.3.2 Simpukat	45

4.3.3. Muut elintarvikkeet	46
4.3.4. Elintarvikevälitteiset epidemiat Suomessa	47
4.5 Yhteenveto virusten leviämistä edesauttavista riskitekijöistä elintarviketeollisuudessa	52
5. Hallintakeinot	54
5.1 Talousvesi	54
5.1.1 Veden käsittely- ja puhdistusmenetelmät	54
5.1.2 Veden eri puhdistusmenetelmien teho viruksiin	55
Otsonointi	56
Klooraus	57
Ultravioletti eli UV-valo	60
Aktiivihiihisiuodatus	61
5.2 Pintojen ja käsien desinfektio	62
5.2.1 Pinnat	62
5.2.2 Kädet	68
5.3 Elintarvikkeiden prosessoinnin vaikutus viruksiin	72
Mikrobien kasvun inhibitio	72
5.3.1 Jäähdyttäminen ja pakastaminen	72
5.3.2 Tuotteen pH:n alentaminen	73
5.3.3 Veden aktiivisuuden alentaminen	75
5.3.4 Kylmäkuivaus	76
5.3.5 MAP-pakkaaminen	77
Mikrobien kasvun rajoittaminen	77
5.3.6 Lämpökäsittely	77
5.3.7 Korkeapainekäsittely	81
Mikrobien määrään vähentäminen	85
5.3.8 Tuoretuotteiden dekontaminaatiokäsittely	85
5.3.9 Simpukoiden puhdistaminen	89
5.4 Lainsäädäntö ja omavalvonta	91
5.4.1 Lainsäädäntö elintarviketeollisuudessa ja vesilaitoksilla	91
5.4.2 Elintarvikeeturvallisuusjärjestelmät elintarviketeollisuudessa	93
5.4.3 Omavalvonta ja riskinhallinta vesilaitoksissa	95
5.5 Yhteenveto virusten riskinhallintakeinoista elintarviketeollisuudessa	97
6. Tutkimustarpeita	101
7. Johtopäätökset	102
8. Lähdeluettelo	105

1. Johdanto

Euroopan elintarviketurvallisuusviranomaisen (EFSA) mukaan vuonna 2008 (kuten myös vuosina 2006 ja 2007) virukset aiheuttivat salmonellan jälkeen toiseksi eniten elintarvikeperäisiä ruokamyrkytyksiä (13.1 % ruokamyrkytys-epidemiaista) (EFSA 2007b, 2009 ja 2010). Lisäksi virusten epäillään olevan yleisin suolistoinfektioiden aiheuttaja, mutta ongelmana on tapausten aliraportointi, mikä johtuu infektioiden lyhytaikaisuudesta ja sen seurauksena riittämättömästä näytteiden otosta ja analysoinnista sekä rutiinianalyysimenetelmien puutteesta. Lisääntyvän matkustamisen ja kaupankäynnin edelleen lisääntyvän kansainvälistymisen myötä voivat Suomessa lisääntyä vielä tällä hetkellä melko harvinaiset ruuan välityksellä leviävät yleisvaarallisten tartuntatautiin aiheuttajavirukset, kuten hepatiitti A -virukset, joiden esiintyvyys on kohtalainen joissakin Etelä- ja Itä-Euroopan maissa sekä runsas Afrikassa, Aasiassa ja Etelä-Amerikassa.

Tämä kirjallisuuskatsaus on tehty Evirassa esiselvityksenä Virusten detektio ja hallintakeinot elintarviketeollisuudessa -projektiin. Kirjallisuustyön tarkoituksena on selvittää virusten, erityisesti noroviruksen, leviämiseen vaikuttavia seikkoja. Selvitys on jaettu kahteen osaan, joista toisessa käsitellään virusten leviämisen kannalta merkittäviä vaiheita elintarviketuotannossa ja virusten riskitekijöitä elintarviketeollisuudessa. Jälkimmäisessä osassa käsitellään keinoja, joilla virusten leviämistä voidaan hallita ja pienentää mahdollista virusriskiä. Raportissa käsitellään projektin johtoryhmän toivomusten mukaisesti pääasiassa vettä, työntekijöitä ja raaka-aineita riskinaiheuttajina. Lisäksi raportissa käsitellään pesua ja desinfektiota, elintarvikkeen prosessointia ja omavalvontaa virusten riskinhallintakeinoina. Katsaus sisältää myös riskinarviointiprosessissa vaaran tunnistamiseen ja kuvaamiseen liittyviä asioita. Raporttia tullaan täydentämään myöhemmin projektin virusten detektiomenetelmien kehittämis- ja desinfektioaineiden tehon testaamisosioilla.

2. Yleistä viruksista sekä niiden merkityksestä vesi- ja elintarvikevälitteisten ruokamyrkytysten aiheuttajina

2.1 Yleistä viruksista ruokamyrkytysten aiheuttajina

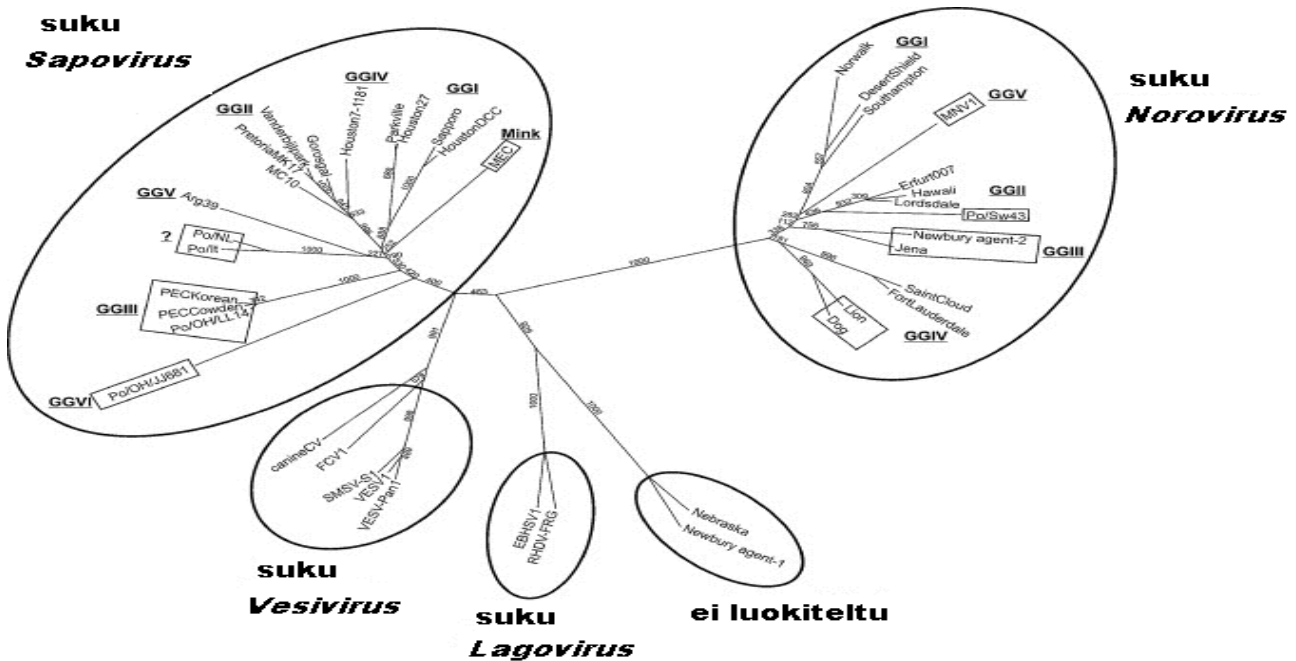
Virukset aiheuttavat ihmisille monenlaisia sairauksia ripulista ja oksennustaudista hepatiittiin ja aivokalvontulehdukseen (Carter 2005). Koska gastroenteriittiä eli mahasuolitulehduksia aiheuttavat virukset ovat vaipattomia, ovat ne kestäviä ja säilyvät pitkiä aikoja ympäristössä, vesissä ja ruuassa (Duizer ja Koopmans 2009). Virusten aiheuttamien gastroenteriittien suhteen riskielintarvikkeita ovat tuoretuotteet, pitopalveluiden voileivät ja salaattit sekä simpukat (Duizer ja Koopmans 2009). Yksittäiset, sporadiset sekä epideemiset gastroenteriittitapaukset lisäävät maailmanlaajuisesti sairastavuutta ja kuolleisuutta (Patel ym. 2009). Virusten, bakteerien ja parasiittien aiheuttamat gastroenteriitit aiheuttavat vuosittain noin 1,8 miljoonaa kuolintapausta yli 5-vuotiailla lapsilla (Carter 2005). Ihmisen kalikiviruksia pidetään pääasiallisena ripulin aiheuttajina maailmassa kaiken ikäisten keskuudessa (Patel ym. 2009, Koopmans ja Duizer 2004, Breese ym. 2002).

Virukset eivät elä vapaina, vaan ne tarvitsevat isäntäsolun lisääntyäkseen (Carter 2005). Ihmisen suolistossa on useita eri viruksia, mutta vain joitain niistä pidetään yleisesti merkittävänä vesi- ja elintarvikevälitteisinä patogeeneinä (Carter 2005; Koopmans ja Duizer 2004). Tällaisia viruksia ovat ihmisen adeno-, astro-, kaliki-, hepatiitti E-, parvo-, pikorna-, (mukaan lukien entero-, kobu- ja hepatiitti A -virus) ja rota -virukset. Belgian Superior Health Council jaottelee virukset seuraavaan kolmeen ryhmään sen mukaan, kuinka tärkeitä ruokamyrkytysten (määrä & vakavuus) aiheuttajia ne ovat Belgiassa: 1) noro- ja hepatiitti A -virukset, 2) sapo-, hepatiitti E- ja rotavirukset sekä 3) aichi-, TBE-(tick borne encephalitis), astro-, adeno- ja enterovirukset (SHC 2010). Myös muissa julkaisuissa pidetään noro- ja hepatiitti A-viruksia yleisimpinä ruokamyrkytysten aiheuttajina (EFSA 2010, Koopmans ja Duizer 2004, Svensson 2000).

Myös rotavirukset ovat merkittäviä ripulin aiheuttajia varsinkin lapsilla (Clark ja McKendrick 2004). Yhdysvaltalaisen tutkimusryhmän arvion mukaan jopa 40 % norovirusten, 5 % hepatiitti A -virusten sekä 1 % rota- ja astrovirusten aiheuttamista sairastumisista olisi elintarvikeperäisiä (Mead ym. 1999). Alankomaalaisen tutkimusryhmän arvion mukaan 12 - 16 prosenttia norovirusten ja 4 prosenttia rotavirusten aiheuttamista maha - suolitulehduksista on elintarvikeperäisiä (de Wit ym. 2003).

2.1.1 Norovirukset

Norovirukset kuuluvat *Caliciviridae*-heimoon, sukuun *Norovirus* (Donaldson ym. 2008). Muita tähän heimoon kuuluvia virussukuja ovat *Vesivirus*, *Lagovirus* ja *Sapovirus* (kuva 1).



Kuva 1. *Caliciviridae*-heimon fylogeneettinen puu (Bank-Wolf ym. 2010).

Norovirukset ovat pieniä, vaipattomia ikosahedraalisen kapsidin omaavia viruksia, joiden halkaisija on n. 38 nm ja joiden genomi koostuu yksijuosteisesta ribonukleiinihaposta (RNA) (Donaldson ym. 2008). Norovirukset jaotellaan geenisekvenssin samankaltaisuuden perusteella viiteen eri genoryhmään ja noroviruksia tiedetään olevan 40 eri genotyyppiä. Genoryhmät GI, GII ja GIV ovat pääosin ihmispatogeenisiä ja genotyyppi GII.4 aiheuttaa yleisimmin norovirusvälitteisen epidemian. Genotyypin GII.4 vuonna 2006 syntyneet niin sanotut uudet variantit (2006 a ja b) ovat lisänneet norovirusepidemioiden esiintyvyyttä Euroopassa (Siebenga ym. 2008).

Norovirukset saattavat aiheuttaa ihmisille vatsatauti (Carter 2005). Norovirusten aiheuttama vatsatauti alkaa yleensä 24–48 tuntia tartunnasta ja siitä aiheutuu huonoa oloa, oksentelua, vatsakramppeja, lihaskipua ja (ei veristä) ripulia (Patel ym. 2009). Norovirukset voivat aiheuttaa suhteellisen vaikeaoireisen gastroenteriitin, joka kestää yleensä 2-3 päivän ajan, mutta joka voi kestää myös kauemmin. Noroviruksen

aiheuttamalle oksentelulle on tunnusomaista, että oksennus tulee nopealla vauhdilla ja tapahtuu yleensä sairauden ensimmäisenä päivänä. (Bank-Wolf 2010).

Norovirusta voi erittyä vielä pitkän aikaa sairauden oireiden katoamisen jälkeen. Erään elintarviketyöntekijän huomattiin erittävän norovirusta vielä kymmenentenä päivänä epidemiasta seuranneen sairauden oireiden parantumisen jälkeen (Todd ym. 2008b). Tätä tutkimustulosta tukee myös 99 vapaaehtoisella tehty koe, jossa osanottajat infektoitiin noroviruksella. Virusta voitiin detektoida 26 %:lla potilaista vielä 3 viikon päästä sairauden oireiden ilmaantumisen jälkeen. Atmar ym. (2008) tutkimuksessa pari noroviruksella infektoiduista vapaaehtoisesta eritti virusta jopa 56 päivää, mutta keskimäärin virusta erittyi ulosteeseen 4 viikon ajan. Nilsson ym. (2003) havaitsivat norovirusia kroonista ripulia sairastavan immuunipuutteisen potilaan ulosteesta vielä yli kaksi vuotta hänen sairastumisensa jälkeen.

Lee ym. (2007) ovat tutkineet noroviruksen (genotyyppi GII.4) pitoisuuden vaihtelua potilaiden ulosteessa eri tautitiloissa ja ovat havainneet, että noroviruksen pitoisuus on paljon suurempi potilailla, joilla tauti on pitkittynyt tai jotka oksentelevat, samoin kuin vanhuksilla. Sen sijaan Ozawa ym. (2007) tutkimuksessa oireettomat henkilöt erittivät ulosteeseen samanlaisia määriä norovirusta kuin henkilöt, joilla oli norovirusinfektion oireita.

Kaikki ihmiset voivat sairastua noroviruksen aiheuttamaan vatsatautiin, mutta vanhuksat ovat alttiimpia saamaan taudin (Bank-Wolf 2010, Glass ym. 2009, Donaldson ym. 2008). Vanhuksilla tauti on myös usein vaikea-asteisempi ja saattaa johtaa jopa kuolemaan. Norovirusinfektion on esimerkiksi todettu aiheuttaneen vanhuksen ohutsuolen puhkeamisen (Pawa ym. 2009). Myös lapsilla, nuorilla ja immuunipuutteisilla on yhtäläinen riski saada vaikea-asteisempi, kuolemaan johtava tauti.

Vuonna 2009 Suomessa ilmoitettiin Tartuntatautirekisteriin 2185 norovirusinfektiota ja taudin prevalenssi oli 41/100 000 (Hulkko ym. 2010). Vuonna 2009 prevalenssi 117/100 000 oli korkein Lapin läänissä (Hulkko ym. 2010). Vuosina 2008 ja 2007 tartuntatautirekisteriin ilmoitettiin 2574 (prevalenssi 48/100 000) ja 2807 (prevalenssi 53/100 000) norovirusinfektiota (THL 2010, väestömäärät Tilastokeskus 2008 ja 2007). Tartuntatautirekisteriin ilmoitetut norovirusinfektiomäärät olivat seurantajakson 1998-2009 aikana korkeimmillaan vuonna 2007 (Hulkko ym. 2010). Tartuntatautirekisteriin eivät päädy kaikki noroviruksen aiheuttamat suolistoinfektiot, joten todellinen prevalenssi on korkeampi.

Wheeler ym. (1999) ovat tehneet Englannissa vuosina 1993-1996 norovirusinfektioiden prevalenssitutkimuksen, mikä perustui hieman alle 10 000 koehenkilön puolivuotta

kestäneeseen seurantaan. Wheeler ym. (1999) prevalenssiarvio oli 1250/100 000, kun ulostenäytteiden norovirustutkimus tehtiin mikroskopoimalla. Phillips ym. (2010a) käyttivät Wheeler ym. (1999) tutkimuksesta saatua aineistoa ja tutkivat otetut ulostenäytteet real time-PCR:llä ja saivat norovirusinfektion prevalenssiarvioksi 4500/100 000. Phillips ym. (2010b) arvioivat saman aineiston perusteella että 12 %:ia noroviruksella infektoiduneista oli oireettomia.

Teunis ym. (2008) tutkivat noroviruksen (Norwalk-viruksen) infektiivisyyttä vapaaehtoisilla todeten, että yhden viruspartikkelin todennäköisyys infektoida henkilö on n. 0,5. Kun Lowther ym. (2010) tutkivat noroviruksilla kontaminoituneita ostereita kvantitatiivisella real time PCR:llä he havaitsivat että osterit, joissa todettiin noin 8 noroviruksen genomikopiota grammassa (ostereiden nautinta-annos 110-240 g), aiheuttivat ruokamyrkytyksen.

Teunoksen ym. (2008) tutkimuksessa 68 %:ia altistetuista sairastui ja sairastumistodennäköisyys kasvoi kun norovirusannos kasvoi, mutta jotkut koehenkilöt eivät sairastuneet edes korkeilla viruspitoisuuksilla. Atmar ym. (2008) tutkimuksessa 69%:ia norovirukselle (Norwalk-virus) suun kautta altistetuista sairastui mahasuolitulehdukseen. Marks ym. (2000) epidemiologisessa tutkimuksessa ravintolan asiakkaat altistuivat norovirukselle ilmaitse yhden asiakkaan oksentamisen jälkeen ja sairastuvuus oli asiakkaiden joukossa 63%:ia. Vuonna 2008 Suomessa esiintyneissä norovirusten aiheuttamissa ruokamyrkytys-epidemoissa oli sairastuvuus keskimäärin 50%:ia (vaihteluväli 8-90%) (Niskanen ym. 2010).

Useat eri tekijät vaikuttavat siihen, että norovirukset aiheuttavat epidemioita ja siten muodostavat merkittävän riskitekijän elintarviketeollisuudelle (taulukko 1). Näitä tekijöitä ovat mm. noroviruksen alhainen infektiivinen annos, virusten pitkäaikainen erittyminen infektoiduneesta ihmisestä sekä viruksen kestävyys monenlaisia ympäristöolosuhteita vastaan.

Taulukko 1. Noroviruksen ja sen aiheuttaman taudin ominaisuuksia (Glass ym. 2009, Patel ym. 2009, Donaldson ym. 2008).

Muuttuja	Kuvaus
Kestävyys ympäristöolosuhteita vastaan	Kestää klooria 10 ppm, pakastamista, kuumennusta 60 °C; säilyy (luonnon) pinnoilla ja virkistyskäyttövesialueilla ja juomavedessä sekä monissa ruuissa. Vaikea eliminoida kontaminoituneesta vedestä; virus säilyy mm. jäässä tai höyrytetystä osterissa.
Ikä	Kaikenikäiset voivat saada taudin.
Kausiluonteisuus	Vuoden ympäri; epidemioissa esiintymispiikki usein kylmällä säällä.
Infektiivinen annos	<10-10 ³ partikkelia. Alhainen infektiivinen annos mahdollistaa leviämisen pisaratartuntana ja oksennuksen välityksellä ihmiseltä toiselle sekundaaritartuntana tai leviämisen ruuankäsittelijöiden välityksellä.
Itämisaika	10-51 h
Oireet	Yhtäkkäinen oksennus (yleisempi lapsilla) ja ripuli (yleisempi aikuisilla). Ripuliuloste ei yleensä sisällä verta, limaa tai leukosyyttejä. Infektoituneista voi olla jopa 30 %:ia oireettomia.
Sairauden vaikeusaste	Yleensä sairaus miedompaa kuin muut ripulitaudit, mutta sairaus voi kuitenkin johtaa kuivumiseen ja sairaalahoitoon (etenkin <5 v lapset ja >65 v aikuiset).
Sairauden kesto	Yleensä 28–60 h; yli 3 d 15 %:ia tapauksista; pidempikestoinen immuunipuutteisilla henkilöillä ja aikuisilla, joilla on muita sairauksia.
Viruseritys	Piikki erityksessä 1-3 d sairauden oireiden ilmaantumisen jälkeen. Virusantigeeniä voidaan erittää aina 56 d asti. Eritys saattaa olla pitkittynyt immuunipuutteisilla. Eritys voi myös edeltää sairauden oireita. Virusten erittyminen oireettomalla kantajalla lisää sekundäärin leviämisen riskiä ja mahdollistaa viruksen leviämisen elintarviketyöntekijöiden keskuudessa.
Tartuntatapa ja kantaja	Uloste-käsi-suu; aerosoli-oksennus; kosketus oksennukseen; ruoka, vesi, tai ympäristökontaminaatio; elintarvikkeet voivat kontaminoitua kasvatuspaikalla (esim. osterit, marjat) tai elintarviketyöntekijät voivat kontaminoida ruuan valmistuksen aikana.
Immunitaetti	Sairaudesta seuraa lyhytaikainen immunitaetti; infektiota voi tapahtua eri kannalla tai samalla kannalla myöhemmin; jatkuva altistuminen voi luoda pitkäaikaisen immunitaetin.
Hoito	Kuivumisen ehkäisy ja hoito. Rokote kehitteillä.

2.1.2 Hepatiittivirukset

Hepatiitti A -virukset

Hepatiitti A -virukset (HAV) kuuluvat *Picornaviridae*-heimoon ja sukuun *Hepatovirus* (Sánchez ym. 2007). Hepatiitti A -virukset ovat vaipattomia, halkaisijaltaan n. 30 nm, koostuvat ikosahedraalisesta kapsidista (Maunula ja von Bonsdorff 2007) ja niiden genomi koostuu yksijuosteisesta RNA:sta (Sánchez ym. 2007).

HAV-infektion alussa voi olla monenlaisia oireita, kuten kuumetta, ruokahaluttomuutta, huonovointisuutta, oksentelua, ripulia ja lihaskipua (Fiore 2004). Potilaat voivat olla huonovointisia useita viikkoja (Seymour ja Appleton 2001). Taudin puhkeamisen aikaan saattaa esiintyä keltataudin oireita, tumman väristä virtsaa tai vaalean värisiä ulosteita. Virus jakaantuu ensin suolistossa ja siirtyy sieltä maksaan, missä se aiheuttaa nekroosia (Banker 2003). HAV-infektiot ovat usein myös oireettomia, etenkin nuorilla lapsilla, tai mahdolliset oireet ovat lieviä (Banker 2003, Crowcroft ym. 2001). Vain alle 10 %:lle alle 6-vuotiaista lapsista kehittyy keltatauti (Fiore 2004).

HAV-infektio on itsestään rajoittuva tauti, joka harvoin johtaa kuolemaan, mutta voi aiheuttaa sairastuneelle monen kuukauden toimintakyvyttömyyden (Lees 2000). Nopeasti etenevä maksatulehdus (ns. fulminantti hepatiitti) on hepatiitti A -infektion vakavin muoto, tätä esiintyy vain prosentissa tapauksista. Fulminantin hepatiitin todennäköisyys kasvaa ikääntyneillä (varsinkin yli 50 vuotiailla), vaikka myös lapsilla on sitä todettu (Crowcroft ym. 2001).

Hepatiitti A -viruksen keskimääräinen itämisaika on 28 päivää (vaihteluväli 15-50 päivää) (Crowcroft ym. 2001). Pitkästä itämisajasta johtuen on usein vaikea yhdistää tiettyä ruokaa ruokamyrkytys-epidemiaan (Svensson 2000). Viremia eli virusten esiintyminen veressä, edeltää kliinisiä oireita ja itämisaikana uloste ja veri saattavat toimia tartuttajina (Banker 2003). Ihminen voi erittää ulosteen mukana hepatiitti A -viruspartikkeleja 10^9 partikkelia/g ulostetta vuorokautta tai jopa kahta viikkoa ennen sairauden oireiden ilmenemistä (Todd ym. 2008b). Piikki erityksessä tapahtuu juuri ennen keltataudin oireiden ilmaantumista. HAV erittyminen voi jatkua useita viikkoja parantumisen jälkeen ja lapsilla jopa useita kuukausia (Todd ym. 2008b). Virus on infektiivisin keltataudin puhkeamista edeltävinä kahtena viikkona ja infektiivisyys vähenee keltataudin puhkeamisen jälkeisenä viikkona (Fiore 2004). HAV:n infektiivinen annos on 10-50 solua (FDA 2001).

Krooninen hepatiitti on harvinainen ja hepatiitin sairastanut omaa elinikäisen immuniteetin sairautta vastaan (Banker 2003, Seymour ja Appleton 2001). Kehittyvissä maissa HAV-

infektio on endeeminen ja miltei kaikki aikuiset ovat immuuneja virukselle lapsena sairastetun taudin vuoksi (Sánchez ym. 2007). Parantuneen elintason vuoksi on HAV-infektio nykyaikana harvinainen kehittyneissä maissa. Harvat aikuiset ovat sairastaneet HAV-infektion lapsena, joten aikuiset ovat alttiita saamaan infektion, mikä mahdollistaa hepatiitti A -virus epidemiat. Vuonna 2009 Suomessa ilmoitettiin tartuntatautirekisteriin 22 HAV-infektiota, joista 7 oli kotimaista ja 8 ulkomaista alkuperää, lopuista ei ollut tietoa tartuntamaasta (Hulkko ym. 2010). HAV-infektion prevalenssi oli Suomessa vuonna 2009 0.4/100 000 (Hulkko ym. 2010). Vuosina 2008 ja 2007 tartuntatautirekisteriin ilmoitettiin 22 ja 15 HAV-infektiota.

Hepatiitti E -virukset

Hepatiitti E -virukset kuuluvat *Hepeviridae*-heimoon ja sukuun *Hepevirus*. Hepatiitti E -virukset ovat vaipattomia, pyöreitä, halkaisijaltaan n. 32–34 nm, koostuvat ikosahedraalisesta kapsidista ja niiden genomi koostuu hepatiitti A -virusten tapaan yksijuosteisesta RNA:sta. (Meng 2010, Chandra ym. 2008).

Pääasiallisin hepatiitti E -viruksen leviämisreitti on uloste-käsi-suureitti ja ihmisestä ihmiseen tarttuminen on harvinaista (Aggarwal ja Krawczynski 2000). Hepatiitti E -virukset aiheuttavat samankaltaisia oireita kuin hepatiitti A -virukset (Chandra ym. 2008), mutta niiden infektiivisyys sekä säilyvyys ympäristössä on hepatiitti A-viruksia alhaisempi (Labrique ym. 1999). Tyypillisiä akuutin hepatiitin kliinisiä oireita ovat keltaisuus, huonovointisuus, ruokahaluttomuus, vatsakipu ja maksan suurentuma. HEV-infektio ei välttämättä aiheuta kliinisiä oireita, vaan infektio voi olla myös oireeton (Meng 2010).

Hepatiitti E on annoksesta riippuva sairaus, korkeammille virusannoksille altistuneet saavat usein taudin kliinisillä oireilla ja matalammille annoksille altistuneilla infektio on subkliinisenä eli oireettomana (Meng 2010). Teollisuusmaissa monet ihmiset ovat seroposiitivisia HEV vasta-aineille, vaikka heillä ei tiedetä olleen tautia (Meng 2010). Kädellisillä tehdyissä kokeissa on todettu että 100 infektiivistä partikkelia on riittävä annos sairauden aiheuttamiseen (SHC 2010).

Taudin itämisaika vaihtelee kahdesta viikosta kahteen kuukauteen (Meng 2010) ja tauti kestää yleensä 1-4 viikkoa (Aggarwal ja Krawczynski 2000). Virusta voi alkaa erittymään ulosteeseen jo yhdeksän päivää ennen keltaisuutta ja erittyminen voi jatkua 14 päivää oireiden ilmaantumisen jälkeen (Labrique ym. 1999). Poikkeuksellisesti erittyminen voi jatkua jopa seitsemän viikkoa oireiden ilmaantumisen jälkeen (Labrique ym. 1999).

Hepatiitti E -viruksen aiheuttama infektio on yleisin 15–40 vuotiailla ja se paranee yleensä itsestään eikä yleensä aiheuta kroonisia jälkitauteja (Chandra ym. 2008). Taudin erityispiirteinä on, että raskaana olevilla esiintyy hepatiitti E -infektioita tavallista enemmän ja infektiot ovat vaikea-asteisempia kuin muilla (Meng 2010, Chandra ym. 2008). Myös raskaana olevien kuolleisuus tautiin on kohonnut (15–20 %) muuhun väestöön (0,2–1 %) verrattuna. Lisäksi äitien HEV-tartunta lisää keskenmenojen, kuolleiden lasten synnytysten sekä vastasyntyneiden kuolleisuuden todennäköisyyttä (Aggarwal ja Krawczynski 2000). Sairastuvuus ja kuolleisuus ovat kohonneet myös potilailla, joilla on krooninen maksasairaus ja jotka ovat saaneet superinfektiona hepatiitti E -viruksen (Meng 2010, Chandra ym. 2008). Hepatiitti E -virukset voivat aiheuttaa nopeasti etenevän maksatulehduksen, joka johtaa kuolemaan yli kahdella prosentilla yli 40 vuotiaista ja yli neljällä prosentilla yli 60 vuotiaista (WHO 2005).

Tautia esiintyy endeemisenä sekä kehittyneissä että kehittyvissä maissa. Aasian ja Afrikan alueen maissa sekä Meksikossa esiintyy myös hepatiitti E -epidemioita. Yhteinen piirre epidemioissa on, että vesivarannot ovat kontaminoituneita ulosteella, mikä vahvistaa sen, että viruksen tartuntareittinä toimii uloste-käsi-suureitti. Tartuntalähteenä saattaa toimia, etenkin sporadisissa ja akuuteissa tapauksissa, kontaminoidut simpukat, eläimen liha ja suora kontakti infektoituneeseen eläimeen. Hepatiitti E -virusta esiintyy sioilla, villisioilla ja mahdollisesti muillakin eläimillä. Siiankasvattajilla ja eläinlääkäreillä on suurentunut riski saada tartunta. Koska HEV saattaa levitä zoonoosina ja ruuan välityksellä, on se potentiaalinen uhka kansanterveydelle (Meng 2010). Suomessa HEV -infektioita on raportoitu tartuntatautirekisteriin 5 kpl vuonna 2009 sekä 4 kpl vuosina 2008 ja 2007 (THL 2010).

2.1.3 Muita enterisiä viruksia

Rotavirukset kuuluvat *Reoviridae*-heimoon ja sukuun *Rotavirus* (Greenberg ja Estes 2009, Carter 2005). Rotavirusten genomi on segmentoitunutta kaksijuosteista RNA:ta ja genomi on kooltaan 70 nm (Carter 2005). Rotavirukset ovat vaipattomia viruksia (Greenberg and Estes 2009). Rotavirukset jaetaan seitsemään eri ryhmään A-G, joista vain ryhmien A, B ja C on todettu aiheuttavan tauteja ihmisille (Lees 2000). A-ryhmän virukset aiheuttavat suurimman osan ihmisten taudeista (SHC 2010).

Rotavirukset aiheuttavat gastroenteriitin, jonka pääoireena on ripuli (Greenberg ja Estes 2009). Vatsatauti alkaa yleensä 4-7 päivän kuluttua tartunnasta (Carter 2005). Ripuli ja oksentelu kestävät yleensä muutamasta päivästä viikkoon (Khan ja Bass 2010, Carter

2005). Infektion voi sairastaa myös oireettomana, mutta lapsilla ei yleensä esiinny oireetonta infektiota (Greenberg ja Estes 2009).

Infektio aiheuttaa lyhyen aikaa kestävän viremian ja myös systeeminen infektio on mahdollinen, etenkin immuunipuutteisilla henkilöillä (Greenberg ja Estes 2009). Virusta erittyy suuria määriä ulosteeseen, mahdollisesti yli 10^9 – 10^{10} partikkelia/ g ulostetta (Greenberg ja Estes 2009, Carter 2005). Viruksia erittyy 4-29 päivää, keskimäärin 7 päivää (SHC 2010). Joidenkin tutkimusten mukaan vain 10 viruspartikkelia tai alle riittäisi aiheuttamaan infektion (Greenberg ja Estes 2009).

Rotavirusinfektio on yleinen lapsilla (Greenberg ja Estes 2009). Khan ja Bass (2010) ovat arvioineet, että jokainen lapsi olisi sairastanut rotaviruksen aiheuttaman vatsataudin ainakin kerran kolmen vuoden ikään mennessä. Rotavirus aiheuttaa myös yli 500 000 kuolemantapausta vuosittain alle viisivuotiailla lapsilla. Lähes kaikki kuolemantapaukset tapahtuvat kehittyvässä maissa. On arvioitu, että rotavirus aiheuttaa yli 114 miljoonaa ripulitapausta vuosittain. Suomessa 1990-luvulla tehdyn arvion mukaan 3 %:ia alle viisi vuotiaista lapsista joutuu sairaalahoitoon rotavirustartunnan vuoksi. Vuonna 2009 ilmoitettiin Suomessa tartuntatautirekisteriin 1092 rotavirusinfektioita, joista 90 %:ia oli alle 5 vuotiailla (Hulkko ym. 2010). Rotavirusinfektion prevalenssi alle 5 vuotiailla on Suomessa 330/100 000 ja ilmaantuvuuden huippu on 6-24 kk ikäisillä (Hulkko ym. 2009). Vuosina 2008 ja 2007 tartuntatautirekisteriin ilmoitettiin 1337 ja 973 rotavirus-infektiota (THL 2010). Rotavirusten leviäminen ruoan välityksellä on merkityksentä kehittyneissä maissa (Carter 2005).

Astrovirukset ovat vaipattomia RNA-virusia, jotka kuuluvat heimoon *Astroviridae* (Matsui ym. 2001). Astrovirukset ovat yleinen vatsataudin aiheuttaja yli vuoden ikäisillä lapsilla (Seymor ja Appleton 2001). Myös aikuisilla ja vanhemmilla lapsilla on tavattu astroviruksen aiheuttamaa vatsatauti satunnaisesti. Vanhusten keskuudessa astrovirus on aiheuttanut epidemioita (Seymor ja Appleton 2001). Vatsatauti on itsestään rajoittuva ja sitä löydetään usein muiden suolistosairauksien yhteydessä (Khan ja Bass 2010). Yleensä lieväoireinen vatsatauti alkaa 2-3 vuorokauden päästä tartunnasta ja kestää 2-3 vuorokauden ajan (Carter 2005). Joskus oireet voivat kestää 10-14 vuorokautta (Lees 2000). Infektiosta seuraa immuniteetti, joka voi heiketä ikääntyneillä (Lees 2000). Astrovirusten infektiivinen annos 1-100 partikkelia (Hokajärvi ym. 2008). Epidemiologisia todisteita astrovirusten leviämisestä ruoan välityksellä on rajoitetusti (Svensson 2000).

Sapovirukset kuuluvat norovirusten tapaan heimoon *Caliciviridae* (kuva 1). Sapovirukset jaetaan geenisekvenssin perusteella viiteen eri genoryhmään ja niiden ihmispatogeenit kuuluvat genoryhmiin GI, GII, GIV ja GV (Bank-Wolf ym. 2010). Sapovirusten genomi koostuu yksijuosteisesta RNA:sta (Hansman ym. 2007a).

Sapovirusinfektioita esiintyy harvemmin kuin norovirusinfektioita (Bank-Wolf 2010). Sapovirus aiheuttaa infektioita lähinnä lapsilla (Carter 2005, Koopman ja Duizer 2004), mutta viimeaikoina on infektioita todettu yhä enemmän nuorilla aikuisilla ja vanhuksilla (Svraka ym. 2010, Wu ym. 2008). Sekä sporadisia tautitapauksia että epidemioita on kuvattu. Suomen tartuntatautirekisteriin ei ole kirjattu vuosina 2007-2009 yhtään sapovirusinfektiota.

Sapovirusinfektion kliinisinä oireina ovat yleensä ripuli, myös oksentelua ja kuumetta voi esiintyä. Oireet ilmaantuvat 24 - 48 tunnin kuluttua tartunnasta. Infektiossa ei yleensä esiinny norovirukselle tyypillistä nopealla vauhdilla tulevaa oksentelua eikä vuodenaikaisvaihtelua. Suurimmassa osassa tautitapauksia potilailla ei esiinny lainkaan kliinisiä oireita (Carter 2005).

Adenovirukset ovat isoja ikosahedraalista DNA:ta sisältäviä vaipattomia viruksia (Lees 2000). Adenovirusten 51 serotyypistä n. 30 %:ia ovat ihmiselle patogeenisiä ja serotyypeistä kaksi (40 ja 41) aiheuttavat suolistoinfektioita ihmisille (Carter 2005). Nenän kautta annostelemalla on saatu adenovirusten infektoivan annoksen arvioksi alle 150 plakkia muodostavaa yksikköä (WHO 2005).

Enteeristen adenovirusten aiheuttamiin infektiioireisiin kuuluvat ripuli, oksentelu ja kuume (Lees 2000). Vetinen ripuli alkaa 3-10 päivää adenovirustartunnasta ja kestää noin 10 päivää. Adenovirusten aiheuttamat oireet ovat rotavirusten aiheuttamia oireita heikompia, mutta kestävät kauemmin (Lees 2000). Adenovirusinfektioita esiintyy lähinnä alle kahden vuoden ikäisillä lapsilla ja jonkin verran vanhuksilla, muttei terveillä aikuisilla. Vuonna 2009 tartuntatautirekisteriin ilmoitettiin Suomessa 622 adenovirusinfektiota (Hulkko ym. 2010). Vuosina 2008 ja 2007 tartuntatautirekisteriin ilmoitettiin 659 ja 569 adenovirus-infektiota. Suomessa seurantajakson 1995-2009 aikana eniten adenovirustapauksia esiintyi alle 4 vuotiailla lapsilla ja tautia esiintyi myös jonkin verran varusmiehillä (Hulkko ym. 2010). Adenovirusten leviäminen ruoan välityksellä on merkityksetöntä kehittyneissä maissa (Carter 2005).

Enterovirukset kuuluvat laajaan *Picornaviridae*-heimoon (Lees 2000). Enterovirusiin kuuluvat mm. poliovirukset, coxsackievirukset ja echovirukset sekä lukuisia muita enterovirusia (Fong ja Lipp 2005). Enterovirukset ovat yksijuosteisia vaipattomia RNA-virusia, joiden halkaisija on 20–30 nm ja kapsidi ikosahedraalinen. Enterovirusista noin 66 immunologisesti erilaista serotyyppiä aiheuttavat infektioita ihmisille (Lees 2000). Suurin osa (70 %) muista kuin poliovirusista on yhteydessä ihmisten infektioihin ja pieni osa liittyy eläinten infektioihin (30 %). Enterovirusten aiheuttamissa infektioissa esiintyy

selvä piikki kesällä ja alkusyksystä, jolloin samanaikaisesti veden virkistyskäyttö ja kontakti veteen on suurimmillaan.

Vaikka enterovirukset lisääntyvät suolistossa ja leviävät uloste-suu-käsireittiä, niin ne harvoin aiheuttavat klassisia gastroenteriitin oireita, oksennusta ja ripulia (Lees 2000). Enterovirukset aiheuttavat lukuisia eri tauteja ihmisille. Poliovirukset hakeutuvat yleensä isännän keskushermostoon ja voivat aiheuttaa halvaantumisen (poliomyeliitti). Cocksackievirusten on havaittu olevan yhteydessä hengitystieinfektioihin, mahasuolitulehduksiin sekä lisäksi insuliiniriippuvaiseen diabetekseen ja sydänsairauksiin, kuten sydänlihaksen ja sydänpussin tulehduksiin. Echovirukset ovat yleensä vähemmän infektiivisiä kuin muut enterovirukset ja ne ovat usein liitoksissa tavalliseen nuhakuumeeseen ja hengitystietulehduksiin (Fong ja Lipp 2005).

Aichivirukset kuuluvat Kobuvirusten sukuun (Pringle ym. 1999) ja *Picornaviridae*-heimoon (Yamashita ym. 1998). Aichivirukset ovat yksijuosteisia RNA-virusia (Yamashita ym. 1998). Aichivirusia on löydetty ostereita syöneiden ruokamyrkytyspotilaiden ulosteista Japanissa (Yamashita ym. 2001, Yamashita ym. 1993), Ranskassa (Ambert-Balay 2008) ja Saksassa (Oh ym. 2006). Taudin oireena ovat mm. ripuli, vatsakivut, pahoinvointi, oksentelu ja kuume (Yamashita ym. 2001). Suomen tartuntatautirekisteriin ei ole kirjattu vuosina 2007-2009 yhtään aichivirusinfektiota.

3. Puhdistusmenetelmät

3.1 Yleistä puhdistuksesta ja desinfektiosta

Elintarvikkeita valmistavassa tuotantolaitoksessa on puhdistuksen päätavoitteena estää lopputuotteen kontaminaatio. Puhdistusprosessissa estetään selvän lian poistolla ruuan jäännösten kertyminen, jolloin myös ehkäistään sairauksia aiheuttavien mikro-organismien kasvua ja toksiinien muodostusta. Desinfektion tarkoituksena on tuhota sairauksia aiheuttavat mikro-organismit, joita saattaa olla jäljellä vielä pesun jälkeenkin välineissä ja tuotannon linjastoissa. (Stanfield 2003). Puhdistuksella ja desinfektiolla voidaan myös estää pintojen uudelleenlikaantuminen (Holah 2003).

Monet vaiheet ovat puhdistuksessa ja desinfektiossa tärkeitä. Lian ja välineiden pinnan täytyy kostua ja pesuliuoksen päästä vaikuttamaan puhdistettavaan kohteeseen. Pesuaineliuoksen täytyy reagoida lian ja pinnan kanssa ja tämä taas helpottaa orgaanisen aineksen peptisaatiota (dispergoitumista), liukoisen orgaanisen aineksen ja mineraalien

hajoamista, rasvojen emulgoitumista sekä kiinteiden likapartikkelien dispersiota ja poistamista pinnoilta. Desinfektioaineiden on tarkoitus reagoida mikrobien solukalvon kanssa tai päästä solun sisään ja näin saada aikaan biosidinen tai biostaattinen vaikutus. Edellä mainittujen tekijöiden onnistumiseen ja puhdistusohjelmiin vaikuttaa neljä eri tekijää: mekaaninen/kineettinen-, kemiallinen- ja lämpötila/lämpöenergia sekä aika. (Holah 2003).

3.2 Puhdistukseen ja desinfektioon liittyvä lainsäädäntö

Puhdistusta ohjaa elintarvikelain 23/2006 seitsemäs artikla, jonka mukaan elintarvikkeiden tulee olla kemialliselta, fysikaaliselta ja mikrobiologiselta sekä terveydelliseltä laadultaan, koostumukseltaan ja muilta ominaisuuksiltaan sellaisia, että ne ovat ihmisravinnoksi soveltuvia, eivät aiheuta vaaraa ihmisen terveydelle eivätkä johda kuluttajaa harhaan.

Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksessa 852/2004 elintarvikehygieniasta (yleinen hygienia-asetus) sekä sitä vastaavassa Maatalous- ja metsätalousministeriön asetuksessa 37/EEO/2006 eläimistä saatavien elintarvikkeiden elintarvikehygieniasta (laitosasetus) on annettu tarkempia ohjeita elintarvikehuoneistojen puhtaudesta ja kunnossapidosta. Asetusten mukaan tilojen, rakenteiden (ovet, seinät, ikkunat, katot yms.) ja pintojen, joiden kanssa elintarvike on kosketuksissa pitää olla hyvässä kunnossa ja helposti puhdistettavia. Lisäksi pinnat tulee tarvittaessa desinfioida ja puhdistaa.

Laitosasetuksessa vaaditaan myös, että toimijan on osoitettava elintarvikeeturvallisuuteen ja -hygieniaan tähtäävien lainsäädännön vaatimusten ja hyvien tuotantotapojen noudattaminen tukijärjestelmän ohjelmien avulla. Tukijärjestelmään pitää sisältyä seuraavat ohjelmat: henkilökunta ja henkilökunnan hygieeniset toimintatavat, laitoksen hygieniavaatimukset ja elintarvikkeiden hygienia. Laitoksen ja puhtauden tarkkailuohjelma pitää sisällään puhdistukseen liittyvän puhdistusohjelman ja puhtauden tarkkailuohjelman. Puhdistusohjelman mukaan käytetyt pesu- ja desinfektioaineet on kuvattava, samoin kuin laitoksen tilojen, kalusteiden, koneiden, laitteiden ja välineiden pesu ja desinfiointi. Myös puhdistuksen ajankohdan tulee olla kuvattuna. Puhtauden tarkkailuohjelman perusteella taas pitää seurata puhdistuksen ja desinfiointin tehoa. Pesu- ja desinfektioaineiden jäämien tarkkailu kuuluu myös puhtauden tarkkailuohjelmaan.

Puhdistus- ja desinfektiokemikaalien käyttöä säätelee REACH asetus (1907/2006/EY). REACH asetuksessa säädetään kemikaalien rekisteröinnistä (Registration), arvioinnista (Evaluation), lupamenettelyistä (Authorisation) ja rajoituksista (Restriction of Chemical substances). Asetuksen tarkoituksena on suojella paremmin ihmisen terveyttä ja

ympäristöä identifioimalla paremmin ja aikaisemmassa vaiheessa kemiallisten aineiden ominaisuudet. Asetus velvoittaa aineen tuottajat ja maahantuojat keräämään tietoa kemikaalien ominaisuuksista, minkä ansiosta kemikaalien käsittely sujuu turvallisemmin. Tietoa kemikaaleista kerätään Euroopan kemikaaliviraston (ECHA) tietokantaan.

Biosididirektiivin 98/8/EC tavoitteet lisätään kirjallisuuskatsaukseen myöhemmin.

3.3 Puhdistukseen vaikuttavat tekijät

Elintarviketuotantolaitoksen puhtaanapitoon vaikuttaa merkittävästi tuotantotilojen rakenne ja laitteistot, joiden pitäisi olla kunnossa jo alusta alkaen, jotta saavutettaisiin hyvä puhtaanapitotulos (Jokela 2007). Tuotantotiloissa olevien pintojen tulee olla myrkyttömiä ja helposti puhtaana pidettäviä sekä kestää käytössä olevia tuotanto-olosuhteita. Tuotantotiloja suunniteltaessa tulee kiinnittää huomiota laitteiden pintojen lisäksi tuotantotilojen ylärakenteisiin ja ilmanvaihtoon. Tuotantotilat on usein ryhmitelty neljään eri puhtausalueeseen (taulukko 2).

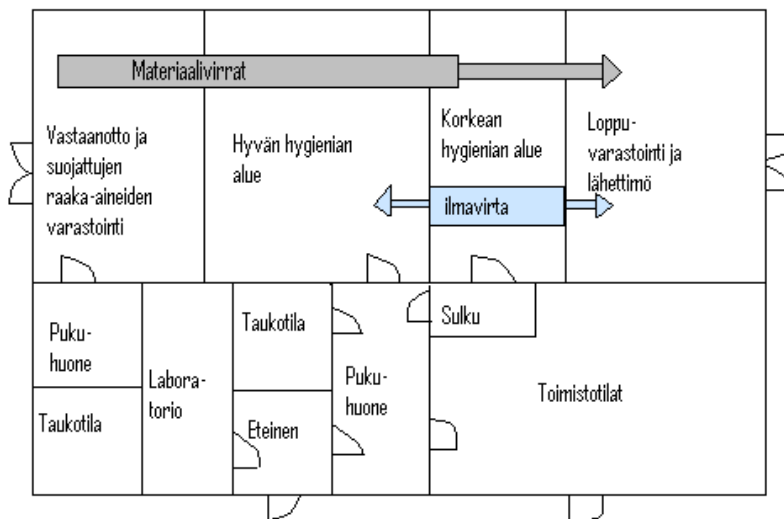
Taulukko 2. Tuotantotilojen puhtausalueet (mukaeltu Jokela 2007).

Puhtausalue	Osasto
Korkean hygienian alue	Siivutusosasto ja pakkaamo
Hyvän hygienian alue	Teurashalli ja raaka-aineiden käsittelytilat
Varasto- ja huoltotila	Pakattujen tuotteiden tilat
Epähygieeninen tila	Navetta ja jätehuone

Epähygieenisissä tiloissa tai varasto- ja huoltotiloissa ei käsitellä suojaamattomia elintarvikkeita. Hyvän hygienian alueelle noudatetaan hyvää hygieenistä tuotantotapaa (Good Hygiene Practise, GHP), jonka tarkoituksena on minimoida tuotteen kontaminaatio prosessin aikana. Korkean hygienian alueella pyritään estämään tuotteen kontaminaatio prosessin aikana. Tilat, joissa käsitellään kypsiä, pakkaamattomia elintarvikkeita, kuuluvat korkean hygienian alueeseen. Liikenne eri osastojen välillä pyritään minimoimaan ja korkean hygienian alueisiin siirrytään sulkutilojen kautta. Sulkutiloissa vaihdetaan kengät tai laitetaan kenkäsuojat sekä pestään ja desinfioidaan kädet. Lisäksi mentäessä korkean hygienian alueelle voidaan pukea suojakäsineet ja erillinen korkean hygienian suojatakki. Tuotantotilojen ryhmittely voi myös poiketa edellä mainitussa ja esimerkiksi Valion Jyväskylän meijerissä tuotantotilat on jaettu kolmeen eri alueeseen (Eskelinen 2009). Puhtainta eli hygienia-1-alueita on meijerissä pakkaamoalue. Muut tuotantotilat ovat

hygienia-2-aluetta. Vastaanotto- ja separointihuoneet ovat ns. raakamaitoaluetta eli epähygieenisintä tilaa.

Tuotantolinjan alkupää on matalimman hygienian aluetta ja loppupää korkeimman hygienian aluetta. Materiaalivirrat eivät risteä toistensa kanssa tai henkilökunnan kulkureittien kanssa ja samoja tiloja ei käytetä kypsien ja kypsentämättömien raaka-aineiden käsittelyyn, jos mahdollista. Kuvassa 2 on esitetty tuotantotilan pohjapiirros ja siitä voidaan nähdä, miten materiaalivirtojen ja ilmavirtojen tulisi liikkua tuotantotiloissa (Jokela 2007). Pohjapiirroksen yksi epäkohta kuitenkin on, että pukuhuoneesta aukeaa ovi suoraan tuotantotiloihin hyvän hygienian alueelle.



Kuva 2. Esimerkki tuotannon pohjapiirroksesta, jossa ristikontaminaation mahdollisuus on pyritty minimoimaan (Jokela 2007).

Elintarviketuotantolaitoksen laitteet tulee sijoittaa niin, että niihin pääsee kulkemaan helposti. Jos laitteen ja sen ympäristön puhdistaminen on vaikeaa ja se kontaminoituu helposti, ei laite voi toimia parhaalla mahdollisella tavalla (Tolvanen 2007). Yleensä laitteet pyritään sijoittamaan erilleen muista laitteista, seinästä ja katosta. Jos liukuhihnat asetetaan seinän vierustoille ja korkealle, on niiden puhdistaminen hankalaa. Prosessipuhautta hankaloittavat laitteissa olevat taskut, syöpymäkuopat ja kuolleisiin virtauskohtiin kertyneet biofilmit (Salkinoja-Salonen 2002). Laitteiden tulisikin olla sileitä, pyöreäkulmaisia sekä saumoiltaan jatkuvia ja tasaisia (Tolvanen 2007).

3.4 Eri puhdistusmenetelmät

Elintarviketeollisuuden puhdistusmenetelmät voidaan jaotella avoimiin ja suljettuihin puhdistusmenetelmiin (Plett ja Graßhoff 2007). Avoimet puhdistusmenetelmät soveltuvat ulkoisten pintojen, suurten varastosäiliöiden, kuljetussäiliöiden ja monimutkaisten laitteiden pesuun. Suljetut puhdistusmenetelmät taas soveltuvat suljettujen järjestelmien, kuten putkistojen, tankkien, säiliöiden ja prosessin laitteistojen pesuun.

3.4.1 Avoimet järjestelmät

Tilojen ja laitteiden pesu sisältää useimmiten taulukossa 3 mainitut vaiheet ja pesussa käytetään pesukemikaaleja sekä tarpeen mukaan desinfektioaineita.

Taulukko 3. Pesu- ja desinfektio menetelmän vaiheet (Lundén ja Tolvanen 2007)

Vaihe	Välineet ja toteutus	Vaikutus
Esipesu	Vesi ja lasta tai harja	Karkean, irrallaan olevan lian poistaminen
Pesu tai vaahdotus	Pesuaineen levittäminen Mekaaninen pesu	Likaa pehmentävä ja irrottava
Huuhtelu	Matalapaine	Irronneen lian poistaminen
Kuivaus	Lasta ja ilmanvaihto	Desinfointiaineen riittävän konsentraation varmistaminen
Desinfektio	Desinfektioaineen levittäminen	Pinnalle jääneiden mikrobien tuhoaminen
Huuhtelu	Matalapaine	Jäämien poistaminen
Kuivaus	Ilmanvaihto	Mahdollisen mikrobikasvuston estäminen

Vaahtopesu

Elintarviketeollisuudessa käytetään paljon vaahtopesua avoimien prosessijärjestelmien pintojen pesussa (Arpiainen ym. 2002). Vaahtopesulla voidaan mm. pestä kuljettimia, pakkauskoneiden ja muiden laitteiden ulkopintoja sekä lattioita ja seiniä (Klemetti 2007). Vaahtopesussa pestävälle pinnalle muodostuu vaahtokuplia, ja kun kuplat hajoavat, pesuaine pääsee vaikuttamaan pinnalle (Holah 2003, Holah ja Thorpe 2002). Vaahtokuplan hajoamisnopeus on tärkeä tekijä, sillä jos hajoaminen tapahtuu liian nopeasti, ei pesuaine pääse vaikuttamaan riittävän pitkän aikaa, eikä pinta vety tarpeeksi.

Ennen vaahtopesua pestävät pinnat huuhdotaan vedellä, minkä jälkeen pesuaine levitetään pestävän laitteen pinnalle vaahdoksi (Klemetti 2007, Arpiainen ym. 2002). Vaahdon annetaan vaikuttaa 10–15 minuuttia. Vaikeiden kohteiden pesussa voidaan käyttää myös harjaa vaahdon lisäksi. Matalapainepesussa käytetään 18–22 baarin painetta ja korkeapainepesussa yli 100 baarin painetta (Klemetti 2007). Korkeapainepesu ei sovi hygieenisen alueen pesuun, sillä lika leviää pesumenetelmässä tehokkaasti aerosoleina.

Tunnelipesu

Tunnelipesussa voidaan pestä irrotettuja laitteen osia ja kappaleita, joista on ensin poistettu suurin osa liasta mekaanisesti (Holah 2003). Pestävät laitteiden osat kulkevat tunnelipesussa laitteen sisällä kuljetushihnaa pitkin ja pesusuuttimet sumuttavat pesuainetta pestävään kohteeseen (Arpiainen ym. 2002). Tunnelipesuissa on yleensä esihuuhtelu, varsinainen pesu ja jälkihuuhdelu. Meijeriteollisuudessa tunnelipesuja käytetään mm. kiertävien kuljetusyksiköiden ja juustokonttien pesuun.

3.4.2 Suljetut järjestelmät

Kiertopesu eli CIP -menetelmä

Clean in place (CIP) eli kiertopesumenetelmällä tarkoitetaan automatisoitua pesumenetelmää, jossa puhdistus- ja/tai desinfiointiaineet sekä vesi kiertävät suljetussa systeemissä ja pääsevät vaikuttamaan elintarvikkeen kanssa kosketuksessa olleisiin laitteiden ja putkistojen sisäpintoihin (Klemetti 2007, Majoor 2003, Stanfield 2003, Romney 1990). CIP-menetelmä soveltuu parhaiten säiliöiden, putkistojen ja pumppujen pesuun (Majoor 2003). Menetelmä on ollut käytössä meijereissä ja panimoissa vuosien ajan. Muissa elintarviketeollisuuden yrityksissä ei käytetä CIP-menetelmää niin laajasti, sillä menetelmä ei sovellu yhtä hyvin niissä käytettävien laitteiden pesuun. Lihateollisuudessa voidaan CIP-menetelmää hyödyntää putkien tyhjentämiseen ja lian siirtämiseen pesupalloja.

Kiertopesumenetelmässä puhdistustapahtuma on monivaiheinen. Puhdistukseen kuuluu aina seuraavat vaiheet: esihuuhtelu, pesu ja huuhtelu (Majoor 2003, Romney 1990). Näitä vaiheita voi seurata vielä desinfektiovaihe ja loppuhuuhdelu. Esihuuhdellun tarkoituksena on huuhtoa pinnoilta helposti irtoava lika. Lika huuhdotaan yleensä kuumalla tai kylmällä vedellä. Varsinaisessa pesuvaiheessa jäljelle jäänyt lika on tarkoitus saada siirrettyä

pesuaineliuokseen. Pesuvaihetta seuraavan huuhteluvaiheen tarkoituksena on saada poistettua pesuainekemikaalit järjestelmästä. Mahdollinen desinfektio suoritetaan tämän huuhteluvaiheen jälkeen. Mahdollisen desinfektiovaiheen jälkeen seuraa vielä huuhtelu, jonka tarkoituksena on poistaa loput CIP-liuokset ja desinfektioaineet.

Kiertopesumenetelmän tehokkuuteen vaikuttavat useat eri tekijät: aika, lämpötila, puhdistusaineen pitoisuus ja virtausnopeus (Majoor 2003). Pesuajan on oltava tarpeeksi pitkä, jotta puhdistus ei jää vaillinaiseksi. Liian pitkä aika taas on turhaa ja vähentää tuotannon tehokkuutta. Pesuaineliuoksen lämpötila vaikuttaa myös paljon puhdistuksen tehokkuuteen. Lämpötilan tulee pysyä tasaisena ja halutuissa rajoissa pesujärjestelmän eri vaiheissa. Pesuainekemikaalin pitoisuuden tulee olla myös optimaalinen. Haluttu pitoisuus riippuu käytetystä pesuaineesta ja puhdistettavasta liasta. CIP-menetelmässä nesteen turbulenssivirtaus toimii putkistoissa likaa irrottavana voimana (Stanfield 2003). Menetelmässä käytettyjen pumppujen tulee olla tarpeeksi tehokkaita, koska nesteen nopeuden putkistoissa tulee olla vähintään 1,5 m/s ja virtauksen turbulenttia (Romney 1990). Käytännössä vieläkin nopeampi virtaus olisi hyvä, esimerkiksi 2 m/s, jotta pesun mekaaninen vaikutus olisi riittävä (Klemetti 2007). Tankkeja pestäessä tankkien tilavuuden tulisi olla vähintään 10 m³/h (Majoor 2003).

On olemassa monenlaisia kiertopesumenetelmiä. Osassa menetelmistä pesuaineliuokset käytetään vain kerran ja ne soveltuvatkin hyvin likaisten pintojen pesuun (Majoor 2003). Toisissa menetelmissä taas pesuaineliuokset kerätään talteen ja niitä käytetään uudelleen niin monta kertaa kuin mahdollista. Tällainen järjestelmä sopii vähemmän likaantuneille pinnoille. Meijereissä on yleensä käytössä vähintään kaksi eri pesukeskusta (Klemetti 2007). Raakamaitopuolella on oma pesukeskuksensa ja lämpökäsitellyn tuotteen kanssa kosketuksissa olevilla laitteilla on omansa.

3.5 Pesu- ja desinfektioaineet ja -menetelmät elintarviketeollisuudessa

3.5.1 Puhdistusaineet

Elintarviketeollisuudessa käytetään pesuaineseoksia lian ja mikrobien poistamiseen, sillä mikään aine ei yleensä ole riittävä yksin käytettynä (Holah 2003). Pesuaineseokset voivat sisältää seuraavia aineita: vettä, pinta-aktiivisia aineita, epäorgaanisia emäksisiä aineita, epäorgaanisia tai orgaanisia happoja sekä kelatoivia aineksia. Puhdistusaineen valintaan vaikuttavat mm. käytettävä pesumenetelmä, veden kovuus ja rautapitoisuus sekä lian laatu.

Vesi on pääaines kaikissa ”märkäpesumenetelmissä” (Holah 2003) ja se toimii liuottimena, johon likaa irrottavat pesuainekemikaalit liukenevat (Plett ja Graßhoff 2007, Holah 2003). Veteen saadaan myös hyvin huuhdottua puhdistuksessa irronnut lika ja kuljetettua se pois. Liukoiset ioniset yhdisteet, kuten suolat ja sokerit, liukenevat veteen hyvin (Holah 2003). Myös rasvat emulgoituvat hyvin veteen niiden sulamispisteen yläpuolella. Lisäksi veden avulla saadaan pesutapahtumaan tarvittava lämpö- ja kemiallinen energia (Plett ja Graßhoff 2007). Käytetyn veden tulee olla talousvesilaatua (Holah 2003). Yksinään käytettynä vesi on huono kosteuttaja ja ionittomat yhdisteet eivät liukene pelkkään veteen.

Orgaaniset pinta-aktiiviset aineet koostuvat pitkistä poolittomasta, hydrofobisesta hännästä ja polaarista pääosasta (Holah 2003). Pinta-aktiiviset aineet luokitellaan kationisiin, anionisiin tai ionittomiin aineisiin riippuen siitä, mikä on niiden varaus liuoksessa. Yleisimmin käytetään anionisia tai varauksettomia pinta-aktiivisiä aineita. Pinta-aktiiviset aineet ovat hyödyllisiä puhdistuksessa, sillä ne vähentävät veden pintajännitystä ja edesauttavat rasvojen emulgoitumista. Pinta-aktiivisen aineen polaarinen pää häiritsee veden vetysidosten muodostumista ja näin veden pintajännitys pienenee, jolloin vesi pääsee paremmin tunkeutumaan likapartikkeliin ja puhdistaminen helpottuu. Pinta-aktiiviset aineet auttavat rasvoja emulgoitumaan, koska niiden hydrofiiliset päät hakeutuvat veteen ja hydrofobiset päät rasvaan. Rasvapartikkelit saattavat muodostaa rasva/vesipinnalla ollessaan pallon muotoisen rakennelman, misellin, joka irtoaa itsestään pinnasta.

Emäkset (esim. natrium- ja kaliumhydroksidit ja -karbonaatit, fosfaatit, silikaatit ja amiinit) ovat hyödyllisiä puhdistusaineita, koska ne ovat edullisia hinnaltaan, hajottavat proteiinien rakennetta hydroksyyli-ionin avulla, saippuoivat rasvoja ja korkeina pitoisuuksina saattavat olla bakteriosidisiä (Holah 2003). Vahvat emäkset, kuten natriumhydroksidi eli kaustinen sooda, saippuoivat runsaasti rasvoja ja ovat hyviä hajottamaan proteiinien rakennetta. Vahvat emäkset ovat kuitenkin syövyttäviä ja myrkyllisiä työntekijöille. Heikot emäkset ovat vähemmän myrkyllisiä, mutta valitettavasti myös vähemmän tehokkaita. Emästen käytön haittapuolina ovat niiden taipumus saostaa veden kovuutta aiheuttavia ioneja ja muodostaa vaahtoa sekä niiden vaikea huuhdeltavuus. Proteiinipitoisen lian poistamisen helpottamiseksi voidaan emäksiset pesuaineet kloorata, mutta kloori ei ole tehokas biosidi alkaalisella pH-alueella. Ihmisen noroviruksen malliviruksista hiiren noroviruspitoisuuden on todettu vähenevän pH:ssa 10 vain vähän ($1,8 \log_{10}$), kun taas toisen malliviruksen kissan kalikiviruksen määrä väheni merkittävästi ($5,1 \log_{10}$) (Cannon ym. 2006).

Hapoilla (esim. fosfori- ja typpihappo, orgaaniset hapot) ei ole paljon pinta-aktiivisiä ominaisuuksia, mutta niiden käyttö on silti hyödyllistä pesutapahtumassa, sillä niiden avulla saadaan karbonaateista ja mineraaleista muodostuneet, liukenemattomat saostumat, kuten maitokivet, liukoiseen muotoon (Holah 2003). Mitä vahvempi happo on

kyseessä, sen tehokkaampi se on pesutapahtumassa. Vahvat hapot aiheuttavat kuitenkin heikkoja happoja enemmän pintojen korroosiota, ja kun pinta rikkoutuu tarttuu siihen helpommin mikrobeja. Happoja käytetään pesuun harvemmin kuin emäksiä, mutta niitä käytetään kuitenkin yleensä säännöllisesti, esimerkiksi joissakin laitoksissa tehdään emäspesu joka päivä ja happopesu kerran viikossa.

Kelatoivat aineet muodostavat mineraalien kanssa liukoisen kompleksin estäen täten mineraaleja muodostamasta saostumia (Holah 2003). Kelaateilla saadaan vähennettyä veden kovuutta vaikuttamalla kovuutta aiheuttaviin ioneihin, kuten Mg^{2+} -ja Ca^{2+} ioneihin (Plett ja Graßhoff 2007, Holah 2003). Kelaatteja lisätään pinta-aktiivisten aineiden joukkoon, jotta pystytään säätelemään niiden kykyä dispergoida (Holah 2003). Niiden lisääminen myös helpottaa pesuaineen pois huuhtomista. Käytetyin kelaatti on EDTA, joka on etyleenidiamiinitetraetikkahapon natriumsuola.

Myös **entsyymaattisia puhdistusaineita** on kehitelty elintarviketeollisuuden käyttöön. Esimerkiksi entsyymituotteita meijeri- (Eide ym. 2003, Graßhoff 2002) ja panimoteollisuuden (Walker ym. 2007) pintojen pesuun on testattu. Entsyymituotteiden etuna on että niitä käyttämällä voidaan ehkäistä pintojen kulumista ja jätevesien kemikaalipitoisuutta sekä alhaisten pesulämpötilojen seurauksena energiankulutus vähenee (Plett ja Graßhoff 2007).

3.5.2 Desinfektioaineet

Laajan joukon aineita tiedetään tuhoavan mikro-organismeja tai estävän niiden kasvua (Stanfield 2003). Monet niistä aineista eivät kuitenkaan sovellu elintarvikkeiden kanssa kosketuksissa olevien pintojen desinfektioon, sillä ne voivat tahrata, aiheuttaa korroosiota tai jättää pinnalle kalvon. Aineet voivat olla myös myrkyllisiä tai liian kalliita. On kuitenkin olemassa monia kemikaaleja, jotka soveltuvat elintarviketeollisuuden käyttöön (Holah 2003). Yleisimmin käytössä olevat kemikaalit voidaan ryhmitellä Holahin (2003) mukaan seuraavasti:

- klooria vapauttavat yhdisteet
- kvaternääriset ammoniumyhdisteet, kvatit
- amfoteeriset yhdisteet
- jodiyhdisteet
- peretikkahappo
- happamat anioniset yhdisteet

Elintarvikelaitosten pintojen desinfiointiin voidaan käyttää yllämainittujen aineiden lisäksi mm. alkoholipohjaisia desinfektioaineita ja vetyperoksidia sekä tuotantotilojen

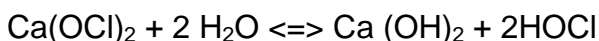
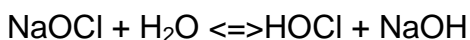
ilman desinfiointiin otsonia. Desinfiointiaineiden mahdollisia vaikutusmekanismeja mikrobeihin ovat mm. proteiinien esim. välttämättömien entsyymien denaturointi ja solumembraanien toiminnan häirintä (Cords ym. 2005).

Klooria vapauttavat yhdisteet

Klooria eri muodoissaan käytetään paljon elintarviketeollisuudessa (Cords ym. 2005), yksi syy siihen on sen edullisuus (Holah 2003). Erilaiset klooriyhdisteet kuitenkin inaktivoituvat orgaanisen lian vaikutuksesta, myös pesuliuksen pH sekä pesulämpötila vaikuttavat klooriyhdisteiden antimikrobiseen aktiivisuuteen (Cords ym. 2005). Veden kovuudella ei sen sijaan ole merkittävää vaikutusta klooriyhdisteiden desinfiointitehoon (Stanfield 2003).

Elintarviketeollisuudessa käytettäviä epäorgaanisia klooriyhdisteitä ovat mm. kalsiumhypokloriitti ja natriumhypokloriitti sekä orgaaninen klooriyhdiste kloramiini (Stanfield 2003). Kloori vapautuu hitaasti orgaanisista klooriyhdisteistä ja niiden bakteriosidinen vaikutus on hypokloriitteja hitaampi, mutta niiden etuna on että ne ovat turvallisempia työntekijöille sekä vähemmän syövyttäviä pinnoille (Cords ym. 2005). Lisäksi orgaanisten klooriyhdisteiden teho ei häviä orgaanisen lian vaikutuksesta yhtä herkästi kuin epäorgaanisten klooriyhdisteiden teho häviää (Cords ym. 2005).

Klooria vapauttavat yhdisteet muodostavat yleensä hypokloorihappoa eli alikloorihapoketta (HOCl) vesiliuokseen (Cords ym. 2005). Kloori voi myös esiintyä liuksissa hypokloriitti-ioneina (OCl⁻) tai alkuainekloorina (Cl₂) (Cords ym. 2005, Dychala 2001). Kloori eri esiintymismuodoissaan liuksissa sen mukaan, onko kyseessä alkuainekloori, hypokloriitti vai orgaaninen kloori (Cords ym. 2005).

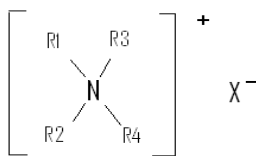


Kloori toimii biosidina parhaiten silloin, kun se on liuksessa hypokloorihappona (Cords ym. 2005, Holah 2003, Stanfield 2003). Hypokloorihappo on 100 kertaa tehokkaampi biosidi kuin OCl⁻-ioni (Holah 2003). Kun liuksen pH on välillä 4-5, on kloorista suurin osa hypokloorihappomuodossa. Kun pH on alle 4, kloorista on yhä suurempi osuus alkuainemuodossa. Kun pH nousee yli viiden, on yhä suurempi osuus kloorista hypokloriitti-ioneina ja pH:ssa 7,5 on jo suurin osa ionisoituneena. Vaikka klooriyhdisteiden antimikrobinen teho on parhaimmillaan happamassa liuksessa, on näiden yhdisteiden stabiilisuus parempi alkaalisissa olosuhteissa (Cords ym. 2005). Suurin osa kaupallisista

hypokloriittiliuoksista tuottavatkin käyttöliuoksenaan alkaalisen liuoksen (Coords ym. 2005).

Kvaternääriset ammoniumyhdisteet eli kvatit

Kvaternääriset ammoniumyhdisteet eli kvatit ovat pinta-aktiivisia aineita, jotka ovat amfifiilisiä ja kationisia (Holah 2003). Kvattit syntetisoidaan nukleofiilisellä substituutiolla tertiäärisestä amiinista käyttäen apuna alkyylihalidia tai bentsyylikloridia (Coords ym. 2005). Kvattien perusrakenne on esitetty kuvassa 3.



Kuva 3. Kaavakuva kvatista (Coords ym. 2005).

Kvattien toimintaperiaatteissa on paljon samaa kationisten pinta-aktiivisten aineiden kanssa. Kvattit vähentävät pintajännitystä, hakeutuvat helposti negatiivisesti varautuneiden rakenteiden, kuten proteiinien luokse muodostaen ionisia aggregaatteja, minkä seurauksena niiden lämmönjohtokyky, pintajännitys ja liukoisuus muuttuvat. Kvattit myös denaturoivat proteiineja. (Coords ym. 2005).

Kvattit ovat antimikrobisia ja tehoavat sekä grampositiivisiin että gramnegatiivisiin bakteereihin ja homeisiin. Kvattien on myös huomattu tehoavan vaipallisiin viruksiin jo keskinkertaisilla pitoisuuksilla, kun taas vaipattomiin ne eivät vaikuta edes suurina pitoisuuksina. Antimikrobiset ominaisuudet riippuvat paljolti käytetystä kvatti-yhdisteestä, eli ei voida sanoa yleisesti, miten ne tehoavat eri mikrobeihin. Kvattien antimikrobiseen tehokkuuteen vaikuttavat pH, lämpötila, orgaaninen aines ja veden kovuus. Kvattiryhmän heterogeenisyydestä johtuen näiden vaikutus voi olla eri kvateilla erilainen. (Coords ym. 2005).

Kvattit ovat hyvin pysyviä konsentroituneessa muodossa ja niiden käsittely on huomattavasti turvallisempaa kuin hypokloriittiliuosten (Holah 2003). Ne eivät myöskään aiheuta merkittävästi korroosiota metalleille. Koska kvattien pinta-aktiivisuus on suuri, saattavat ne vaahdota voimakkaasti ja siten niiden huuhtelu pois saattaa olla hankalaa. Elintarviketeollisuudessa pintojen desinfiointiin käytettyjä kvatteja ovat mm. alkyylidimetyyllibentsyyliammoniumkloridi ja didekyylimetyyliammoniumkloridi.

Happamat anioniset yhdisteet

Happamat anioniset desinfektioaineet muodostuvat anionisista pinta-aktiivisista aineista, fosforihaposta ja orgaanisista hapoista (Holah 2003). Happamat anioniset yhdisteet vaikuttavat nopeasti ja ovat laajakirjoisia. Tärkein happamien anionisten yhdisteiden tehoon vaikuttava ympäristötekijä on pH, ja sen vaikutus happamiin anionisiin yhdisteisiin on todennäköisesti merkittävämpi kuin muihin käytössä oleviin desinfiointiaineisiin (Cords ym. 2005). Elintarviketeollisuudessa pintojen desinfiointiin käytettyjä happamia anionisia yhdisteitä ovat mm. dodekyylibentseenisulfonihappo, natriumdodekyylibentseenisulfonaatti, natriumdioktyylisulfosukkinaatti, natriumlauryylisulfaatti ja natriumksyleenisulfonaatti (Cords ym. 2005).

Amfoteeriset yhdisteet

Amfoteeriset tensidit ovat anionisten ja kationisten yhdisteiden seoksia, joissa yhdistyy anionisten tensidien pesuaineominaisuudet ja kationisten antimikrobiset ominaisuudet. Elintarviketeollisuudessa käytettävien amfoteeristen yhdisteiden perustana on aminohappo glysiini, johon on usein vielä liittynään imidatsolirengas (Holah 2003). Amfoteeristen yhdisteiden varaus riippuu pH:sta, mutta niiden antimikrobiset ominaisuudet säilyvät laajalla pH-alueella (Moore ja Payne 2004).

Amfoteeristen yhdisteiden käytöllä on samoja etuja kuin kvattien käytöllä, ts. niillä on hyvät pesu- ja desinfektio -ominaisuudet, mutta ne eivät sovellu runsaan vaahdonmuodostuksen vuoksi käytettäviksi kiertopesumenetelmissä. Amfoteerisiä yhdisteitä käytetään paljon manuaalisessa pesussa, sillä ne eivät aiheuta korroosiota, eivätkä ärsytä ihoa.

Jodiyhdisteet

Desinfektiossa käytettyjä jodiyhdisteitä ovat jodoforit, alkoholi-jodiliuokset ja vettä sisältävät jodiliuokset (Holah 2003). Jodoforit ovat liukoisia yhdisteitä, joissa jodi on yhdistyneenä ionittomaan pinta-aktiiviseen aineeseen (Holah 2003, Stansfield 2003). Jotta jodiyhdisteseoksista saadaan stabiilimpia ja niiden bakteriosidistä kykyä saadaan lisättyä, ne happamoitetaan esimerkiksi fosforihapolla (Holah 2003). Liuoksen pH-arvon lisäksi jodoforien antimikrobiseen tehoon vaikuttavat lämpötila, orgaanisen lian määrä ja veden kovuus (Cords ym. 2005). Jodoforeja pidetään usein sekä puhdistusaineina että desinfektioaineina, koska niissä on sekä pinta-aktiivinen osa että happo-osa.

Jodoforit eivät ole myrkyllisiä, eivätkä ne ärsytä ihoa (Stansfield 2003). Ne eivät myöskään ole korroosiota aiheuttavia. Ne vaikuttavat nopeasti bakteriosidisesti happamalla pH-alueella kylmässä tai kovassa vedessä. Yleensä jodoforeilla on hyvä säilyvyys eri lämpötiloissa, mutta jotkin yhdisteet saattavat höyrystyä yli 50 °C:n lämpötilassa (Holah 2003).

Jodi värjää pinnoilla olevat likapartikkelit ja näin voidaan heti huomata, jos siivous on jäänyt puutteelliseksi, mutta tämä värjäytyvyys myös hankaloittaa jodin käyttöä elintarviketeollisuudessa (Holah 2003). Jotkut jäännökset, kuten maito, voivat inaktivoida jodin. Tämän voi havaita siitä, että jodin aiheuttama haalea, vaaleanruskea väri katoaa. On tärkeää tarkistaa jodoforin vahvuus, etenkin, jos pesuaineliuoksia kierrätetään.

Peretikkahappo

Peretikkahappo kuuluu peroksideihin ja se on natriumhypokloriitin tavoin hapetin (Plett ja Graßhoff 2007). Peretikkahappo tehoaa laajakirjoisesti moniin eri mikro-organismeihin mukaan lukien bakteerien itiöt ja virukset (Cords ym. 2005, Holah 2003). Peretikkahapon käytön etuina ovat sen hajoamistuotteiden vaarattomuus elintarvikkeille ja ympäristölle, lisäksi se ei vaahtoa eikä syövytä ruostumatonta teräs- tai alumiinipintaa eikä ole herkkä veden kovuudelle. Korkeina pitoisuuksina peretikkahappo voi aiheuttaa iho-, limakalvo- ja silmävaurioita. Orgaaninen aines häiritsee peretikkahapon toimintakykyä, muttei niin paljon kuin useimpien muiden desinfiointiaineiden toimintakykyä. (Cords ym. 2005).

Peretikkahapon biosidisuus kasvaa sen pitoisuuden kasvaessa (Cords ym. 2005). Peretikkahappo toimii parhaiten happamassa ja emäksisessä ympäristössä sen antimikrobinen aktiivisuus laskee. Peretikkahappo toimii hyvin eri lämpötiloissa. Se säilyttää bakteriosidisen aktiivisuutensa gram-positiivisia ja -negatiivisia bakteereja vastaan myös matalissa lämpötiloissa, mikä onkin huomattava etu verrattuna muihin desinfektioaineisiin. Peretikkahapposumutuksen vaikutusta elintarviketeollisuudessa tuotantotilojen ilman ja pintojen bakteerien desinfiointiin on tutkittu jonkin verran (Bore ja Langsrud 2005), mutta tietoa puuttuu sumutuskäsittelyn vaikutuksista viruksiin.

Vetyperoksidi

Peretikkahapon lisäksi peroksideihin kuuluu myös vetyperoksidi (Plett ja Graßhoff 2007). Vetyperoksidi ja peretikkahappo ovat yleisimmin desinfiointiin käytetyt peroksidit. Vetyperoksidi kuuluu epäorgaanisiin peroksideihin ja peretikkahappo kuuluu orgaanisiin peroksideihin.

Vetyperoksidin käytön etuna on sen alhainen toksisuus sekä sen hajoamistuotteiden vaarattomuus, mutta korkeina pitoisuuksina (>8%) se voi aiheuttaa iho-, limakalvo- ja silmävaurioita. Konsentraatio, pH, lämpötila ja orgaaninen lika vaikuttavat vetyperoksidin desinfiointitehoon. Peretikkahappoa pidetään vetyperoksidia potentiaalisempana mikrobien hävittäjänä, koska peretikkahappo on tehokkaampi alhaisemmissa lämpötiloissa ja pitoisuuksissa sekä on stabiilimpi orgaanisen aineksen läsnä ollessa. Vetyperoksidin on todettu tehoavan bakteereihin, hiivoihin, homeisiin, viruksiin ja itiöitä muodostaviin mikrobeihin. (Cords ym. 2005).

Taulukkoon 4 on koottu yhteenvetona joidenkin edellä mainittujen desinfektioaineiden ominaisuuksia.

Taulukko 4. Desinfektioaineiden ominaisuuksia Holahin (2003) mukaan

Ominaisuus	kloori	kvatit	amfoteerit	jodoforit	per- etikka- happo	happamat anioniset yhdisteet
Teho mikro- organismeihin						
gram+	++	++	++	++	++	++
gram-	++	++	++	++	++	++
itiöt	+	-	-	+	++	-
hiivat	++	++	++	++	++	++
mikrobiresistenssin muodostuminen	-	+	+	-	-	-
Muut ominaispiirteet						
orgaanisen aineksen aiheuttama inaktivaatio	++	+	+	+	+	+
veden kovuus	-	+	-	-	-	-
pesuominaisuudet	-	++	+	+	-	++
pinta-aktiivisuus	-	++	++	+	-	-
vaahdonmuodostus	-	++	++	-	-	+
ongelma tahraavuuden kanssa	±	-	-	+	±	-
stabiilisuus	±	-	-	±	±	-
korroosio	+	-	-	+	-	-
turvallisuus	+	-	-	+	++	-
muut kemikaalit	-	+	-	-	-	+
mahdollisia ympäristövaikutuksia	++	±	±	±	-	-
hintaa	-	++	++	+	+	+

- ei vaikutusta/huono teho

+ vaikuttaa/keskinkertainen teho

++ suuri vaikutus/hyvä teho

Alkoholipohjaiset desinfektioaineet

Alkoholeja käytetään pääosin käsien ja pintojen desinfiointiin (Salkinoja-Salonen 2002). Alkoholeilla on huomattu olevan bakteriosidisia ja bakteriostaattisia vaikutuksia riippuen pitoisuudesta ja vaikutusajasta (Ali ym. 2002). Alkoholien teho viruksiin ei ole aivan selvä.

Alkoholit ovat edullisia ja suhteellisen myrkyttömiä (Ali ym. 2002). Niiden pesuteho perustuu siihen, että ne ovat rasvaliukoisia ja niillä on matala pintajännitys. Alkoholit vaikuttavat haitallisesti solukalvon proteiineihin ja lipideihin (Salkinoja-Salonen 2002). Proteiinit koaguloituvat ja denaturoituvat ja solukalvojen rakenne kärsii (Ali ym. 2002).

Vedettömien alkoholien desinfektioiteho on huono ja alkoholeja käytetäänkin vesiliuoksina. Yleisimmin käytetään etanolia, isopropanolia ja n-propanolia (Salkinoja-Salonen 2002). Etanolin yleisin laimennos on 70-prosenttinen vesiliuos, joka vastaa 60-prosenttista isopropanolin ja 40–50 %:sta n-propanolin vesiliuosta.

Otsoni

Otsonia voidaan käyttää elintarviketuotantotilojen ilman ja pintojen desinfiointiin (Holah 2003, Serra ym. 2003). Otsonin vaikutusta virusaerosoleihin on tutkittu jonkin verran. Tseng ja Li (2006) tutkivat otsonin vaikutusta neljän bakteriofaagiviruksen (MS2, phi X174, phi 6, T7) aerosoleihin, joiden vaippojen proteiinirakenteet poikkeisivat toisistaan. Tseng ja Li (2006) totesivat että otsoni inaktivoi tehokkaasti virusaerosoleja. Huomioitavaa on että viruksen monimutkainen vaippaproteiinin rakenne sekä alhainen ilmankosteus (55 vs. 85 %) heikensivät otsonin inaktivointitehoa.

3.5.3 Fysikaaliset desinfektio menetelmät

Kuuma vesi ja höyry

Höyry soveltuu hyvin suljetuissa prosesseissa tapahtuvaan sterilointiin, kuten aseptiseen ruuanvalmistukseen (Holah 2003). Kuumaa vesihöyryä käytetään myös paljon steriloinnissa suljetuissa CIP-järjestelmissä (Plett ja Graßhoff 2007). Avoimilla pinoilla ei ole yleensä järkevää käyttää sterilointiin höyryä, koska kuuman veden tai höyryn käyttö on tällöin epätaloudellista, vaarallista, materiaaleja syövyttävää ja hankalaa kontrolloida (Holah 2003). Höyryn ja kuuman veden käyttö on järkevää, jos tarvitaan tehokasta sterilointimenetelmää kontaminaation poistamiseen (Lundén ja Tolvanen 2007). Kuuman

veden käytön etuna on sen helppo saatavuus, edullisuus ja myrkyttömyys (Stanfield 2003).

Kuuma vesi ja höyry toimivat hyvin steriloinnissa, kunhan lämpötila säilyy riittävän korkeana, vähintään 60 °C (Lundén ja Tolvanen 2007). Steriloinnissa on huomioitava että matalampi lämpötila (esim. 75 °C) vaatii pidemmän sterilointiajan kuin korkeampi lämpötila (esim. 80 °C) vaatii (Holah 2003). Jos pyritään steriloimaan avoimia pintoja on otettava huomioon myös se, että pinnan lämpötila saattaa olla matala ja tällöin myös vesihöyryn lämpötila laskee (Lundén ja Tolvanen 2007).

Ultraviolettivalo

Ultraviolettivaloa (UV-valoa) käytetään elintarviketeollisuudessa pintojen, nesteiden, elintarvikkeiden ja ilman desinfektiossa (Bintsis ym. 2000). UV-valo jaetaan aallonpituuden mukaan kolmeen eri ryhmään: UVA (320 - 400 nm), UVB (280 - 320 nm) ja UVC (200 - 280 nm). Tehokkain mikro-organismeja tuhoava vaikutus saavutetaan aallonpituudella 250 - 260 nm eli UVC-alueella. UV-valo tehoaa useimpiin mikro-organismeihin; bakteereihin, viruksiin, alkueläimiin, sieniin, hiivoihin ja leviin, aiheuttamalla vaurioita deoksiribonukleiinihappoon eli DNA:han siten, että muodostuu DNA-dimeerejä, minkä seurauksena mikrobien kasvu estyy.

Ultraviolettivaloa tai säteilyä tuotetaan joko elohopeapolttimolla tai PPE (pulse power energization)-tekniikalla (Lundén ja Tolvanen 2007). PPE-tekniikka on näistä kahdesta huomattavasti tehokkaampi ja sillä pystytään tuottamaan huomattavasti suurempi energiamäärä kuin elohopeapolttimolla.

Pintojen desinfioinnissa on tärkeää, että UV-valolla käsiteltävä pinta on puhdas, sillä jos pinnalla on likaa, imee se säteilyä itseensä ja näin bakteerit välttyvät UV-säteilyltä (Bintsis ym. 2000). Pintojen UV-desinfektioita on kokeiltu erilaisilla prosessipinnoilla sekä pakkauslaatikoiden, pullojen ja pakkausfilmien desinfioinnissa aseptisen pakkaamisen yhteydessä (Lundén ja Tolvanen 2007). Kaikki pinnat eivät kestä UV-desinfointia yhtä hyvin, esimerkiksi jotkut pakkausfilmit saattavat menettää tiivisteominaisuuksiaan. Lämpötilalla (välillä 5-37°C) ei ole merkittävää vaikutusta UV-säteilyn mikrobien tuhoamistehoon, mutta korkealla kosteuspitoisuudella on mikrobeja UV-säteilyltä suojaava vaikutus (Bintsis ym. 2000). Nesteessä olevat bakteerit kestävätkin UV-säteilyä ilmassa olevia bakteereja paremmin ja korkeassa ilmankosteudessa olevat bakteerit kestävätkin UV-säteilyä paremmin kuin kuivassa ilmassa olevat bakteerit (Bintsis ym. 2000).

Pintojen desinfioinnin lisäksi UV-valoa voidaan käyttää myös sairaaloiden ja elintarviketeollisuuden huoneilman desinfiointiin (Bintsis ym. 2000). UVC-säteilyn ($\lambda = 254$

nm) vaikutusta erilaisiin virusaerosoleihin on tutkittu jonkin verran. Walker ja Ko (2007) tutkivat UVC-säteilyn vaikutusta MS2 bakteerifaagin, adenoviruksen sekä koronaviruksen aerosoleihin ja havaitsivat 50 prosentin ilmankosteudessa noin 70 prosentin aleneman bakteerifaagien ja adenovirusten aerosolien määrissä sekä 88 prosentin aleneman koronavirusten aerosolien määrissä. Walker ja Ko (2007) tutkimuksessa ilmankosteuden nostaminen alensi virusten UVC-säteilyn sietoa, lisäksi virusaerosolit kestivät huonommin UVC-säteilyä kuin virukset, jotka olivat nestefaasissa, Mc Devitt ym. (2007) tutkimuksessa UVC-säteilyn vaikutus Vaccinia viruksen (isorokon surrogaatti) aerosoleihin oli sitä suurempi mitä alhaisempi oli ilmankosteus ja mitä suurempi oli UVC-säteilyannos. Tseng ja Li (2005) valitsivat UVC-säteilyn vaikutuksen arvioimistutkimukseensa neljä eri bakteriofaagivirusta (MS2, phi X174, phi 6, T7), joilla oli erilaiset nukleinihappotyypit (yksijuosteinen RNA ja DNA, kaksijuosteinen RNA ja DNA). Tseng ja Li (2005) havaitsivat että virukset, joilla oli yksijuosteinen nukleinihappo, olivat herkempiä UV-säteilylle kuin virukset joilla oli kaksijuosteinen nukleinihappo. Lisäksi korkeammassa ilmankosteudessa (85 vs. 55 %) virukset kestivät paremmin UV-säteilyä.

Ultraääni

Ultraääntä voidaan käyttää erilaisten materiaalien puhdistukseen. Ultraäänipuhdistuksessa käytetään taajuusalueella 20–120 kHz:iä olevia suuritaajuisia ääniaaltoja ja väliaineena käytetään vettä. Ultraäänipesussa pesutulokseen vaikuttavat pestävien, liukoisten epäpuhtauksien ja pesukemikaalien kemialliset reaktiot, epäpuhtauksien dissoluutio pinnoilta nesteeseen sekä lian ja liuoksen kemiallisten reaktioiden seurauksena syntynyt tuote. Lisäksi pesutulokseen vaikuttaa ultraäänin synnyttämä kavitaatio, joka poistaa liukenemattomat epäpuhtaudet pestävän kohteen pinnalta. (Lundén ja Tolvanen 2007).

Kavitaatioksi kutsutaan fysiikan ilmiötä, jossa nesteeseen syntyy pieniä, paljaalla silmällä näkymättömiä, kaasun, höyryn tai niiden seoksen täyttämiä pieniä alipaineisia kuplia. Kuplia syntyy nesteessä alipaineen ja ylipaineen vaihtelun seurauksena. Kuplat voivat poksahduttaa tietyissä olosuhteissa rikki, ja tämän seurauksena lika irtoaa pestävältä pinnalta. Puhdistusteho riippuu siitä, kuinka monta kuplaa hajoaa ja siitä, millä voimalla kuplat puhkeavat. Tutkimuksissa on todettu, että kavitaatiota tapahtuu parhaiten alle 20 °C:n lämpötiloissa käytettäessä vesijohtovettä. Lämmitettäessä vettä 20 - 40 °C:n lämpötilaan voi tapahtua toinen kavitaatiohuippu. (Niemczewski 2007).

Ultraäänipesu on tavalliseen pesuun verrattuna nopea ja se soveltuu käytettäväksi useimmille pintamateriaaleille (Lundén ja Tolvanen 2007). Ultraäänipesulla saavutetaan myös hyvä pesutulos. Ultraäänipesureiden käyttöä rajoittaa niiden kallis hinta.

Elintarviketeollisuudessa ei käytetä ultraäänipesua kovin yleisesti. Eniten sitä käytetään meijeriteollisuudessa, juustomuottien pesussa, sillä muotit sisältävät uria, joita on vaikea saada puhdistettua tavanomaisilla pesumenetelmillä (Arpiainen ym. 2002).

Lihateollisuudessa ultraääntä käytetään mm. hankalasti pestävien koneenosien ja teurasruhojen kuljetuskoukkujen puhdistamiseen.

Ilmansuodattimet

Elintarviketeollisuuden tuotantotiloissa käytetään ilman puhdistamiseen erilaisia suodattimia. Suodattimien vaikutuksesta virusten pitoisuuksiin huoneilmassa on tehty jonkin verran tutkimuksia. Lia ym. (2009) tutkivat kahden erilaisen lasikuitu- (Millipore, AP1504700, PALL Zefluor Filter P5PJ047) ja yhden polytetrafluorietyleni (Lydall, grade 4450-HS) HEPA-suodattimen M2S bakteerifaagivirusaerosolien (muistuttaa rakenteellisesti ja fysiologisesti ihmispatogeeniviruksia) sitomistehokkuutta. Lasikuitusuodattimet sitoivat viruksista 99,99 ja 99,63 prosenttia sekä polytetrafluorietyleni suodatin satoi 96,02 prosenttia.

4. Virusten aiheuttamat riskit

Elintarvike- ja vesivälitteisten virusperäisten ruokamyrkytysten syynä voivat olla itse elintarvikkeet ja vesi tai virukset voivat levitä ruoankäsittelijöiden tai valmistuspaikan pintojen yms. välityksellä elintarvikkeisiin. Baertin tutkimusryhmän (2009b) arvion mukaan vuosina 2000 - 2007 eripuolilla maailmaa esiintyneistä norovirusepidemioista (yhteensä 40 kpl, joista Euroopassa 29 kpl) aiheuttivat elintarviketyöntekijät 42.5, vesi 27.5, simpukat 17.5 ja vadelmat 10 prosenttia tapauksista.

4.1 Virukset vedessä

Ihmisen enteerisiä viruksia voi olla vesissä, jotka ovat ulosteen tai jätteiden saastuttamia (Seymour ja Appleton 2001). Enteerisiä viruksia eritetään usein suuria määriä ulosteeseen ja sitä kautta jäteveteen. Ulosteen mukana voi erittyä jäteveteen rotaviruksia jopa 10^9 partikkelia/ml. Yhdessä grammassa ulostetta voi toisin sanoen olla jopa 2 mg rotaviruksia. Adeno- ja astroviruksia saattaa erittyä 10^6 - 10^8 /ml. Kaliki-, entero- ja hepatiittiviruksia erittyy usein pienempi määrä, mutta silti riittävän suuri aiheuttaakseen taudin. (Carter 2005).

Jos virukset kestävät jätevedenkäsittelyn ja päätyvät vedenkäsittelylaitokselta lähtevään purkuveteen, veden virkistyskäyttäjät saattavat altistua viruksille. Virukset saattavat päätyä myös ihmisen ravintoon, kuten simpukoihin. Lisäksi virukset voivat päätyä veteen, josta tehdään juomavettä ja jos virukset selviävät talousvedenpuhdistuksesta, kontaminoituu juomavesi. (Carter 2005).

Suomessa kylmän vesijohtoven lämpötila ei saa ylittää 20 °C:tta ja kuuman veden lämpötila pitää olla vähintään 55 °C:tta (Ympäristöministeriön asetus kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistoista 1.7.2007). Veden lämpötila vaikuttaa paljon virusten säilymiseen sekä luonnon- että muissa vesissä. Esimerkiksi raakavedessä, käsitellyssä vesijohtovedessä ja suodatetussa vedessä säilyi rotaviruksen virustiitterin määrä ennallaan 64 päivän ajan +4 °C:een lämpötilassa, mutta väheni +20 °C:een lämpötilassa 99 %:a jo 10 päivässä. Hepatiitti A-virus ja poliovirus voivat säilyä 10 °C:een lämpötilassa sekä jätevedessä että pohjavedessä 90 päivää tai enemmän. Mineraalivedessä hepatiitti A-viruksen ja polioviruksen on huomattu säilyvän kauemmin kuin vuoden, kun vesi oli säilytetty +4 °C:een lämpötilassa. Hepatiitti A-virus voi säilyä myös makeassa tai suolaisessa vedessä jopa vuoden. (Seymour ja Appleton 2001).

Rzeżutkan ja Cookin (2004) tutkimuksessa tutkittiin coxsackievirus B3:n, echovirus 7:n ja poliovirus 1:n säilymistä makeassa pintavedessä. Virusten säilymistä tutkittiin kolmessa eri

lämpötilassa; -20 °C, 1 °C ja 22 °C. Virusten määrä väheni merkittävästi kahdeksassa viikossa 22 °C:een lämpötilassa (keskimääräinen alenema 6,5–7,0 log₁₀) ja kahdessatoissa viikossa +1 °C:een lämpötilassa (keskimääräinen alenema 4-5 log₁₀). Kaikkein kylmimmässä, -20 °C:een lämpötilassa, virusten määrä ei vähentynyt merkittävästi (alenema 0,8 log₁₀).

Lämpötilan lisäksi auringon UV-säteily vaikuttaa virusten säilymiseen vesissä. Eräässä tutkimuksessa havaittiin, että bakteriofaagin inaktivaationopeus oli kymmenen kertaa suurempi auringon valossa kuin pimeässä. Toisessa tutkimuksessa saatiin samankaltaisia tuloksia, polioviruksen huomattiin inaktivoituvan merivedessä 90-prosenttisesti pimeässä 24 tunnin ajanjakson aikana, mutta suorassa auringonpaisteessa poliovirus inaktivoitui 99-prosenttisesti. Vaikka UV-säteily vaikuttaa viruksiin, ovat muut patogeeneit ja indikaattoribakteerit usein herkempiä. Tämä selittyy virusten alhaisella molekyyllipainolla (ja kohdetiheydellä), jonka johdosta säteily ei pääse niin hyvin vaikuttamaan niihin. (Fong ja Lipp 2005).

Luonnonympäristössä virukset saattavat säilyä hyvin, koska ne voivat olla adsorboituneena suspendoituneeseen kiinteään aineeseen ja sedimenttiin. Eräässä tutkimuksessa havaittiin, että jäteveden laskukohdan vieressä olevassa sedimentissä on sekä enterovirusia että hepatiitti A -virusia vuoden ympäri, vaikkakin virusia pystyttiin havaitsemaan suurempia määriä talvikuukausien aikana. Toisessa tutkimuksessa havaittiin enterovirusia kuivana kautena vain sedimenttinäytteissä, mutta kosteammalla ilmalla niitä pystyttiin havaitsemaan sekä sedimentistä otetuissa näytteissä että vesinäytteissä. (Fong ja Lipp 2005).

4.1.1 Vesivälitteisiin epidemioihin johtaneet syyt

Vesivälitteiset epidemiat johtuvat useimmiten ”puhtaan” veden saastumisesta (Carter 2005). Vesivarannot, joista tehdään juomavettä voivat kontaminoitua. Kaatosateet tai tulvat aiheuttavat sen, että käsittelemätöntä tai osittain käsittelemätöntä jätevettä voi päästä pohjaveteen (Carter 2005). Kaatosateet ja tulvat voivat myös kontaminoida pintaveden ja saastunut pintavesi voi kontaminoida juomavesiverkoston (Maunula 2007).

Jäteveden pääsy puhtaan veden joukkoon on yleinen vesivälitteisen epidemian syy (Carter 2005). Sakokaivojen ja jätevesilinjojen hoito/ylläpito saatetaan unohtaa, kunnes tapahtuu onnettomuus. Epidemioita on esimerkiksi aiheutunut siitä, että norovirusta sisältävä jätevesi on vuotanut ja kontaminoinut puhtaan veden (Maunula 2007, Carter 2005).

Myös virhe vedenpuhdistusprosessissa, kuten vääränlainen verkostopaine, epätäydellinen desinfektio tai virusten poikkeuksellisen suuri määrä, voi saada aikaan vesivälitteisen epidemian (Carter 2005). Kloorauksen epäonnistuminen voi johtua mm. siitä, että kloorin syöttöputki on tukossa tai että klooria on käytetty desinfektiossa liian pieni määrä makuvirheiden takia (Maunula 2007). Pohjavesi kontaminoituu helposti, koska usein sitä ei klooridesinfioida lainkaan.

4.1.2 Vesivälitteiset epidemiat Suomessa

Suomessa on ollut 63 talousvesivälitteistä epidemiaa vuosina 1998–2008 (taulukko 5). Näistä epidemioista 22:ssa on taudinaiheuttajaviruksena ollut yksinomaan norovirus. Monet vesivälitteisistä epidemioista ovat olleet laajoja ja niissä on ollut yli 100 sairastunutta (taulukko 6).

Taulukko 5. Vesivälitteiset ruokamyrkytysepidemiat vuosina 1998–2008 ja niissä sairastuneet, sekä noroviruksen osuus niistä (Hatakka ja Wihlman 1999, Hatakka ja Halonen 2000, Hatakka ym., 2001, 2002, 2003, 2004, Niskanen ym. 2005, 2006, 2007, vuodet 2007 ja 2008 kansallinen ruokamyrkytysrekisteri).

Vuosi	Kaikki talousvesivälitteiset epidemiat		Noroviruksen aiheuttamat talousvesivälitteiset epidemiat	
	Epidemioiden lkm	Sairastuneiden lkm	Epidemioiden lkm (osuus kaikista talousvesivälitteisistä epidemioista)	Sairastuneiden lkm (osuus kaikissa talousvesivälitteisissä epidemioissa sairastuneista)
1998	8	6809	4 (50 %)	4553 (47 %)
1999	6	470	4 (67 %)	418 (89 %)
2000	7	6445*	2 +1 epidemia, jossa muitakin aiheuttajia kuin norovirus (30 %)	5813 + 300 (90 %)
2001	6	1103*	0 (0 %)	0 (0 %)
2002	3	334*	2 (67 %)	325 (97 %)
2003	11	565	5 (45 %)	261 (46 %)
2004	7	277	3 (43 %)	259 (94 %)
2005	5	790	0 (0 %)	0 (0 %)
2006	4	114	1 (25 %)	84 (74 %)
2007	3	10 016	1 (33 %)	16 (0,2 %)
2008	3	87	0 (0 %)	0 (0 %)

*Sairastuneiden määrä on arvio, tarkka määrä ei tiedossa.

Taulukko 6. Esimerkkejä laajoista (>100 sairastunutta) vesivälitteisistä epidemioista Suomessa.

Epidemia	Sairastuneiden lkm	Taudinaiheuttajavirus	Lähde
Heinävesi 1998	2500	kalikivirus (eli norovirus)	Puutteellinen vedenkäsittely pintavesilaitoksessa. ^a
Keuruu 1998	2000	kalikivirus (eli norovirus)	Pintavesisaastutus. ^a
Savitaipale 1999	200	kalikivirus (eli norovirus)	Ei todettu, pohjavesilaitos. ^b
Nurmes 2000	n. 5500	kalikivirus(eli norovirus)	Tarkka syy ei tiedossa, pohjavesilaitos. ^c
Korppoo 2002	n. 300	norovirus	Vuoto vesijohtoverkostossa (pohjavesi). ^d
Rusko 2004	134	norovirus	Verkostovesi, huoltotyön yhteydessä jätevettä päässyt verkostoveteen. ^e
Nokia 2007	n. 1000	noro-, astro-, adeno-, rota- ja enterovirus	450 m ³ puhdistettua jätevettä pääsi juomavesiverkostoon 2 d aikana. ^f

^aHatakka ja Wihlman 1999, ^bHatakka ja Halonen 2000, ^cHatakka ym. 2001, ^dHatakka ym. 2003, ^eNiskanen ym. 2005, ^fMaunula ym. 2009

Useimmissa laajoissa virusten aiheuttamissa vesivälitteisissä epidemioissa taudinaiheuttajana on ollut pelkkä norovirus. Nokialla vuonna 2007 tapahtuneessa epidemiassa, jossa teknistä vettä pääsi vesijohtovesiverkostoon, löydettiin kuitenkin useita eri taudinaiheuttajia, joukossa sekä bakteereja että useita eri viruksia. Valtaosa suurista epidemioista on levinnyt vesijohtoverkostoveden välityksellä ja linkittynyt pohjaveden käyttöön. Jäteveden pääsy puhtaan veden joukkoon on myös aiheuttanut useita epidemioita.

4.1.3 Vesilaitosten aiheuttama riski elintarviketeollisuudelle

Vesilaitokset toimittavat vettä kotitalouksien lisäksi elintarviketuotantolaitoksille. Esimerkiksi vuonna 2006 elintarviketeollisuudessa käytettiin vettä yhteensä 34,6 miljoonaa m³ ja tästä vedestä 11,8 miljoonaa m³ saatiin kunnan vesilaitoksilta ja 6,7 miljoonaa m³ pohjavedenottamoista (ETL 2008) eli yhteensä 18,5 miljoonaa m³ vedestä oli peräisin vesihuoltolaitoksilta.

Elintarviketeollisuudessa käytettävän veden laadusta on säädetty elintarvikehygieniää koskevassa Euroopan parlamentin ja neuvoston säädöksessä EY 852/2004. Asetuksen mukaan on käytettävä juomavettä aina, kun se on tarpeen sen varmistamiseksi, että elintarvikkeet eivät saastu. Muun kuin juomaveden käyttö ei saa aiheuttaa saastumisriskiä.

Elintarviketeollisuudessa vettä käytetään puhdistukseen ja desinfiointiin sekä lisätään suoraan tuotteeseen. Saastunut vesi voi siis päästä leviämään laajalle alueelle. Jos

vesihuoltolaitoksen vesi saastuu esimerkiksi noroviruksella ja tätä vettä leviää elintarviketeollisuuden tuotantolaitokseen, on vaarana, että valmistettava elintarvike saastuu viruksella aiheuttaen kuluttajalle terveystarvian.



Ensiarvoisen tärkeää on, että tieto veden saastumisesta leviää heti myös elintarviketuotantolaitokselle, jotta tuotanto voidaan pysäyttää ja näin estää saastumisen vaikutuksien leviämisen kuluttajalle asti. Mahdollisia ongelmakohtia, jotka lisäävät vesilaitoksen aiheuttamaa riskiä elintarviketeollisuudelle ovat:

- huono tiedonkulku epidemiatilanteessa (esim. yhteistiedot eivät ajantasalla)
- virusten määrää vedessä ei seurata, koska ei ole helppokäyttöisiä menetelmiä määrien mittaamiseen eikä ole lakisääteistä velvollisuutta seurantaan
- vedenpuhdistusmenetelmät eivät välttämättä tehoa viruksiin riittävästi

4.2 Virukset elintarviketeollisuudessa

4.2.1 Työntekijät

Elintarvikealan työntekijät ovat useissa tapauksissa olleet vastuussa elintarvikevälikkeiden epidemioiden synnystä viime vuosikymmeninä (Greig ym. 2007). Kansainvälinen järjestö, International Association for Food Protection (IAFP), on koonnut ja arvioinut vuodesta 1927 lähtien, aina vuoden 2006 ensimmäisen neljänneksen loppuun asti epidemioita, joissa ruuan kanssa tekemisissä olevat työntekijät, ovat olleet myötävaikuttamassa epidemioiden syntyyn. Tietoja epidemioista on ollut saatavilla lähinnä USA:sta, Kanadasta, Euroopasta ja Australiasta ja jonkin verran myös muualta. Virukset ovat aiheuttaneet näistä eri patogeenien aiheuttamista epidemioista suuren osan: 60, 2 %:a (taulukko 7). Viruksista norovirus on aiheuttanut suurimman osan epidemioista ja hepatiitti A – virus toiseksi suurimman osan.

Taulukko 7. Vuosien 1927–2006 (1. neljännes) virusten aiheuttamat epidemiat ja sairastapaukset, joihin elintarviketyöntekijä on ollut osallisena IAFP:n mukaan. (Greig ym. 2007).

Virus	Epidemioiden lukumäärä (osuus kaikista elintarviketyöntekijöiden aiheuttamista epidemioista)	Sairastuneiden lukumäärä (osuus kaikista elintarviketyöntekijöiden aiheuttamissa epidemioissa sairastuneista)
Kaikki virukset yhteensä	491 (60,2 %)	37778 (46,8 %)
Norovirus	274 (33,6 %)	27081 (33,6 %)
Hepatiitti A – virus	84 (10,3 %)	5043 (6,3 %)
viruksen aiheuttama/luultavasti norovirus	64 (7,8 %)	2085 (2,6 %)
tuntematon virus	57 (7,0 %)	2148 (2,7 %)
Rotavirus	12 (1,5 %)	1418 (1,8 %)

Infektoituneet työntekijät tai oireettomat työntekijät, jotka erittävät virusta, ovat aiheuttaneet vuosina 1927–2006 suurimman osan virusten aiheuttamista epidemioista (taulukko 8) ja suurimmassa osassa epidemioista aiheuttajana on ollut yksittäinen työntekijä (Todd ym. 2007b). Oireeton työntekijä voi levittää tietämättään eteenpäin sekä hepatiitti A – virusta että norovirusta (Todd ym. 2008a).

Taulukko 8. Ruuankäsittelijän tai -valmistajan virheistä johtuvien virusepidemioiden lukumäärä, vuosina 1927-2006 (ensimmäinen kvartaali) IAEF:n mukaan. Epidemiat on luokittelu eri virheiden mukaan. (Greig ym. 2007b).

ruuankäsittelyssä tapahtunut virhe	virusepidemioiden lukumäärä					
	norovirus	mahdollinen norovirus	HAV	Rotavirus	aiheuttajavirusta ei tunneta	yhteensä eri virusten aiheuttamia epidemioita
Ruuankäsittelijä tai valmistaja kosketuksissa ruokaan paljain käsin	105	42	32	4	25	208
Ruuankäsittelijä tai -valmistaja kosketuksessa ruokaan suojakäsinein	1				1	2
Ruokaa käsitteli infektoitunut henkilö tai oireeton kantaja	232	64	83	12	54	445
Varusteiden tai laitteiden epätäydellinen puhdistus	6	1	1	1	2	11
Huolimaton käsien pesu	32		10		10	52

Myös se, että työntekijä, on koskenut ruokaan paljain käsin, on vaikuttanut monen epidemian syntyyn, sillä virukset pystyvät siirtymään käsistä ruokaan. Bidawid ym. (2000b) osoittivat että HAV siirtyy sormista lehtisalaattiin. Lisäksi kissan kalikiviruksen on todettu siirtyvän sormista kinkkuun ja lehtisalaattiin sekä niistä sormiin (Bidawid ym. 2004). Boxman ym. (2009) tutkivat norovirusepidemian yhteydessä näytteitä työntekijöiden käsistä, saippuatelineestä, työtasoilta, kaappien ovien nupeista ja veitsien kahvoista sekä asiakkaiden että työntekijöiden ulosteista. Samaa noroviruskantaa löytyi sekä työntekijöiden käsistä, asiakkaiden ja työntekijöiden ulostenäytteistä, sekä leipäpuukon kahvasta ja vessojen istuimista. Tutkimuksen tulosten mukaan on siis hyvin mahdollista, että norovirus siirtyy käsistä ruokaan ja pinnoille.

Huono ja/tai puutteellinen käsihygienia on aiheuttanut lisäksi epidemioita. Rheinbaben ym. (2000) tutkimuksessa ϕ X174 virus (bakteerifaagi) siirtyi käteillä henkilöistä toiseen aina

neljänteen henkilöön saakka, ja jos sama henkilö koski sormenpäillään kaikkien muiden koehenkilöiden sormenpäitä, hän pystyi siirtämään virusta 13 muuhun henkilöön. Hyvä käsihygienia onkin tärkeä keino, jolla voidaan estää viruksen leviäminen oireettomista työntekijöistä eteenpäin (Todd ym. 2007b).

Virusten ominaisuudet, kuten se miten ja kuinka paljon niitä eritetään, voivat vaikuttaa virusten leviämiseen. Esimerkiksi norovirus aiheuttaa taudinkuvan, jossa oksennus tulee nopeasti, jolloin viruspartikkeleita voi levitä ympäristöön, taukutiloihin, käsienpesualueisiin, vaatteisiin ja ruokaan (Todd ym. 2008b). Norovirus voi myös tarttua muihin ihmisiin suoraan oksennuksessa syntyneiden aerosolien kautta. On havaittu, että oksennuksessa saattaa olla viruspartikkeleita yhdessä millilitrassa vähintään 10^6 kappaletta.

Useat eri ruoka-aineet ovat toimineet IAFP:n mukaan norovirusten tai mahdollisesti norovirusten, aiheuttamien ruokavälitteisten epidemioiden välittäjäelintarvikkeina elintarviketyöntekijöiden aiheuttamissa epidemioissa (taulukko 9).

Taulukko 9. Noroviruksen ja mahdollisesti noroviruksen aiheuttamat elintarvikevälitteiset epidemiat, joihin on liittynyt elintarviketyöntekijä, ruoka-aineryhmittäin luokiteltuna. Tiedot vuosilta 1927–2006 (1. kvartaali) IAFP:n mukaan (Greig ym. 2007).

ruoka-aineryhmä	norovirus		mahdollisesti norovirus	
	epidemia lkm (osuus kaikista epidemioista)	sairastuneiden lkm (osuus kaikista sairastuneista)	epidemia lkm (osuus kaikista epidemioista)	sairastuneiden lkm (osuus kaikista sairastuneista)
liha	8 (2,9 %)	441 (1,7 %)		
siipikarjanliha	1 (0,4 %)	67 (0,2 %)	1 (1,6 %)	15 (0,7 %)
kananmunat			1 (1,6 %)	7 (0,3 %)
maitotaloustuotteet	4 (1,5 %)	4048 (14,9 %)		
kala- ja äyriäisruuat	3 (1,1 %)	31 (0,1 %)	1 (1,6 %)	53 (2,5 %)
leipä- ja leipomotuotteet	12 (4,4 %)	4037 (14,9 %)	3 (4,7 %)	169 (8,1 %)
alkutuotanto	44 (16,1 %)	3856 (14,2 %)	2 (3,1 %)	57 (2,7 %)
panimotuotteet	8 (2,9 %)	353 (1,3 %)	5 (7,8 %)	291 (14,0 %)
ruuat, jotka on valmistettu useasta eri aineosasta	175 (63,9 %)	13554 (50,0 %)	47 (73,4 %)	1411 (67,7 %)
muut	19 (6,9 %)	694 (2,6 %)	4 (6,3 %)	82 (3,9 %)
yhteensä	274 (100 %)	27081 (100 %)	64 (100 %)	2085 (100 %)

Suurimmassa osassa epidemioita ei voida sanoa, mikä elintarvike on toiminut noroviruksen välittäjänä, sillä suurin osa epidemioista (63,9 %) on lähtöisin ruuasta, joka koostuu useista eri aineosista (taulukko 9). Tällaisia useasta raaka-aineesta koostettuja,

epidemian aiheuttaneita, ruokia ovat olleet mm. erilaiset salaattit ja voileivät (Greig ym. 2007).

Monesta eri ainesosasta koostuva elintarvike on ymmärrettävästi otollinen viruksen leviämisen kannalta, sillä sitä usein myös käsitellään eniten (Greig ym. 2007). Myös elintarvikkeen valmistusprosessissa on useampia mahdollisia kohtia, joissa elintarvike voi kontaminoitua viruksella. Elintarvikkeita valmistavissa yrityksissä ei kuitenkaan ole syntynyt kovin monia epidemioita (Todd ym. 2007a). Tämä johtuu siitä, että tuotanto on pitkälti automatisoitua ja tuotteeseen kosketaan vain vähän käsin sekä siitä, että tuotantoa valvotaan tarkasti viranomaisten ja/tai tehtaan johdon toimesta. Pienemmissä tuotantolaitoksissa riskit ovat usein suurempia, sillä niissä ei välttämättä ole vakiintuneita, hyviä hygieniakäytäntöjä ja tuotantotapoja.

Viimeisen kymmenen vuoden aikana ovat useissa epidemioissa maailmalla elintarviketyöntekijät saastuttaneet tarjoiltavia elintarvikkeita viruksilla; esimerkkitapauksia ovat erilaisten salaattien (Vivancos ym. 2009, Anderson ym. 2001, Sala ym. 2005, Gaulin ym. 1999), täytettyjen voileipien (Baert ym. 2009b, de Wit ym. 2007, Sala ym. 2005, Parashar ym. 1998), kinkun (Daniels ym. 2000), riisin & kanan (Baert ym. 2009b), perunamuusin (Baert ym. 2009b, CDC 2007), lehtisalaatin (Payne ym. 2006), hampurilaisten & tomaattien (Zomer ym. 2010), melonien (Bowen ym. 2006), mansikkatäytekakun (Friedman ym. 2005) ja lihapadan (Baert ym. 2009b) kontaminoituminen noroviruksilla sekä raa'an pihvin kontaminoituminen hepatiitti A viruksilla (Robesyn ym. 2009).

4.2.2 Pinnat

Elintarviketeollisuudessa ja suurtalouksissa pinnat voivat olla oleellisia viruksen leviämisen kannalta. Kontaminaatio voi tapahtua käsistä pinnoille, pinnoilta käsiin, ruuasta pinnoille ja pinnoilta ruokiin.

Tutkimuksissa on havaittu että HAV (Mbithi ym. 1992) ja rotavirukset (Ansari ym. 1988) siirtyvät sormista sormiin sekä ruostumattomalle teräspinnalle ja pinnalta sormiin. Bidawid ym. (2004) totesivat että noroviruksen malliviruksena käytetty kissan kalikivirus siirtyy sormista ja ruostumattomalle teräspinnalle sekä siitä sormiin. Rheinbaben ym. (2000) tutkimuksessa ϕ X174 virus (bakteerifaagi) siirtyi kontaminoidusta ovenkahvasta jopa 14 henkilön käsiin, kun he koskivat peräkkäin kahvaan.

Barker ym. (2004) havaitsivat, että norovirusta siirtyi koehenkilöiden käsiin noroviruksella kontaminoitusta vessanpaperista sekä siivousliinasta, jolla oli pyyhitty noroviruksella kontaminoitua pintaa. D´Souza ym. (2006) totesivat tutkimuksissaan että norovirukset pystyvät siirtymään ruostumattomasta teräksestä valmistetulta pinnalta jäävuorisalaattiin.

Norovirusten pysyvyyttä pinnoilla on tutkittu käyttämällä malliviruksena hiiren (murine) tai kissan (feline) kalikivirusta. Kissan kalikiviruksen on huomattu eräässä tutkimuksessa säilyvän ruostumattomalla teräspinnalla, sekä kylmässä että huoneenlämmössä, 7 vuorokauden ajan (Mattison ym. 2007). Toisessa tutkimuksessa tutkittiin kissan kalikiviruksen säilymistä muovi- (melamiini), ruostumattomasta teräksestä valmistetuilla ja keraamisilla pinnoilla (D´Souza ym. 2006). Tässäkin tutkimuksessa havaittiin viruksen säilyneen kaikilla tutkituilla pinnoilla 7 päivän ajan, joskin virustiitterin määrä oli vähentynyt merkittävästi (6-7 log₁₀). Laitoksessa tapahtuneen norovirusepidemian jälkeen oli norovirusta myös havaittu pinnoilla vielä 7 vuorokauden jälkeen (Todd ym. 2008b).

Lamhoujeb ym.(2009) ovat tutkineet noroviruksen pysyvyyttä polyvinylikloridi- (PVC) ja ruostumattomilla teräspinnoilla. Tutkimuksessa pinnat kontaminoitiin tunnetulla määrällä norovirusta ja noroviruksen säilymistä tutkittiin 56 päivän ajan sekä 7 °C:n ja 20 °C:n lämpötilassa sekä korkeassa (86 % ± 4 %) että matalassa (30 % ± 10 %) suhteellisessa ilman kosteudessa. Noroviruksen huomattiin säilyvän pinnoilla hyvin. Norovirus säilyi korkeassa ilmankosteudessa ja 7 °C:n lämpötilassa PVC-muovipinnalla 56 päivän ajan ja ruostumattomalla teräspinnalla 49 päivän ajan. Virus säilyi 20 °C:n lämpötilassa korkeassa suhteellisessa ilmankosteudessa 28 päivään asti ja matalassa suhteellisessa ilmankosteudessa 7 päivään asti. Tutkimuksen mukaan noroviruksen pysyvyys PVC-muovia ja ruostumatonta terästä olevilla pinnoilla näyttäisi olevan kääntäen verrannollinen lämpötilaan ja suoraan verrannollinen suhteelliseen ilmankosteuteen.

4.3 Virukset elintarvikkeissa

Virukset eivät lisäänty elintarvikkeissa eivätkä vedessä, mutta ne pystyvät siirtymään ihmiseen näiden välityksellä. Elintarvikevälitteiset infektiot alkavat yleensä uloste-käsi-suu kosketustartuntana ja ne voivat levitä joko primaari- tai sekundaarikontaminaation kautta. (Carter 2005, Koopmans ja Duizer 2004).

Primaarikontaminaatiolla tarkoitetaan tilannetta, jossa elintarvikkeen raaka-aine on kontaminoitunut jo ennen sadonkorjuuvaihetta. Ennen sadonkorjuuvaihetta virukset voivat päästä viljelykasveihin siten, että kasteluun käytetty vesi on saastunutta tai sato on kosketuksessa jätteisiin. Kontaminaatio voi tapahtua myös lannoituksen välityksellä. (Butot ym. 2008, Carter 2005).

Sekundaarikontaminaatio tapahtuu taas sadonkorjuun tai ruuan prosessoinnin aikana. Elintarviketta käsittelevillä työntekijöillä on tärkeä merkitys elintarvikkeen kontaminoitumisessa. Elintarviketeollisuudessa tuote voi kontaminoitua prosessoinnin, säilytyksen, jakelun tai lopullisen valmistuksen aikana (Butot ym. 2008, Carter 2005).

EFSA:n mukaan vuonna 2008 simpukat, äyriäiset ja nilviäiset sekä niistä valmistetut tuotteet aiheuttivat suurimman osan (n. 30 %) EU-maiden virusvälitteisistä epidemioista, erilaiset buffee-/monista eri aineksista koostuvat elintarvikkeet toiseksi eniten, leivontatuotteet kolmanneksi eniten ja hedelmät, marjat sekä niistä valmistetut tuotteet neljänneksi eniten (EFSA 2010).

4.3.1 Hedelmät, marjat ja vihannekset

Salaatit ja marjat ovat simpukoiden jälkeen yleisimpiä virusvälitteisten ruokamyrkytysten aiheuttajaelintarvikkeita. Monet tekijät vaikuttavat siihen, että marjat ja vihannekset ovat usein epidemian aiheuttajia. Marjat ja salaatit syödään raakana ja niiden vesipitoisuus on korkea, sillä ne absorboivat pohjavettä kasvunsa aikana itseensä. Marjat ja salaatit syödään myös kuorimatta ja kuoren suojaava vaikutus jää näin pois. (Carter 2005).

Virusia on suurella todennäköisyydellä jätevedessä tai muussa ulosteella saastuneessa vedessä, sillä sairastunut henkilö erittää virusia ulosteeseen ja oksentamalla (Heaton ja Jones 2007). Kun vihanneksia ja marjoja huuhdellaan ulosteella saastuneella vedellä, ne kontaminoituvat helposti ja voivat aiheuttaa epidemian. Lehtisalaatin ja marjojen huuhtelu ulosteella saastuneella vedellä on aiheuttanut monia hepatiitti A -virus epidemioita. Lisäksi virusia voi päätyä vihannekseen lannoitteiden välityksellä (Carter 2005).

Useissa tutkimuksissa on todettu ulkomailta tuotujen norovirusilla kontaminoituneiden vadelmien aiheuttaneen ruokamyrkytyksiä (Maunula ym. 2009, Hjertqvist ym. 2006, Cotterelle ym. 2005, Falkenhorst ym. 2005, Korsager ym. 2005, Le Guyader ym. 2004, Pönkä ym. 1999). Norovirusepidemioiden lisäksi vadelmien on todettu myös aiheuttaneen HAV-epidemioita (Reid ja Robinson 1987). Myös mansikoiden (Hutin ym. 1999, CDC 1997) ja mustikoiden (Calder ym. 2003) on todettu aiheuttavan HAV-infektioita.

Kontaminoituneiden salaattien on todettu aiheuttaneen noro- (Ethelberg ym. 2010, Makary ym. 2009, Showell ym. 2007) ja HAV (Rosenblum ym. 1990) ruokamyrkytys-epidemioita. Salaatin on myös havaittu aiheuttaneen epidemian, jossa sairastuneiden ulosteista eristettiin noro-, rota- ja sapovirusia (Gallimore ym. 2005). Salaattien lisäksi kasviksista

melonien on todettu aiheuttaneen noro-virusepidemioita (Bowen ym. 2006) ja vihersipulien HAV epidemioita (Wheeler ym. 2005, Dentinger ym. 2001).

Hedelmien ja salaattien kauppa on usein kansainvälistä (Carter 2005). Niitä yleensä kasvatetaan alueilla, joilla on runsaasti auringonvaloa ja näin hyvät kasvuolosuhteet. Samoilla alueilla saatetaan kuitenkin käyttää huonolaatuista, saastunutta vettä kasteluun. Viruksilla saastuneita tuotteita kuljetetaan viljelyksiltä eteenpäin joko raakatuotteina tai valmisruokina ja tämä voi johtaa laajalle levinneeseen virusepidemiaan. Esimerkiksi USA:ssa Meksikosta tuodut hepatiitti A –viruksella kontaminoituneet pakastemansikat ovat aiheuttaneet epidemian, jossa sairastui 262 ihmistä viidessä eri osavaltiossa (Hutin ym. 1999). Myös Puolalaiset pakastemarjat ovat aiheuttaneet laajan epidemian, jossa sairastuneita oli ympäri Eurooppaa (Carter 2005).

4.3.2 Simpukat

Simpukat aiheuttavat suurimman osan ihmisten virusvälitteisistä sairastumisista (Carter 2005) ja suurin osa simpukoiden aiheuttamista maha-suolitulehduksista on virusten aiheuttamia (Lees 2000). Ostereissa (yksi simpukoiden heimo) ja muissa simpukoissa on usein paljon enteerisiä viruksia, sillä niihin konsentroiduu viruksia, jos ne elävät jätteillä saastuneessa vedessä (Carter 2005). Virusten määrä simpukoissa ja ostereissa saattaa olla 100–1000 kertaa korkeampi kuin ympäröivässä vedessä (Carter 2005). Simpukoista on todettu mm. sapo- (Hansman ym. 2007b), noro- (Verhoef ym.2010, Lees 2000) ja hepatiitti A-viruksia (Lees 2000), sekä ostereista noro- (Le Guyader ym. 2008, Ueki ym. 2005, Nishida ym. 2003, Lees 2000), astro- (Carter 2005, Lees 2000) ja hepatiitti A-viruksia (Lees 2000). Simpukoissa voi olla samanaikaisesti useita ihmisille infektoita aiheuttavia viruslajeja (Lees 2000).

Hepatiitti A - virukset aiheuttavat vakavimmat simpukoiden kulutukseen liittyvät infektiot ja ovat aiheuttaneet lukuisia epidemioita eri puolella maapalloa (Lees 2000). Simpukoiden aiheuttamia norovirusepidemioita on raportoitu useissa tutkimuksissa (Ng ym. 2005) ja norovirukset ovatkin yleisin simpukoiden kulutukseen liittyvän maha-suolitulehduksen aiheuttaja (Lees 2000). Vaikka ihmisten enteroviruksia löytyy simpukoista, ei niiden läsnäolo yleensä johda maha-suolitulehduksiin (Lees 2000). Simpukoista ja ostereista on todettu adeno- ja rotaviruksia, mutta niiden ei kuitenkaan ole todettu aiheuttavan rota- ja adenovirusvälitteisiä ruokamyrkytyksiä, mikä johtuu todennäköisesti siitä että näitä elintarvikkeita kuluttavat lähinnä aikuiset, joille ei kyseiset virukset yleensä aiheuta ruokamyrkytysoireita, kuten ne lapsille aiheuttavat (Lees 2000).

Ostereita ja simpukoita pyydetään usein rannikoiden lähetyviltä, jonne viruksia on tullut jätevedestä. Simpukoiden pyyntialueet on luokiteltu Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksessa 854/2004 kolmeen eri alueeseen sen mukaan, kuinka (ulosteella) saastunutta on vesi, josta simpukoita pyydetään. A-luokan alueelta voidaan pyytää eläviä simpukoita sellaisenaan. B-luokan alueelta pyydetyt simpukat pitää käsitellä puhdistamossa tai sijoittaa uuteen paikkaan, ennen kuin ne soveltuvat ihmisravinnoksi. C-luokan alueelta voidaan pyytää simpukoita, mutta ne voidaan saattaa markkinoille vasta pitkäaikaisen uuteen paikkaan sijoittamisen jälkeen. Simpukoiden mikrobiologisen laadun ja ulosteperäisen saastumisen indikaattoreina käytetään *Escherichia coli* – bakteerin ja fekaalisten koliformien määriä (Baert ym. 2009a). On kuitenkin huomattu, että indikaattoribakteerien määrä ei aina korreloi virusten määrän kanssa (Burkhard III ja Calci 2000).

Virukset säilyvät suhteellisen hyvin simpukoissa säilytettäessä niitä viileässä lämpötilassa ja pakastimessa (Rzezutka ja Cook 2004). Croci ym. (2005) ovat tutkineet hepatiitti A-viruksen säilymistä simpukoissa kolmen eri perinteisen italialaisen valmistustavan seurauksena: keitto vedessä 3, 6 tai 9 min, kypsennys uunissa 250°C 5 min ja keittäminen kattilassa kiehumislämpötilassa tomaattikastikkeessa 23 min. Simpukat kontaminoitiin niin korkeilla hepatiitti A-virusmäärillä, joita ei yleensä löydy simpukoista. Hepatiitti A-virus hävisi kokonaan tomaattikastikkeessa valmistetuista simpukoista 23 minuutin valmistusajan jälkeen. Muilla valmistustavoilla simpukoihin jäi pieniä määriä (<1 log₁₀) hepatiitti A-virusta. Ruuan muut aineosat ja tuotteen riittämätön sisälämpötila ovat luultavasti aiheuttaneet sen, että virus ei inaktivoitunut, vaikka näihin ruokalajeihin käytetty lämpötila riittääkin yleensä inaktivoimaan virukset simpukoista.

Simpukoiden kauppa on usein kansainvälistä, minkä seurauksena esimerkiksi USA:ssa on kuluttajia sairastunut Kiinassa kasvatetuista simpukoista (Kingsley ym. 2002) ja useassa Euroopan maassa mm. Suomessa on ihmisiä sairastunut syötyään irlantilaisia ostereita (Pönkä ym. 1998).

4.3.3. Muut elintarvikkeet

Liha ja lihatuotteet ovat harvoin johtaneet virusperäisiin infektioihin. USA:ssa lihatuotteet ovat aiheuttaneet muutaman norovirusruokamyrkytyksen vuodessa (Widdowson ym. 2005). Lihatuotteista mm. kinkku (Schwab ym. 2000) ja kalkkunavoileipä (Becker ym. 2000) ovat aiheuttaneet norovirusepidemioita. Raa'an hirvenlihan nauttimisen on todistettu aiheuttaneen HEV-infektion (Tei ym. 2003). Lisäksi huonosti kypsennetyin sian maksan (Yazaki ym. 2003) ja villisian raa'n maksan (Matsuda ym. 2003) sekä villisian

huonosti kypsennettyjen muiden osien syömisen (Tamada ym. 2004) on epäilty johtaneen HEV-infektioon.

Pastöroimattomasta maidosta ja siitä valmistetuista tuotteista voi saada puutiaisaivotulehduksen, jonka aiheuttajana on TBE (tick borne encephalitis) –virus (Pazdiora ym. 2008). Flaviviruksiin kuuluva vaipallinen TBE-virus ei yleensä leviä uloste-suureittia, vaan *Ixodes*-puutiaisen pureman välityksellä. *Ixodes*-puutiainen voi infektoida lypsykarjan, jolloin TBE-virus voi päätyä maitoon (Svensson 2000). Vuonna 2009 Suomessa todettiin 25 TBE-tautiin sairastunutta, mutta tartuntalähde ei todennäköisesti ollut elintarvike (Hulkko ym. 2010).

Kaiken kaikkiaan voidaan olettaa että kaikki elintarvikkeet, joita käsitellään käsin ja joita ei sen jälkeen kuumennuskäsitellä (ns. sellaisenaan syötäväksi tarkoitetut, ready-to-eat tuotteet), voivat toimia virusinfektion lähteenä (Koopmans ja Duizer 2004).

4.3.4. Elintarvikevälitteiset epidemiat Suomessa

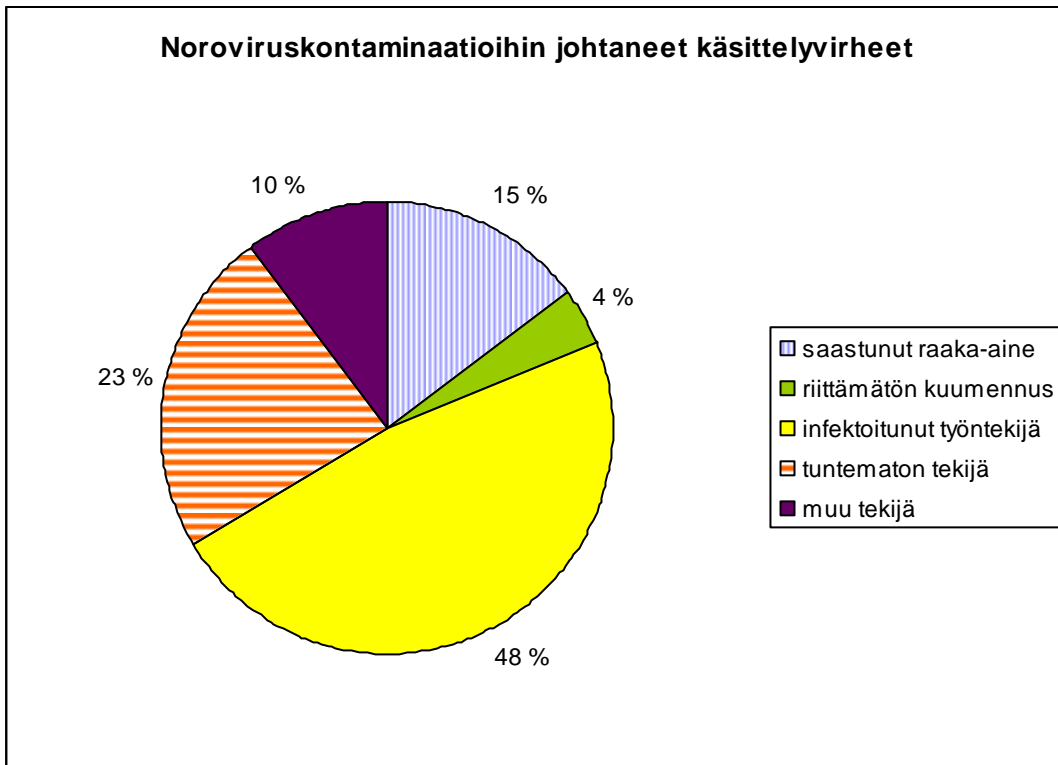
Taulukkoon 10 on kerätty kaikki Suomessa raportoidut elintarvikevälitteiset ruokamyrkytys epidemiat vuosilta 1998–2008. Norovirukset aiheuttavat varsin suuren osuuden kaikista elintarvikevälitteisistä ruokamyrkytys epidemioista vuosittain, prosenttiosuus vaihtelee eri vuosina 12:sta 46 prosenttiin.

Taulukko 10. Elintarvikevälitteiset ruokamyrkytys-epidemiat Suomessa vuosina 1998–2008 ja niissä sairastuneet, sekä noroviruksen osuus niistä (Hatakka ja Wihlman 1999, Hatakka ja Halonen 2000, Hatakka ym. 2001, 2002, 2003, 2004, Niskanen ym. 2005, 2006, 2007, vuoden 2007 ja 2008 tiedot kansallisesta ruokamyrkytysrekisteristä).

vuosi	kaikki elintarvikevälitteiset epidemiat		noroviruksen aiheuttamat elintarvikevälitteiset epidemiat	
	epidemioiden lkm	epidemioissa sairastuneiden lkm	epidemioiden lkm (osuus kaikista elintarvikevälitteisistä epidemioista)	epidemioissa sairastuneiden lkm (osuus kaikissa elintarvikevälitteisissä epidemioissa sairastuneista)
1998	87	2851	10 (12 %)	772 (8 %)
1999	83	1654	12 (15 %)	539 (33 %)
2000	69	1401*	15 (23 %)	595 (42 %)*
2001	52	1423*	9 (17 %)	335 (24 %)
2002	35	790*	16 (46 %)	547 (69 %)*
2003	22	488	4 (18 %)	170 (35 %)
2004	41	994	7 (17 %)	421 (42 %)
2005	50	1338	16 (32 %)	582 (43 %)
2006	42	1747	12 (29 %)	860 (49 %)
2007	29	610	5 (17 %)	199 (33 %)
2008	38	914	12 (32 %)	317 (35 %)

*Sairastuneiden määrä on arvio, tarkka määrä ei tiedossa.

Taulukossa 11 ja kaavakuvassa 4 on luokiteltuna käsittelyvirheen perusteella elintarvikevälitteiset noroviruksen aiheuttamat epidemiat. Useimmiten epidemioihin johtanut syy on ollut infektoitunut työntekijä; vuosina 1998–2008 yhteensä 61 (48 %) noroviruksen aiheuttamaa epidemiaa on johtunut infektoituneesta työntekijästä. Useissa tapauksissa epidemia on johtunut siitä, että infektoitunut työntekijä on käsitellyt elintarviketta (Hatakka ja Wihlman 1999, Hatakka ja Halonen 2000, Hatakka ym. 2001, 2002, 2003, 2004, Niskanen ym. 2005, 2006, 2007, vuoden 2007 ja 2008 tiedot kansallisesta ruokamyrkytysrekisteristä). Joissakin epidemioissa elintarvikkeen on kontaminoinut työntekijä, joka on saanut virustartunnan vatsatautiin sairastaneelta perheenjäseneltään, pysyen itse oireettomana. Aina epidemian syy ei ole tiedossa ja toiseksi eniten epidemioita onkin aiheuttanut tuntematon tekijä. Kolmanneksi eniten epidemioita on aiheuttanut saastunut raaka-aine.



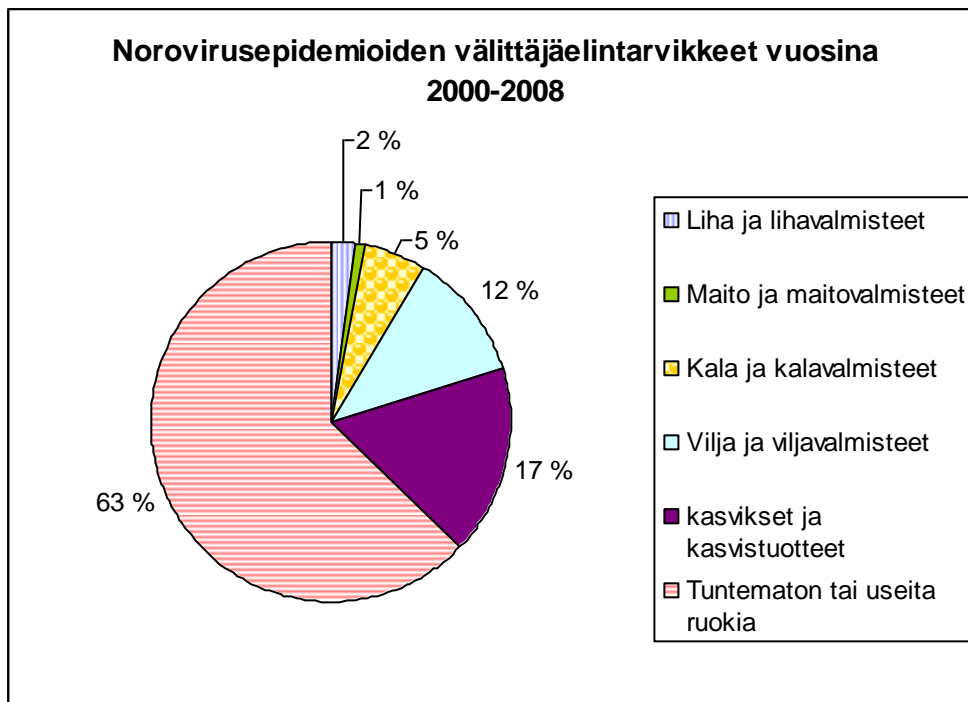
Kuva 4. Vuosina 1998–2008 raportoidut noroviruksen aiheuttamat elintarvikevälitteiset epidemiat Suomessa käsittelyvirheittäin (Hatakka ja Wihlman 1998, Hatakka ja Halonen 1999, Hatakka ym. 2001, 2002, 2003, 2004, Niskanen ym. 2005, 2006, 2007, vuodet 2007 ja 2008 kansallinen ruokamyrkytysrekisteri).

Taulukko 11. Vuosina 1998–2008 raportoidut norovirusen aiheuttamat elintarvikeväälitteiset epidemiat Suomessa käsittelyvirheittäin (Hatakka ja Wihlman 1999, Hatakka ja Halonen 2000, Hatakka ym. 2001, 2002, 2003, 2004, Niskanen ym. 2005, 2006, 2007, vuoden 2007 ja 2008 tiedot kansallisesta ruokamyrkytysrekisteristä).

Käsittelyvirhe	Raportointivuosi											Vuosien käsittelyvirheet yhteensä
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	
Saastunut raaka-aine	6	2	2	1	2	1	2	2	1			19
Ristikontaminaatio					1				1			2
Riittämätön jäähdytys					1							1
Riittämätön kuumennus	1				3	1						5
Riittämätön pesu					1							1
Puutteelliset tilat					1							1
Virheellinen säilytyslämpötila				1								1
Virheellinen kuljetuslämpötila												
Liian pitkä säilytysaika									1			1
Infektoitunut työntekijä	1	4	8	4	12	1	5	8	5	4	9	61
Puutteellinen käsihygienia									1			1
Muu tekijä		1	1	2	1							5
Tuntematon			4	3	2	2		8	7	1	3	30
Vuoden käsittelyvirheet yhteensä	8	7	15	11	24	5	7	18	16	5	12	128

Kuvassa 5 on luokiteltuna elintarvikeryhmittäin norovirusepidemioiden välittäjäelintarvikkeet Suomessa vuosilta 2000–2008. Useimmiten epidemian aiheuttanutta elintarviketta ei ole kyetty yksilöimään. Suurin tunnettu epidemioita aiheuttanut ryhmä (17 %) on ollut kasvikset ja kasvituotteet.

Ulkomaalaiset pakastevadelmat on usein todettu norovirusepidemian lähteeksi (Hatakka ja Wihlman 1999, Hatakka ja Halonen 2000, Hatakka ym. 2001, 2002, 2003, 2004, Niskanen ym. 2005, 2006, 2007). Myös osterit ja salaatti ovat aiheuttaneet norovirusepidemioita. Useiden pakastevadelmien aiheuttamien norovirusepidemioiden seurauksena Elintarviketurvallisuusvirasto antoi 29.5.2000 suosituksen jonka mukaan ulkomaalaiset pakastevadelmat tulisi kuumennuskäsitellä (90°C, 2 min) ennen käyttöä.



Kuva 5. Vuosina 2000–2008 norovirusepidemioiden välittäjäelintarvikkeet Suomessa elintarvikeryhmittäin luokiteltuna (Hatakka ja Wihlman 1998, Hatakka ja Halonen 1999, Hatakka ym. 2001, 2002, 2003, 2004, Niskanen ym. 2005, 2006, 2007, vuoden 2007 ja 2008 tiedot kansallisesta ruokamyrkätysrekisteristä).

EU-maissa virukset ovat aiheuttaneet vuosina 2005–2008 kaikista elintarvikevälitteisistä epidemioista 5,8 % -13,1 % (taulukko 12). Norovirus on EU-tasolla suurin elintarvikevälitteisiä epidemioita aiheuttava virusryhmä.

Taulukko 12. Elintarvikevälitteiset epidemiat, virusten aiheuttamat elintarvikevälitteiset epidemiat sekä kalikivirusten (mukaan lukien norovirusten) aiheuttamat epidemiat EU-maissa vuosina 2005–2008. (EFSA 2007a, 2007b, 2009 ja 2010)..

Vuosi	Raportoidut elintarvikevälitteiset epidemiat EU-maissa/ lkm	Virusten aiheuttamat elintarvikevälitteiset epidemiat/ lkm (osuus kaikista elintarvikevälitteisistä epidemioista)	Kalikivirusten aiheuttamat epidemiat/ lkm (osuus kaikista virusten aiheuttamista elintarvikevälitteisistä epidemioista)	Kalikivirusten aiheuttamat epidemiat/varmistetut tapaukset/ lkm
2005	4522 + Norja 43	368 (5,8 %)	196 (53,3 %)	a
2006	5736 + Norja 66, Sveitsi 6	577 (10,2 %)	362 (62,7 %)	a
2007	5609 + Norja 82, Sveitsi 11	675 (11,8 %)	507 (75,9 %)	80 + Norja 2
2008	5332 + Norja 63 + Sveitsi 10	697 (13,1 %)	a	30 + Norja 1

a ei tietoa saatavilla.

Uusien varmistettujen norovirusepidemioiden ilmaantuvuus (insidenssi) oli vuonna 2007 Suomessa 0,11/100 000 henkilöä ja koko EU:ssa 0,03/100 000 henkilöä (EFSA 2009). Näyttää siis siltä, että koko EU:n tasolla norovirus aiheutti hieman vähemmän ruokamyrkytys-epidemioita kuin Suomessa suhteutettuna samankokoiseen väestömäärään. Syynä tähän voi olla insidenssin mahdollisen todellisen eron lisäksi ruokamyrkytysten selvitys- ja raportointijärjestelmien erilaisuus.

4.5 Yhteenveto virusten leviämistä edesauttavista riskitekijöistä elintarviketeollisuudessa

Elintarviketeollisuudessa tuote voi kontaminoitua viruksilla esikäsitteilyn, pääprosessin, jälkikäsitteilyn, pakkaamisen, varastoinnin tai jakelun aikana. Työntekijät ovat tärkein tekijä pohdittaessa virusten leviämistä aiheuttavia riskitekijöitä elintarviketeollisuudessa. Infektoitunut työntekijä levittää tehokkaasti virusta eteenpäin, ja ongelmana on, että myös oireettomat työntekijät, jotka eivät tiedä olevansa viruksen erittäjiä, toimivat viruksen levittäjinä. Myös paljain käsin elintarvikkeisiin koskemisen on havaittu olevan riskitekijä. Työntekijään liittyvissä epidemioissa on havaittu useasta eri raaka-aineesta koostuvan elintarvikkeen olevan riski, mikä on luonnollista, sillä tällaiseen elintarvikkeeseen joudutaan myös koskemaan eniten valmistuksen aikana.

Myös virusten ominaisuudet saattavat lisätä niiden leviämiskä. Esimerkiksi norovirus aiheuttaa oksentelua, jossa oksennus tulee nopeasti ja vauhdilla, jolloin viruspartikkelit

pääsevät leviämään tehokkaasti ympäristöön kontaminoiden esim. taukotilat, käsienpesualueet, elintarvikkeen ja tarttua myös pisaratartuntana muihin työntekijöihin. Yhdessä infektiioon tarvittavan alhaisen infektiivisen annoksen kanssa, tämä muodostaa suuren riskin.

Työntekijä voi levittää virusta ristikontaminaationa eteenpäin. Kontaminaatio voi tapahtua käsistä pinnoille, pinnoilta käsiin, ruuasta käsiin ja käsistä ruokaan. Virus voi tutkimusten mukaan säilyä pinnoilla suhteellisen pitkiä aikoja. Myös elintarviketeollisuudessa raaka-aineena ja pesuprosesseissa käytetty vesi voi sisältää viruksia ja siten toimia niiden leviämistä aiheuttava riskitekijänä.

Elintarvikkeet voivat kontaminoitua viruksilla jo ennen sadonkorjuuvaihetta, sadonkorjuun aikana tai myöhemmin ruokaa käsiteltäessä. Virukset voivat päätyä viljelykasveihin saastuneen kasteluveden, lannoitteiden tai muun jätteen kautta. Salaatit ja marjat ovat usein liittyneet elintarvikevälitteiseen epidemiaan. Tämä voi johtua siitä, että niitä usein kastellaan saastuneella vedellä. Lisäksi niiden kauppa on kansainvälistä, jolloin saastuneet tuotteet voivat levitä laajalle alueelle ympäri maailmaa.

5. Hallintakeinot

5.1 Talousvesi

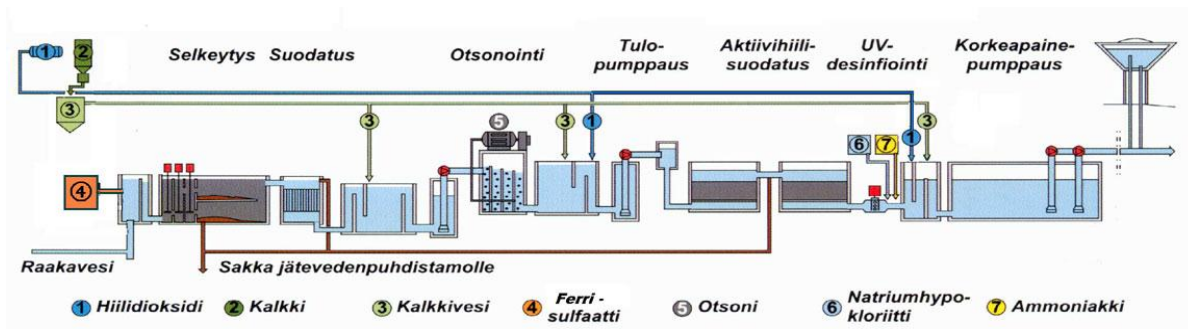
Talousvedellä tarkoitetaan sekä juomavettä että elintarvikkeiden käsittelyyn tai elintarvikkeiden kanssa kosketuksissa olleiden astioiden ja välineiden puhdistamiseen käytettävää vettä. Vesilaitokset valmistavat talousvettä joko pintavedestä tai käyttävät raakavetenä pohja- tai tekopohjavettä. Suomessa kulutetusta talousvedestä on alle puolet valmistettu pintavedestä (42 %) ja loput (58 %) on pohjavettä tai tekopohjavettä (Hänninen 2007b). Pintavettä käytetään suurimpien kaupunkien vedenvalmistuksessa ja vesi tulee vain noin 70 pintavesilähteestä (Kuusi 2004).

5.1.1 Veden käsittely- ja puhdistusmenetelmät

Talousveden valmistus toimii nk. ”multi-barrier” –periaatteella, mikä tarkoittaa sitä, että prosessissa on useita toistensa toimintaa varmistavia vaiheita. Jos yksi prosessivaihe pettää, voivat muut vaiheet vielä korjata tilanteen eikä mikro-organismeja pääse haitallisia määriä juomaveteen. Talousveden valmistuksessa käytetään desinfektioon yleensä kloorausta, otsonointia tai UV-käsittelyä. Varsinaisen desinfiointin lisäksi vedenkäsittelyprosessiin kuuluu myös muita puhtaan talousveden valmistukselle välttämättömiä vaiheita. (WHO 2008, Tuhkanen 2007)

Pohjavesi on Suomessa hyvälaatuista (Hänninen 2007a,b) eikä sitä klooridesinfioida. Kunnallisilla vedenpuhdistamoilla tulee kuitenkin olla valmius desinfektioon siltä varalta, että ilmenee mikrobiologisia ongelmia (THL 2008). Pohjaveden happamuutta voidaan nostaa kalkilla ja joskus natriumhydroksidilla. Lisäksi pohjavettä voidaan suodattaa hiekkakerroksen läpi. Useat pohjavesilaitokset ovat myös hankkineet viime vuosina UV-laitteiston veden desinfiointia varten pyrkien näin ennaltaehkäisemään mikrobiologisia ongelmia. UV-laitteistoja on hankittu etenkin pohjavesilaitoksiin, joissa esiintyy vuodenaikaisvaihtelua vedenlaadussa (Kuusi 2004).

Pintavesi ei sovellu sellaisenaan talousvedeksi, vaan se puhdistetaan aina. Talousveden puhdistusmenetelmät vaihtelevat vesilaitoksittain ja puhdistuksen vaiheet riippuvat raakaveden laadusta (Hänninen 2007a). Kuvassa 5 on esitetty yhdenlainen pintaveden puhdistusprosessi.



Kuva 5. Kaavakuva pintaveden vedenpuhdistusprosessista (Helsingin vesi, www.helsinginvesi.fi)

Ensimmäisessä vaiheessa vesi siivilöidään, jotta saadaan poistettua siinä olevat roskat, minkä jälkeen veden happamuus säädetään sopivaksi saostusta varten esimerkiksi NaOH-käsittelyllä. Sen jälkeen poistetaan mm. humus ja muu vedessä oleva orgaaninen aines saostamalla ne alumiini- ja rautasuoloilla. Selkeytysvaiheessa syntynyt saostuma erotetaan joko laskeutusaltaissa tai flotaatioyksiköissä. Flotaatiossa lika-ainetta saadaan nostettua pintaan ilmakuplien mukana ja se voidaan kerätä pois. Tätä seuraa suodatusvaihe, jossa vesi laskeutetaan hiekkasuodattimien läpi, jolloin pienimmät partikkelit poistuvat. Suodatuksen jälkeen vesi käsitellään jollakin desinfektio menetelmällä, minkä tavoitteena on pintavedessä olevien taudinaiheuttajien tuhoaminen sekä verkostossa tapahtuvan mikrobien jälkikasvun estäminen. Veden puhdistuksessa käytetään desinfektioon klooriamiinia, klooridioksidia tai otsonointia. Myös UV-desinfiointia on alettu käyttää yhä enenevässä määrin. (Hänninen 2007a,b).

Tekopohjavettä valmistettaessa käytetään usein tekniikkana rantaimetytystä. Lähellä rantaa olevista kaivoista pumpataan tällöin vettä, joka on kulkenut vesistöä hiekkakerrosten läpi. Tekopohjavettä valmistetaan myös pumppaamalla ja sadettamalla pintavettä harjumuodostelman päälle, josta vesi suodattuu maakerrosten läpi mennessään peruskallion päälle pohjavedeksi. Tällä tavalla voidaan parantaa veden laatua ja pintavedestä saadaan poistettua makua huonontavia aineita. Suodatetulle vedelle tehdään tämän jälkeen tarpeelliset jatkokäsittelyt, kuten desinfektio. (Hänninen 2007a,b).

5.1.2 Veden eri puhdistusmenetelmien teho viruksiin

USA:n EPA (United States Environmental Protection Agency) katsoo pintaveden desinfektion olevan riittävä, jos virusten määrää saadaan vähennettyä 4 log₁₀ eli 99,99 % (USEPA 2006). Tätä logaritmisena alenemisen raja-arvoa on käytetty tässä tekstissä vedenpuhdistusmenetelmien tehokkuuden arvioimisessa.

Otsonointi

Otsoni (O_3) on pysymätön kaasu ja sitä pitää tuottaa jatkuvasti joko sähkönpurkauksen tai UV-valon avulla. Otsonia käytetään talousvedenpuhdistuslaitoksissa veden desinfektiossa sekä hapettimena värivirheiden, makujen ja hajujen sekä mikrosaasteiden poistamisessa (Meunier ym. 2006). Mekanismissa, jolla otsoni tuhoaa mikrobit, ei tiedetä tarkkaan. Hapetusreaktioissa toimivat otsonin lisäksi myös sen hajoamisessa syntyvät otsonia reaktiivisemmat hydroksyyli-radikaalit (OH) (Tuhkanen 2007, Meunier ym. 2006).

Jos puhdistettavassa vedessä on paljon orgaanista aineista, ei desinfiointi otsonoinnilla toimi tehokkaasti, koska otsonin määrä vähenee nopeasti sen reagoiessa näiden yhdisteiden kanssa. Otsonointia voidaan käyttää veden desinfiointiin yhdessä aktiivihillisuodatuksen ja kloorauksen kanssa. Aktiivihillisuodatusta edeltävällä otsonoinnilla saadaan tehostettua orgaanisen aineksen poistumista suodatuksessa. Orgaanisen aineksen poistumisen tehostuminen johtuu otsonin kyvystä muuntaa orgaanista ainesta biohajoavaan muotoon, jolloin mikrobit pystyvät tehokkaammin hajottamaan orgaanista ainesta. Orgaanisen aineksen poistaminen vedestä taas vähentää kloorikäsittelyssä syntyneiden terveydelle haitallisten klooriyhdisteiden syntyä. (Nissinen 2002).

Otsonin käytön mielekkyyttä virusten ja muiden mikrobien tuhoamisessa vedestä vähentää sen nopea hajoaminen, jolloin veteen ei jää suojaavaa desinfektioaineen pitoisuutta. Useimmiten veteen lisätäänkin klooriyhdistettä suojaamaan vettä uudelleenkontaminoitumiselta verkostossa. (Tuhkanen 2007). Otsonin käytön haittapuolena on myös, että sen käytön sivutuotteena voi syntyä yhdisteitä, jotka saattavat olla kroonisesti toksisia, jolloin myrkyllisyys ilmenee vasta usean, toistuvan altistuskerran jälkeen. Usein joudutaan puntaroimaan onko desinfiointissa syntyvien sivutuotteiden aiheuttamat riskit suuremmat kuin desinfiointimatta jättämisen. Jos vettä ei desinfioida, on riski sairastua talousvedestä luonnollisesti suurempi. (von Gunten 2003).

Otsonoinnin desinfiointitehokkuuden kuvaamiseen käytetään usein CT-arvoa (C = pitoisuus; T = aika). Mitä suurempi CT-arvo tarvitaan samansuuruiseen log-aleneman saavuttamiseksi sitä vastustuskykyisempi virus on otsonille. Taulukossa 13 esitetään otsonoinnin tehokkuus virusten inaktivoimiseksi vedestä.

Taulukko 13. Otsonoinnin teho eri viruksiin.

Taudinaiheuttaja virus	CT-arvo (mg/l-min)	log ₁₀ vähennys	viite
Kissan kalikivirus	<0,01-0,03	4	Thurston-Enriquez ym. 2005a
Norovirus	~0,06 (T=10s)	>3	Shin ja Sobsey ym. 2003
	1,85 (T=5min)	>4	Shin ja Sobsey ym. 2003
Hiiren norovirus	<0,72	2	Lim ym. 2010
HAV	2	>3	Koopmans ja Duizer 2004
Poliovirus	2	≤2	Koopmans ja Duizer 2004
	~0,06 (T=10s)	3	Shin ja Sobsey ym. 2003
	1,85 (T=5min)	4,5	Shin ja Sobsey ym. 2003
Rotavirus	2	<1	Koopmans ja Duizer 2004
Adenovirus (tyyppi 40)	0,04-0,1	3	Thurston-Enriquez ym. 2005a
	0,07-0,6	4	Thurston-Enriquez ym. 2005a

Klooraus

Klooraus on yleisimmin käytetty talousveden desinfiointimenetelmä. Klooraus suoritetaan käyttämällä klooripitoisia kemikaaleja, joita ovat mm. kloorikaasu (Cl₂), hypokloriitti (HOCl), kloramiini (esim. NCl₃) ja klooridioksidi (ClO₂). Kloorin käyttö desinfektiossa perustuu siihen, että se toimii voimakkaana hapettimena. (Valve ja Isomäki 2007).

Suomessa suuret vedenpuhdistuslaitokset käyttävät desinfektioon kloorikaasua ja pienet natriumhypokloriittia, lisäksi muutamassa suuressa laitoksessa on käytössä klooridioksidi. Edullisen kloorikaasun käyttö on vaativampaa kuin natriumhypokloriitin, ja sen käyttöön liittyy työsuojeluriskejä. (Valve ja Isomäki 2004). Eri kloorauskemikaalien käytön hyviä ja huonoja puolia on vertailtu taulukossa 14.

Taulukko 14. Eri kloorauskemikaalien vertailua (Valve ja Isomäki 2004).

Kemikaali	Edut	Ongelmat
Kloorikaasu	- Edullinen	- Työsuojeluriskit
	- Kemiallisesti pysyvä	- Vaativa tekniikka
	- Hyvä saatavuus	- Vaatii koulutetun henkilökunnan
	- Soveltuu erinomaisesti suurille laitoksille	- Vaatii tehokkaan valvonnan ja hälytysjärjestelmät
		- Trihalometaaniyhdisteiden (THM)* muodostuminen
Natriumhypokloriitti	- Yksinkertainen käyttää	- Hajoaa ajan myötä säilytyksessä
	- Suhteellisen turvallinen	- Emäksinen ja syövyttävä
	- Yksinkertainen tekniikka	- THM-yhdisteiden muodostuminen
	- Voidaan syöttää suoraan kuljetussäiliöstään	
	- Hyvä saatavuus	
Kalsiumhypokloriitti	- Soveltuu pienille laitoksille	
	- Pysyvä suljetussa säiliössä kiinteässä muodossa	- Vaatii liuottamisen ennen käyttöä - monimutkaisempi käyttö kuin natriumhypokloriittiliuoksella
	- Turvallinen käyttää	- Palo- ja räjähdysvaara
	- Soveltuu parhaiten kertaluonteiseen klooraukseen	- THM-yhdisteiden muodostuminen
Kloramiini		
	- Hyvä pysyvyys verkostossa	- Huono desinfiointiteho, ei toimi viruksiin
	- Käytetään lähinnä verkostojen bakteerikasvun hillitsemiseen	- Tarkka säätö
	- Ei muodosta helposti THM-yhdisteitä	- Mahdollistaa nitriitin muodostumisen, saattaa aiheuttaa haju- ja makuhaittoja
Klooridioksidi		
	- Erittäin tehokas, tuhoaa myös alkueläimet ja virukset	- Valmistettava paikan päällä
	- Yksinkertainen reaktori, helposti hallittavissa	- Operointi ja hallinta vaativat tarkkuutta
	- Ei riipu happamuudesta	- Kloriitin muodostuminen
	- Ei muodosta THM-yhdisteitä	- Riskialtis kemikaali
	- Ei aiheuta makuvirheitä	
	- Voidaan käyttää esikloorauksessa	

*Trihalometaaniyhdisteet ovat jäännöskloorista syntyviä ei-toivottuja, terveydelle haitallisia sivutuotteita, joita syntyy vedenpuhdistuksessa

Klooridesinfioinnissa käytetyt kloramiinin/kloorin pitoisuudet ovat suhteellisen matalia, 0,3–1,0 mg/l (Kuusi 2004). Thurston-Enriquez ym. (2005b) tutkimuksessa tutkittiin kissan kalikiviruksen ja ihmisen adenoviruksen (tyyppi 40) desinfektiota klooridioksidilla (0,47–1,01 mg/l) lämpötiloissa 5 °C ja 15 °C sekä pH-arvoissa 6 ja 8. Virusten merkittävä (4 log₁₀ = 99,99 %) inaktivaatio oli tehokkaampi emäksisemmässä pH:ssa ja korkeammassa

lämpötilassa. Taulukossa 15 esitetään klooridesinfiointin teho muihin viruksiin erilaisissa olosuhteissa.

Taulukko 15. Kloorauksen teho eri viruksiin.

virus	testausolosuhteet	log ₁₀ vähennys	viite
HAV rotavirus polio	0,5 mg vapaata klooria/l, 1 min	<2, >3 <2 >3	Koopmans ja Duizer 2004
norovirus	10 mg klooria/l, 30 min, 25°C	täydellinen inaktivaatio	Keswick ym. 1985
norovirus	1 mg vapaata klooria /l, 3 min, pH 6, 5°C	2	Shin ja Sobsey 2008
norovirus	5 mg vapaata klooria /l, 20 s, pH 6, 5°C	3	Shin ja Sobsey 2008
poliovirus	1 mg vapaata klooria /l, 10 min, pH 6, 5°C	4	Shin ja Sobsey 2008
kissan kalikivirus	300 mg NaOH/l, 30 min, 25°C	<2	Duizer ym. 2004
kissan kalikivirus	3000 mg NaHOCl/l, 30 min, 25°C	täydellinen inaktivaatio (> 5)	Duizer ym. 2004

Keswick ym. (1985) terveillä vapaaehtoisilla teetetyssä tutkimuksessa, jossa koehenkilöt nauttivat kloorilla desinfiointua noroviruspitoista talousvettä, havaittiin, että 10 mg/l annos klooria, jonka ajateltiin jäljittelevän kontaminaation jälkeistä klooriannosta, riitti inaktivoimaan noroviruksen 30 minuutin kontaktiajassa. Samassa tutkimuksessa havaittiin, että 3,75 mg klooria/l ei riitä inaktivoimaan norovirusta, vaikka se inaktivoi täydellisesti polio- ja rotavirukset. Duizerin ym. (2004) tutkimuksessa tarvittiin vähintään 3000 mg natriumhypokloriittia/l noroviruksen malliviruksen kissan kalikiviruksen täydelliseen inaktivaatioon. Shin ja Sobsey (2008) ovat havainneet uudemmassa tutkimuksessaan, että norovirus ei olekaan niin vastustuskykyinen vapaata klooria vastaan kuin Keswick ym. (1985) ja Duizerin ym. (2004) tutkimusten perusteella voisi olettaa. Shin ja Sobseyn (2008) tutkimuksessa noroviruksen määrää saatiin alennettua 99,9%:ia (3 log₁₀), kun vapaan kloorin pitoisuus oli 5 mg/l. Keswick ym. (1985) tutkimuksessa käytetty norovirusten ravinneliuos muutti todennäköisesti vapaata klooria sidotuksi klooriksi, vähentäen kloorin mikrobisidistä vaikutusta, sama ilmiö on ilmeisesti vaikuttanut tuloksiin myös Duizerin ym. (2004) tutkimuksessa. Lisäksi molemmissa tutkimuksissa käytetyt noroviruskannat oli eristetty ulostenäytteistä, ilman kunnollista puhdistuskäsittelyä, jolloin virussuspensioon oli todennäköisesti jäänyt kloorin desinfiointitehoon heikentävästi vaikuttavaa orgaanista ainesta.

Cromeans ym. (2010) tutkimuksessa vertailtiin hiiren noroviruksen inaktivaatiota vapaalla kloorilla (0,2 mg/l) ja monokloramiinilla (1 mg/l) pH-arvoissa 7 ja 8 sekä lämpötilassa 5 °C. Tässä tutkimuksessa kävi ilmi, että vapaa kloori oli monokloramiinia tehokkaampi virusten merkittävässä (alenema 4 log₁₀) inaktivoimisessa, sillä vapaalla kloorilla merkittävä alenema saavutettiin noin 20 sekunnissa, mutta monokloramiinilla merkittävä alenema saavutettiin vasta noin 150. minuutissa. Testattujen klooriyhdisteiden tehoon ei vaikuttanut liuoksen pH-merkittävästi.

Ultravioletti eli UV-valo

Talousveden desinfektiossa on yleisesti käytössä kaksi eri UV-järjestelmää. Toinen käytetyistä järjestelmistä on monokromaattinen matalapaine-UV (LPUV), joka emittoi eli säteilee yksittäisellä 245 nm aallonpituudella. Toinen järjestelmä on polykromaattinen keskipaine-UV (MPUV), joka emittoi usealla eri aallonpituudella, mukaan lukien UV-A, -B, -C ja näkyvä valo. (Choi ja Choi 2010, Vesi- ja viemärintiymdistys 2003).

UV-säteily vaikuttaa haitallisesti bakteerisolujen ja virusten nukleiinihappoihin (DNA/RNA) ja tätä kautta UV-desinfioinnilla pystytään vähentämään vedessä olevien bakteerisolujen ja virusten määrää (Hijnen ym. 2006). Desinfioinnissa käytettävä annos vaikuttaa UV-desinfioinnin tehokkuuteen (Orava ym. 2003). Annos on valon intensiteetin ja vaikutusajan tulo eli $D=l \times t$. Annoksen yksikkö on J/m² eli 0,1 mJ/cm². Primääridesinfioinnissa pidetään vaatimuksena UV-annosta 400 J/m² eli 40 mJ/cm² (Vesi- ja viemärintiymdistys 2003). Taulukosta 16 nähdään että vaadittu 40 mJ/cm² UV-annos voi inaktivoida merkittävästi (4-log₁₀) norovirusten mallivirusta kissan kalikivirusta, rotaviruksia, Coxsackie virusta B5, tyyppi 1 poliovirusta sekä hepatiitti A-virusta.

Taulukko 16. Eri virusten 1-log₁₀, 2-log₁₀, 3-log₁₀ ja 4-log₁₀ inaktivoimiseen tarvittavat UV-annokset. (Hijnen ym. 2006, Duizer ym. 2004, Thurston-Enriquez ym. 2003).

Taudinaiheuttaja virus	Inaktivoimiseen vaadittava UV -annos [mJ/cm ²]			
	1-log ₁₀ (90 %)	2-log ₁₀ (99 %)	3-log ₁₀ (99,9 %)	4-log ₁₀ (99,99 %)
Adenovirus tyyppi 40	56	111	167	– ^a
Adenovirus tyypit 2, 15, 40, 41	42	83	125	167
Adenovirus (ei tyyppi 40)	25	50	– ^a	– ^a
Koiran kalikivirus	10	21	31	41
Rotavirus	10	20	29	39
Kissan kalikivirus	9	19	28	38
Coxsackie virus B5	8	17	25	34
Poliovirus tyyppi 1	7	15	22	30
Hepatiitti A -virus	6	11	17	22
Kissan kalikivirus ^{b,d}	5	13	21	29
Kissan kalikivirus ^c	–	22	34	–

^a inaktivaatio < 4 log

^b Thurston-Enriquez ym. 2003 ja ^c Duizer ym. 2004, muut tiedot Hijnen ym. 2006 artikkelista

^d kloorattu talousvesinäyte

Vaikka UV-valo tehoaa hyvin useisiin mikro-organismeihin, ei se riitä takaamaan talousveden turvallisuutta, sillä UV-säteilyn vaikutus ei ulotu koko vesijohtoverkoston (Choi ja Choi 2010, Vesi- ja viemäröintiyhdistys 2003). Jos verkoston kunto ei ole riittävä, suositellaan desinfiointia kloorilla UV-käsittelyn jälkeen (Orava ym. 2003, Vesi- ja viemäröintiyhdistys 2003). Klooraus kannattaa suorittaa vasta UV-käsittely jälkeen, sillä UV-käsittely voi alentaa veden klooripitoisuutta (Rand ja Gagnon 2008).

Aktiivihillisuodatus

Talousveden desinfiointiin voidaan käyttää myös aktiivihillisuodatusta ja sen tehokkuutta virusten poistamisesta vedestä on tutkittu jonkin verran. Aktiivihillisuodatus ei poistanut MS2 bakteerifaagi virusta Hijnen ym. (2010) tutkimuksessa. Myöskään Persson ym. (2005) eivät todenneet *Salmonella* Typhimurium 28B bakteerifaagi viruksen määrän vähenemistä vedestä aktiivihillisuodatuksen jälkeen.

5.2 Pintojen ja käsien desinfektio

5.2.1 Pinnat

Norovirus voi levitä pintojen välityksellä. Eri desinfektioaineiden tehoa norovirukseen on tutkittu jonkin verran RT-PCR – menetelmällä ja käyttämällä tutkimuksissa noroviruksen malliviruksia, joita voidaan viljellä soluviljelminä. Mallivirusten antamia tuloksia voidaan kuitenkin pitää vain viitteitä antavina, sillä esimerkiksi Girard ym. (2010) havaitsivat että hiiren norovirukset olivat 1-2 log₁₀ verran herkempiä erilaisille desinfiointiaineille kuin ihmisen norovirukset.

Useissa tutkimuksissa on tutkittu etanolin, muiden alkoholien ja kemikaalien tehoa eri viruksiin (taulukot 17 ja 18). Yleisesti desinfektioaineita pidetään tehokkaina, jos infektiivisen virustiitterin määrä vähenee 3-4 log₁₀ (D´Souza ja Su 2010).

Tutkimusten mukaan etanoli vaikuttaisi vähentävän tehokkaasti hiiren kalikiviruksen määrää pinnoilta viiden minuutin vaikutusajassa (taulukko 18). Etanoli havaittiin tehokkaaksi useina eri laimennuksina (50, 55, 60 %) sekä puhtaalla että liatulla ruostumatonta terästä olevalla pinnalla. Ainoastaan 40-prosenttinen etanoli havaittiin tehottomaksi. Whitehead ja McCue (2010) sen sijaan totesivat 60-prosenttisen etanolin tehottomaksi kissan kaliviruksen määrän alentamisessa ja inaktivoimisessa. Propanoleista 1-propanolin on havaittu tehoavan pitoisuuksina 30-, 40- ja 60 % hiiren kalikivirukseen puhtaalla ruostumattomalla teräspinnalla sekä pitoisuuksina 40- ja 60 % samanlaisella liatulla pinnalla. Sen sijaan 2-propanolin on havaittu olevan tehoton sekä 40- että 60-prosenttisena laimennuksena viruksen määrän vähentämisessä.

Myös muiden desinfektioaineiden kuin alkoholien tehoa kalikivirusten määrän vähentämiseksi on tutkittu (taulukko 17, 18). Sekä peretikkahappo (1000 ppm) että glutaraldehydi (2500 ppm) vaikuttavat vähentävän hiiren kalikiviruksen määrää hyvin tehokkaasti (taulukko 18). Sitruunahappo (2,5%) on alentanut kissan kalikivirusten määrää ja inaktivoinut virukset lopullisesti. Hypokloorihapon on todettu alentavan ihmisen (taulukko 18) ja hiiren norovirusten (taulukko 18) sekä kissan kalikivirusten määriä (taulukko 17).

Erilaisten seosten teho kalikiviruksiin näkyy taulukoista 17 ja 18. Seoksen, joka koostui 3-prosenttisesta natriumhypokloriitista ja 1-prosenttisestä natriumtiosulfaatista on havaittu alentavan hyvin hiiren kalikiviruksen ja ihmisen noroviruksen määriä ruostumattomalla teräspinnalla (taulukko 18). Sen sijaan seos, joka sisälsi butoksipropanolia ja etoksyloitua alkoholia vaikuttaisi tehottomalta hiiren kalikiviruksen ja ihmisen noroviruksen vähentämisessä (taulukko 18). Tutkimuksessa, jossa tutkittiin erilaisten etanolipohjaisten

desinfiointiaineiden tehoa kissan kalikivirukseen, huomattiin desinfektioaineen, jossa oli 60-prosenttista etanolia ja tehoaineena 0,1-prosenttista kvattia, vähentävän kissan kalikiviruksen määrää hyvin tehokkaasti (taulukko 17). Myös desinfektioaine, jossa oli 62-prosenttista etanolia ja 0,2-prosenttista fenolia vähensi kissan kalikiviruksen määrää, mutta käsittely ei johtanut viruksen lopulliseen inaktivaatioon.

Kvaternäärinen ammoniumyhdiste alkyylidimetyyllibentsyyli-ammoniumkloridi alensi kissan kalikivirusten määrää (taulukko 17), muttei näyttänyt tehoavan ihmisen norovirukseen ja hiiren kalikivirukseen (taulukko 18). Kissan kalikiviruksen inaktivoititutkimuksessa käytetyn kvatin pitoisuus oli korkeampi kuin ihmisen noroviruksen ja hiiren kalikiviruksen inaktivoititutkimuksessa käytetty pitoisuus. Whiteheadin ja McCuen (2010) tutkimuksissa alkyylidimetyyllibentsyyli-ammoniumkloridi alensi kissan kalikivirusten määrää pH:ssa 11 muttei pH:ssa 8. Näyttää siis siltä että desinfiointiin käytetyn kvatin tehoon vaikuttavat sen pitoisuus sekä liuoksen pH.

Myös muiden kuin kemiallisten yhdisteiden tehoa on testattu viruksiin. Kyllästetty vesihöyry vaikuttaisi Tannerin (2009) tutkimuksen perusteella tehokkaalta MS2 kolifaagien vähentämisessä, sillä se inaktivoi ne jo viidessä sekunnissa (taulukko 18).

Taulukko 17. Desinfektioaineiden teho kissan kalikivirusta (noroviruksen mallivirus) vastaan minuutin kontaktiajassa polystyreenimuovi alustalla (Whitehead ja McCue 2010).

desinfektio- aine	desinfektio aineen laimennos/ annostelu	aktiivinen konsentraatio testissä	pH	FVC (norovirus) log₁₀ väheneminen minuutin vaikutusajassa	lopullinen inakti- vaatio
etanoli desinfektio- aine	aerosoli spray kunnes pinta kostuu	60 % etanoli, 0,1% kvatti	10,8	>4,5	kyllä
etanoli desinfektio- aine	aerosoli spray kunnes pinta kostuu	62 % etanoli, 0,2 % fenoli	9,7	3,25	ei
etanoli desinfektio- aine	aerosoli spray kunnes pinta kostuu	37 % etanoli, 0,1 % kvatti	10,2	1,75	ei
kvatti	liipaisu kunnes pinta kostuu	0,1 % alkyylidimetyylibentsyyli- ammoniumkloridi	11,0	>3,00	kyllä
kvatti	aerosoli spray kunnes pinta kostuu	0,1 % alkyylidimetyylibentsyyli- ammoniumkloridi	12,2	>3,00	kyllä
valkaisuaine	1:57 laimennos deionisoituun veteen	0,1 % natriumhypokloriitti	10,8	>4,17	kyllä
jokapaikan puhdistusaine (desinfektio- aine+ valkaisuaine)	liipaisu kunnes pinta kostuu	2,0 % natriumhypokloriitti	12,7	>4,83	kyllä
hapan kylpy- huoneen desinfektio- aine	liipaisu kunnes pinta kostuu	2,5 % sitruunahappo	2,0	>3,17	kyllä
hapan wc:n desinfektio- aine	1:25 laimennos deionisoituun veteen	0,38 % hypokloorihappo	1,6	>3,17	kyllä
fenolinen desinfektio- aine	1:8 laimennos deionisoituun veteen	0,17 orto-bentsyyli-p- kloorifenoli	9,9	>3,75	kyllä

1 Taulukko 18. Eri desinfektioaineiden teho norovirukseen ja sen malliviruksiin eri koeolosuhteissa.

virus	desinfektioaine, pitoisuus, mahdollinen annostelutapa	pinta/testi	t (min)	puhdas	liattu, lika	log ₁₀ väheneminen	viite
hiiren kalikivirus	peretikkahappo 1000 ppm	ruostumaton teräs	5	0,03 % BSA	–	≥4	Magulski ym. 2009
hiiren kalikivirus	glutaraldehydi 2500 ppm	ruostumaton teräs	5	0,03 % BSA	–	≥4	Magulski ym. 2009
hiiren kalikivirus	etanoli 40, 50, 55, 60 % (v/v) etanoli 40,60 % (v/v)	ruostumaton teräs	5	0,03 % BSA	– 0,3 % BSA+0,3 % erytrosyytti l. punasolu	<1/ 4,09/ 6,18/>6 <1/>6	Magulski ym. 2009
hiiren kalikivirus	1-propanoli 30, 40, 60 % (v/v) 1-propanoli 40, 60 % (v/v)	ruostumaton teräs	5	0,03 % BSA	– 0,3 % BSA+0,3 % erytrosyytti l. punasolu	4/6,04/>6 >6/>6	Magulski ym. 2009
hiiren kalikivirus	2-propanoli 40, 60 % (v/v) 2-propanoli 40, 60 % (v/v)	ruostumaton teräs	5	0,03 % BSA	– 0,3 % BSA+0,3 % erytrosyytti l. punasolu	<1/<3 <1/<3	Magulski ym. 2009
hiiren kalikivirus/ ihmisen norovirus	<i>desinfektioaine 1</i> : 3 % natriumhypokloriitti (pH 12,35) + <i>neutralointiaine 2</i> : 1 % natriumtiosulfaatti (pH 5,98)	ruostumaton teräs	5/10		–	>4/>4	Girard ym. 2010
hiiren kalikivirus/ihmisen norovirus	<i>desinfektioaine 2</i> : 2-(1-butoksi) propanoli ja etoksyloidut alkoholit (pH 9,79) + <i>neutralointiaine 1</i> : 4 % lesitiini ja 28 % Tween 80 (pH 6,14)	ruostumaton teräs	5/10		–	<1/<1	Girard ym. 2010

2 Taulukko 18. Jatkoa

virus	desinfektioaine, pitoisuus, mahdollinen annostelutapa	pinta/ testi	t (min)	puhdas	liattu, lika	log ₁₀ väheneminen	viite
hiiren kalikivirus/ ihmisen norovirus	<i>desinfektioaine 3</i> : 0,08 % N-alkyyli-dimetyyli-bentsyyli-ammoniumkloridi ja 0,02 % N-alkyyli-dimetyyli-bentsyyli-ammoniumkloridi (pH 10,66) + <i>neutralointiaine 1</i> : 4 % lesitiini ja 28 % Tween 80 (pH 6,14)	ruostumaton teräs	5/10		–	<1/<2	Girard ym. 2010
MS2 kolifaagi	laite, jolla annostellaan kyllästettyä vesihöyryä		5 s		–	täydellinen inaktivaatio	Tanner 2009
ihmisen norovirus	sterilox liuos: hypokloorihappo 18,8; 38, 188 ppm	-suspensiotesti	20 s		–	3/3/3	Park ym. 2007
		-huokoinen kaakeli	10/5/1			3/3/3	
		-ruostumaton teräs	5/10/1			3/3/3	
MS2 kolifaagi	sterilox liuos: hypokloorihappo 18,8; 38, 188 ppm	-suspensiotesti	20 s		–	3	Park ym. 2007
		- huokoinen kaakeli	5/5/1			3/3/3	
		- ruostumaton teräs	5/5/1			3/3/3	
ihmisen norovirus, hiiren norovirus, MS2 kolifaagi	sterilox hypokloorihappo 190 ppm, annostelu sumuna	- huokoinen kaakeli	11		–	4,5- >6 / 4,5- >5,5 / 4,5-6	Park ym. 2007

3
4

5 Taulukko 18. Jatkoa

virus	desinfektioaine, pitoisuus, mahdollinen annostelutapa	pinta/ testi	t (min)	puhdas	liattu, lika	log ₁₀ vähenneminen	viite
kissan kalikivirus	natriumbikarbonaatti 1 %	ruostumaton teräs	1/3/10		–	97,22 / 97,22 / 98,60 %	Malik ja Goyal 2006
kissan kalikivirus	natriumbikarbonaatti 5 %	ruostumaton teräs	1/3/10		–	99,22 / 99,40 / 99,81 %	Malik ja Goyal 2006
kissan kalikivirus	natriumbikarbonaatti 10 %	ruostumaton teräs	1/3/10		–	99,99 / 99,99 / ≥99,99 %	Malik ja Goyal 2006
kissan kalikivirus	natriumbikarbonaatti 1 % +glutaraldehydi 1,3 % NaHCO ₃ 2,5 % + glutaraldehydi 1,3 %	ruostumaton teräs	1/3/10		–	4/4/4 4/4/4	Malik ja Goyal 2006
kissan kalikivirus	natriumbikarbonaatti 1,0 % + aktivoitu dialdehydi NaHCO ₃ 2,5 % + aktivoitu dialdehydi	ruostumaton teräs	1/3/10		–	1/1/4 4/4/4	Malik ja Goyal 2006
kissan kalikivirus	natriumbikarbonaatti 2,0 % + vetyperoksidi 2,0 %	ruostumaton teräs	1/3/10		–	1/1/99,68%	Malik ja Goyal 2006

6 5.2.2 Kädet

7

8 Kädet levittävät tehokkaasti viruksia eteenpäin ja käsien desinfektiota onkin tutkittu
9 terveydenhuollon ja elintarviketeollisuuden näkökulmasta. Testausmenetelmistä
10 suspensiotesti sopii parhaiten uuden formulaation seulontaan ja sormenpäätesti sopii
11 hyvin erilaisten käsienpesuun käytettyjen aineiden tehon testaukseen. (Sattar ym. 2002).

12

13 Etanoli on paljon käytetty desinfektioaine ja sen on todettu tehoavan hyvin vegetatiivisiin
14 bakteereihin, homeisiin ja vaipallisiin viruksiin (Macinga ym. 2008). Vaipattomiin viruksiin
15 se on tehonnut vaihtelevasti (Macinga ym. 2008, Sattar ym. 2002). Taulukosta 19 voi
16 havaita, että useissa tutkimuksissa alkoholit ja alkoholipohjaiset desinfektioaineet eivät ole
17 kovin tehokkaita vaipattomia viruksia vastaan. Tutkimusten tulokset vaihtelevat, riippuen
18 siitä, mitä alkoholia on käytetty ja onko testattavassa tuotteessa muita aineosia.

19 70-prosenttiset etanoli- ja 1-propanoliliuokset vähensivät merkittävästi kissan kalivirusten
20 määrää Gehrke ym. (2004) tutkimuksessa, muttei Kramerin ym. (2006) tutkimuksessa
21 (taulukko 19) eikä Kampf ym. (2005) tutkimuksessa. Kampf ym. (2005) totesivat että
22 etanoli oli 1-propanolia tehokkaampi virusten inaktivoimisessa. Myös alkoholin pitoisuuden
23 on huomattu vaikuttavan tehoon. Gehrke ym. (2004) tutkimuksessa havaittiin, että eri
24 alkoholit tehoavat parhaiten matalampana pitoisuutena, esimerkiksi 70-prosenttinen
25 etanoli on ollut tehokkaampi kuin 90-prosenttinen, samalla tavalla ovat käyttäytyneet myös
26 1- ja 2-propanoli. Lages ym. (2008) kuitenkin totesivat paremman tehon 99,5 prosenttisella
27 etanolilla kuin 62 prosenttisella etanolilla. Samoin Kampf ym. (2005) tutkimuksessa 95 ja
28 85 prosenttiset etanoliliuokset olivat 70 prosenttista liuosta tehokkaampia kissan
29 kalikivirusten määrän vähentämisessä. Kaikissa kolmessa tutkimuksessa koehenkilöiden
30 sormenpäät oli kontaminoitu keinotekoisesti (Kramerin ym. 2006, Kampf ym. 2005, Gehrke
31 ym. 2004). Muiden alkoholien ja alkoholiseosten teho on jäänyt varsin vaatimattomaksi
32 (taulukko 19).

33 Myös muiden kuin pelkkien alkoholien tehoa käsien desinfiointissa on tutkittu. Macinga
34 ym. (2008) tutkimuksessa tarkasteltiin tuoteformulaation, joka sisälsi 70-prosenttista
35 etanolia, sitruunahappoa ja kationista polymeeriä PQ-37, tehoa eri viruksiin (VF447;
36 taulukko 19). Tuotteen tehoa vaipattomiin viruksiin tutkittiin suspensio- ja
37 sormenpäätesteissä 30 sekunnin ajan. Suspensiotestissä VF447 huomattiin tehoavan
38 hyvin noroviruksen malliviruksiin, kissan kalikiviruksiin ja hiiren noroviruksiin. VF447 tehosi
39 malliviruksiin paremmin kuin tutkimuksessa vertailuaineena käytetty 62-prosenttinen
40 etanolikäsihuuhe. Tutkimuksessa huomattiin tuotteen tehoavan myös yleensä etanolille
41 resistentteihin vaipattomiin viruksiin, polio- ja rotaviruksiin. Sormenpäätesteissä VF447
42 tehosi merkittävästi tyyppi 5 adenovirukseen ja tyyppi 1 rotavirukseen.

1 Taulukko 19. Käsien desinfektiossa käytettyjen aineiden teho eri viruksiin.

virus	desinfektioaine, pitoisuus	vaikutusaika T (s)	testausmenetelmä	viruksen määrän log ₁₀ väheneminen	viite
MS2 bakteriofagi	VF447 (sis. 70 % etanolia, sitruunahappoa ja PQ-37*, hydroksipropyyliselluloosa),	60	suspensiotesti	1,91	Macinga ym. 2008
kissan kalikivirus	VF447	30	suspensiotesti	≥4,75	Macinga ym. 2008
hiiren norovirus	VF447	30	suspensiotesti	≥3,68	Macinga ym. 2008
adenovirus tyyppi 2	VF447	30	suspensiotesti	2,75	Macinga ym. 2008
hepatiitti A -virus	VF447	30	suspensiotesti	1,75	Macinga ym. 2008
poliovirus tyyppi 1	VF447	30	suspensiotesti	3,5	Macinga ym. 2008
rotavirus	VF447	30	suspensiotesti	≥4,75	Macinga ym. 2008
hiiren norovirus	VF447	30	standardi ASTM (E 1838-02) sormenpäätesti	2,48	Macinga ym. 2008
adenovirus tyyppi 5	VF447	30	standardi ASTM (E 1838-02) sormenpäätesti	≥3,12	Macinga ym. 2008
rotavirus	VF447	30	standardi ASTM (E 1838-02) sormenpäätesti	≥3,84	Macinga ym. 2008
poliovirus tyyppi 1	VF447	30	standardi ASTM (E 1838-02) sormenpäätesti	2,98	Macinga ym. 2008
hepatiitti A -virus	VF447	30	standardi ASTM (E 1838-02) sormenpäätesti	1,32	Macinga ym. 2008
hiiren norovirus	75 % etanoli	30	standardi ASTM (E 1838-02) sormenpäätesti	0,91	Macinga ym. 2008
ihmisen norovirus	3, 17, 31, 47, 62, 95 % etanoli	30	suspensiotesti	<0,5	Liu ym. 2010
ihmisen norovirus	alkoholipohjainen desinfektioaine (sis. 62 % etanoli)	20	standardi ASTM (E 1838-02) sormenpäätesti	0,14/0,27 _A	Liu ym. 2010
ihmisen	antibakteerinen nestesaippua	20	standardi ASTM	0,94/0,67 _A	Liu ym.

norovirus	(sis. 0,5 % triklosaani)		sormenpäätesti		2010
ihmisen norovirus	vesi	20	standardi ASTM _B sormenpäätesti	0,75/0,58 _A	Liu ym. 2010
ihmisen norovirus	alkoholipohjainen desinfectioaine (sis. 62 % etanoli)	20	modifioitu ASTM _B sormenpäätesti	0,22/0,34 _A	Liu ym. 2010
ihmisen norovirus	antibakteerinen nestesaippua (sis. 0,5 % triklosaani)	20	modifioitu ASTM _B sormenpäätesti	1,20/1,10 _A	Liu ym. 2010
ihmisen norovirus	vesi	20	modifioitu ASTM _B sormenpäätesti	1,58/1,38 _A	Liu ym. 2010
kissan kalikivirus	99,5 % etanoli	30	sormenpäätesti	1,00	Lages ym. 2008
kissan kalikivirus	62 % etanoli	30	sormenpäätesti	0,50	Lages ym. 2008
kissan kalikivirus	70 % isopropanoli	30	sormenpäätesti	0,67	Lages ym. 2008

1
2

1 Taulukko 19. Jatkoa.

kissan kalikivirus	91 % isopropanoli	30	sormenpäätesti	0,00	Lages ym. 2008
kissan kalikivirus	70 % etanoli	30	standardi ASTM (E 1838-96) sormenpäätesti	3,78	Gehrke ym. 2004
kissan kalikivirus	90% etanoli	30	standardi ASTM (E 1838-96) sormenpäätesti	2,84	Gehrke ym. 2004
kissan kalikivirus	70% 1-propanoli	30	standardi ASTM (E 1838-96) sormenpäätesti	3,58	Gehrke ym. 2004
kissan kalikivirus	90% 1-propanoli	30	standardi ASTM (E 1838-96) sormenpäätesti	1,38	Gehrke ym. 2004
kissan kalikivirus	70% 2-propanoli	30	standardi ASTM (E 1838-96) sormenpäätesti	2,15	Gehrke ym. 2004
kissan kalikivirus	90% 2-propanoli	30	standardi ASTM (E 1838-96) sormenpäätesti	0,76	Gehrke ym. 2004
kissan kalikivirus	testituote (sis. 55 % etanolia, 10 % propan-1-olia, 5,9 % propan-1,2-diolia, 5,7 % butan-1,3-diolia, 0,7 % fosforihappoa)	30	standardi ASTM (E 1838-02) sormenpäätesti	2,38	Kramer ym. 2006
kissan kalikivirus	70 % etanoli	30	standardi ASTM (E 1838-02) sormenpäätesti	0,68	Kramer ym. 2006
kissan kalikivirus	70% 1-propanoli	30	standardi ASTM (E 1838-02) sormenpäätesti	0,74	Kramer ym. 2006
kissan kalikivirus	standardi kova vesi (SHW)	30	standardi ASTM (E 1838-02) sormenpäätesti	1,39	Kramer ym. 2006

2 *PQ-37 on kationinen polymeeri

3 _A ensimmäinen arvo on saatu RT-qPCR:llä käyttäen RNAasia ja jälkimmäinen ilman RNAasi käsittelyä.

4 _B modifioitu ASTM /American Society for Testing Materials) sormenpää-menetelmä erosi tavanomaisesta siten, että käsiä hierottiin pesu- tai desinfektioaineen

5 annostelun jälkeen

1
2 **5.3 Elintarvikkeiden prosessoinnin vaikutus viruksiin**

3
4 Prosessoimalla raaka-aineita ja elintarvikkeita eri menetelmillä pyritään tuotteiden
5 pidempään säilyvyysaikaan. Pidempi säilyvyysaika voidaan saavuttaa pilaajamikrobien
6 määrää vähentämällä, tuhoamalla mikro-organismit kokonaan tai estämällä niiden kasvu.
7
8

9 **Mikrobien kasvun inhibitio**

10

11 **5.3.1 Jäähdyttäminen ja pakastaminen**

12

13 Jäähdyttäminen ja pakastaminen eivät ole osoittautuneet kovin tehokkaiksi keinoiksi eri
14 virusten määrän vähentämiseksi elintarvikkeista (taulukko 20). Pakastaminen ja
15 jäähdyttäminen ovat vähentäneet virusten määriä niin vähän, että viruksia on säilynyt
16 riittävän suuria määriä aiheuttamaan infektiota.
17

18

19 Taulukossa 20 on esitetty Butot ym. (2008) tutkimuksen tuloksia pakastamisen
20 vaikutuksesta virusten säilymiseen elintarvikkeissa, joita he saivat säilyttäessään
21 mustikkaa, vadelmaa, basilikaa ja persiljaa kaksi vuorokautta pakastimessa. He säilyttivät
22 myös samoja tuotteita pakastimessa 90 vuorokautta, mutta noro-, hepatiitti A-, rota- ja
23 kissan kalikivirusten määrä ei alentunut tässäkään ajassa merkitsevästi.

24

25 Bidawid ym. (2001) tutkimuksessa virukset säilyivät 12 vuorokauden aikana lehtisalaatissa
26 4°C:ssa paremmin kuin huoneenlämmössä.

1

2 Taulukko 20. Jääkaappilämpötilassa säilyttämisen ja pakastamisen vaikutus elintarvikkeiden virusmääriin.

Virus	Käsittelyprosessi/ aika	Elintarvike	Viruksen log ₁₀ inaktivaatio	Viite
Kissan kalikivirus	säilytys +4 °C, 1-7 d	lehtisalaatti/savukinkku/mansikka	n. 2 (7 d)/<1 (7d)/n. 2,5 (5d)	Mattison ym. 2007
MS2 bakteriofaagi	säilytys +4 °C, 7 d/tuotteen pilaantumisaika	tuoretuotteet (mm. kaali, porkkana, jäävuorisalaatti, persilja, paprika)	<1 (+4 °C) /<2 (pilaantumisaika)	Dawson ym. 2005
poliovirus, tyyppi 1	säilytys +4 °C, 24 d	kaupallinen jogurtti (sis. 3, 5 % rasvaa, pH 4)	0,22	Starynski ym. 2002
Hepatiitti A – virus	säilytys +4 °C, 9 d	lehtisalaatti/fenkoli/porkkana	n. 2/ <1/ <1	Croci ym. 2002
Norovirus	säilytys +6 °C, 2 d	jauheliha/omenat/jäävuorisalaatti/	0,2/0,2/0,1	Mormann ym. 2010
Norovirus, hepatiitti A – virus, rotavirus	jäädytys – 20 °C, 2 d	mustikka/vadelma/mansikka/basilika/persilja	<1	Butot ym. 2008
Kissan kalikivirus	jäädytys – 20 °C, 2 d	mustikka/vadelma/mansikka/basilika/persilja	<1/n. 1,1/n. 2,7/<1/<1	Butot ym. 2008
Norovirus	jäädytys -18 °C, 7 d/ 14 d	pakastepitsa	0,4/1,1	Mormann ym. 2010
Norovirus	jäädytys -18 °C, 8 d	jauheliha	ei vähenemistä	Mormann ym. 2010

3

4

5 **5.3.2 Tuotteen pH:n alentaminen**

6

7 Jotkut virukset voivat kestää tuotteen happamoittamisen ja matalan pH:n, mutta osa niistä
8 tuhoutuu tehokkaasti matalassa pH:ssa (taulukko 21).

9

1
2

Taulukko 21. Eri virusten inaktivoituminen erilaisissa pH arvoissa.

virus/mallivirus	käsittelyprosessi/aika	elintarvike	viruksen inaktivaatio (log₁₀)	viite
rotavirus (SA11)	pH 3,6; 28 °C, 3h	ananasmehu	n. 4.6	Leong ym. 2008
rotavirus (DS1)	pH 3,01; 4 °C, 3 d	hedelmämehu	ei merkittävää inaktivaatiota	O'Mahony ym. 2000
norovirus	pH 2,7, 3h	hedelmäjuomat	epätäydellinen inaktivaatio	Koopmans ja Duizer 2004
kissan kalikivirus	pH ≤2, 37 °C, 30 min	-	>5	Duizer ym. 2004
hiiren norovirus	pH 2/3/4; 37 °C, 30 min	-	0,6/0,6/0,65	Cannon ym. 2006
kissan kalikivirus	pH 2/3/4; 37 °C, 30 min	-	4,4/3,7/2,3	Cannon ym. 2006
norovirus	pH 4,5; 6 °C, 58 d	ketsuppi	0,5	Mormann ym. 2010
norovirus	pH 5,0–5,5; 6 °C, 24 d	nuudelisalaatti	0,5	Mormann ym. 2010
norovirus	pH 5,0–5,5; 6 °C, 24 d	perunasalaatti	1,7	Mormann ym. 2010
HAV	pH 1, 5 h	hedelmäjuomat	epätäydellinen inaktivaatio	Koopmans ja Duizer 2004*
HAV	pH 1, RT, 5h	-	infektiivisiä yksiköitä jäljellä	Scholz ym. 1989
HAV	pH 1, 38 °C, 90 min	-	säilyi infektiivisenä 90 min asti	Scholz ym. 1989

3
4

5 Rotavirus (SA119) väheni kolmen tunnin aikana merkittävästi ananasmehussa, jonka pH
6 oli 3,6 (taulukko 21). Hedelmämeheussa ei sen sijaan tapahtunut merkittävää rotaviruksen
7 (DS1) inaktivaatiota pH:ssa 3,01. Tuloksen erilaisuus saattaa johtua rotaviruksen eri
8 kannasta, alemmasta lämpötilasta tai eri mehutyypistä (Baert ym. 2009a).

9

10 Kissan kalikivirukset vähenivät merkittävästi, kun niitä inkuboitii 30 minuutin ajan 37 °C:n
11 lämpötilassa pH:ssa ≤ 2 ja pH:ssa 3 (taulukko 21). Hiiren norovirus väheni Cannon ym.
12 (2006) tutkimuksessa pH-arvoissa 2 ja 3 vähän, kun taas samoissa testiolosuhteissa
13 kissan kalikivirus väheni merkittävästi.

14

15 Hepatiitti A -virus on säilynyt eri tutkimuksissa hyvin pH:ssa 1 (taulukko 21). Virus on
16 säilynyt infektiivisenä 90 minuutista aina viiteen tuntiin asti. Myöskään norovirusta ei ole
17 saatu vähenemään happamoittamiskäsittelyillä. Baert ym. (2009a) tutkimuksessa
18 norovirus ja hepatiitti A -virus säilyvät elintarvikkeissa, joiden säilömiseen oli käytetty
19 happamoittamista ja fermentaatiota.

1 Virusten haponkestävyys saattaa selittää sen, että happamat marjat, kuten vadelmat, ovat
2 usein osallisena marjojen aiheuttamissa epidemioissa. Ongelmana happamuuden
3 lisäämisessä on, että elintarvikkeena käytettävät tuotteet eivät voi olla kovin happamia,
4 minkä vuoksi tuotteiden pH:ta ei voida säätää niin matalaksi kuin useimpien virusten
5 inaktivoiminen edellyttäisi.

6
7

8 **5.3.3 Veden aktiivisuuden alentaminen**

9

10 Alhainen veden aktiivisuus ja siihen liittyvä ruuan alhainen suhteellinen kosteus hidastaa
11 bakteerien ja muiden mikro-organismien kasvua. Elintarvikkeiden veden aktiivisuuden ja
12 suhteellisen kosteuden vaikutusta virusten säilymiseen on tutkittu vähän. Sen sijaan on
13 tehty tutkimuksia suhteellisen kosteuden vaikutuksesta virusten säilymiseen elottomilla
14 pinnoilla. Myös kuivattamisen vaikutusta virusten inaktivoimisessa on tutkittu, samoin kuin
15 virusten säilymistä kuivissa olosuhteissa. (Baert ym. 2009a).

16

17 Vuonna 1975 tehdyssä tutkimuksessa havaittiin, että enterovirusten (coxsackievirus B5,
18 poliovirus, echovirus 7) määrä ei vähentynyt vihanneksissa 4 °C:n lämpötilassa
19 kahdeksassa päivässä, kun ne oli peitetty. Sen sijaan vihanneksissa, joita ei oltu peitetty,
20 virusten määrä väheni päivässä 30 %:. Tutkimuksen johtopäätös oli, että vihannesten
21 peittäminen suojaasi vihanneksia kuivumiselta. (Baert ym. 2009a).

22

23 Mbithi ym. (1991) tutkimuksessa havaittiin, että hepatiitti A -virus tuhoutui paremmin
24 korkeassa suhteellisessa kosteudessa (80 %) kuin matalammassa suhteellisessa
25 kosteudessa (25 %). Korkeassa suhteellisessa kosteudessa tuhoutui 66 % viruksista ja
26 matalammassa 48 % viruksista. Abad ym. (1994) tutkimuksessa saatiin taas päinvastainen
27 tulos, sillä siinä hepatiitti A -virus säilyi hieman paremmin ei-huokoisella materiaalilla (60 d,
28 20 °C) korkeassa suhteellisessa kosteudessa (85 %) kuin keskisuuressa suhteellisessa
29 kosteudessa (50 %).

30

31 Veden aktiivisuuden madaltamisen vaikutusta viruksiin elintarvikkeissa tulisi tutkia lisää.
32 Lähes kaikki tehdyt vedenaktiivisuustutkimukset koskevat joko bakteereja tai virusten
33 käyttäytymistä muualla kuin elintarvikkeissa, kuten pinnoilla.

34

1 5.3.4 Kylmäkuivaus

2

3 Kylmäkuivauksessa elintarvike jäädytetään ja jäätyneet vesi poistetaan tuotteesta
4 sublimaation avulla. Sublimaatioissa jäätyneet vesi muuttuu suoraan vesihöyryksi, mikä
5 saadaan aikaan tyhjiön avulla, ja sitä voidaan nopeuttaa lämmittämällä tuotetta. Ennen
6 pakastamista tuotteet esikäsitellään, esimerkiksi kuoritaan, viipaloidaan ja ryöpätään.
7 Elintarvikkeita, joita voidaan kylmäkuivata, ovat mm. pussikeittojen vihannekset, murojen
8 marjat, sienet ja yrtit. (Keto-Timonen 2007). Kylmäkuivausmenetelmän käyttökelpoisuutta
9 vähentävät sen kalleus ja hitaus (Sandhya 2010). Kylmäkuivauksen vaikutusta viruksiin on
10 tutkittu vähän.

11

12 Butot ym. (2009) ovat tutkineet marjojen (karhunvatukka, mustikka, mansikka ja vadelma)
13 ja yrttien (basilika ja persilja) kylmäkuivauksen vaikutusta enterisiin viruksiin.
14 Tutkimuksessa vertailtiin pelkän kylmäkuivauksen, kylmäkuivauksen ja
15 kuivakuumennuksen yhteisvaikutusta, sekä kylmäkuivauksen ja höyryn avulla
16 ryöppäämisen yhteisvaikutusta virusmääriin. Pelkkä kylmäkuivaus vähensi hepatiitti A -
17 viruksen määrää useimmissa tutkituissa marjoissa ja yrteissä vain vähän (alenema 0,29–
18 1,24 log₁₀), kun tulos oli määritetty reaaliaikaisella kvantitatiivisella RT-PCR:llä. Kun
19 viruksen määrän vähenemistä tutkittiin viljelymenetelmällä (TCID₅₀), saatiin vähenemisen
20 määräksi hieman suuremmat muttei merkitsevät arvot (alenema 1,24–2,42 log₁₀).

21

22 Butot ym. (2009) tutkivat myös kylmäkuivauksen vaikutusta ihmisen noroviruksen,
23 genoryhmien GI ja GII, määrän vähentämisessä marjoista ja yrteistä. Kylmäkuivaus
24 vähensi hieman enemmän noroviruksen genoryhmän GII määrää (1,21-3,52 log₁₀) kuin
25 genoryhmän GI (0,63-2,07 log₁₀). Merkittävää norovirusten inaktivaatiota tapahtui kuitenkin
26 vain genoryhmällä GII persiljassa.

27

28 Butot ym. (2009) tutkimuksessa marjoja kuumennettiin kylmäkuivauksen jälkeen 20
29 minuutin ajan joko 80, 100 tai 120 °C:n lämpötilassa. Kylmäkuivauksen jälkeinen
30 kuumennus 80 °C:n lämpötilaan vähensi hepatiitti A-viruksen ja noroviruksen määrää vain
31 vähän (<1 log₁₀). Kun marjoja kuumennettiin 100 °C:n lämpötilassa, pystyttiin marjoista
32 vielä detektoimaan hepatiitti A-virusta ja ihmisen norovirusta (GII), norovirus genotyyppiä
33 GI ei sen sijaan detektoitu enää. Infektiivisen hepatiitti A – viruksen määrä väheni hieman
34 (<2 log₁₀), kun marjoja kuumennettiin 80 °C:n lämpötilassa. Kun kuumennus suoritettiin
35 100 °C:n lämpötilassa, vain mustikoissa oli havaittavissa infektiivisiä hepatiitti A – viruksia.
36 Infektiivistä virusta ei havaittu ollenkaan, kun marjat kuumennettiin 120 °C:n lämpötilaan.

37

38 Enteristen virusten määrä väheni huomattavasti tutkituissa yrteissä (basilika, persilja,
39 minttu ja ruohosipuli), kun niitä ryöpättiin 2,5 minuutin ajan kylmäkuivauksen jälkeen 95

1 °C:n lämpötilassa. Myös infektiivisten hepatiitti A- ja kissan kalikivirusten määrät vähenivät
2 useimmissa yrteissä merkittävästi (>3 log₁₀). Ryöppäys 75 °C:n lämpötilassa vähensi
3 virusmääriä vähemmän kuin ryöppäys 95 °C:ssa.

4
5

6 **5.3.5 MAP-pakkaaminen**

7

8 Elintarvikkeiden MAP-pakkaamisessa (Modifid Atmosphere Packaking) käytetään
9 muunneltua ilmakehää bakteerien ja sienten aiheuttaman tuotteiden pilaantumisen
10 estämiseen (Baert ym. 2009a). Yleisimmin MAP-pakkaamisessa käytetään happea,
11 hiilidioksidia ja typpikaasua siten, että ilmassa olevan hapen määrää vähennetään ja
12 hiilidioksidin määrää nostetaan (Sandhya 2010).

13

14 Bidawid ym. (2001) tutkivat hepatiitti A -viruksen säilymistä MAP-pakatussa lehtisalaatissa.
15 Muunnetun ilmakehän käyttö ei vaikuttanut hepatiitti A-viruksen säilymiseen lehtisalaatissa
16 inkuboitessa sitä 4 °C:n lämpötilassa. Viruksen säilyvyys huoneenlämmössä oli parempi
17 12 vuorokauden aikana, kun lehtisalaatti oli pakkauksessa, jossa oli normaalia MAP-
18 pakkausta korkeampi hiilidioksidipitoisuus (70 %) verrattuna pakkauksiin, joissa oli ilmaa
19 tai matalampi hiilidioksidipitoisuus (30 ja 50 %). Bidawid ym. (2001) tutkimustulosten
20 mukaan muunnetun ilmakehän käyttö ei vaikuta järkevältä virusten määrän
21 vähentämiskeinolta ainakaan kun hiilidioksidin pitoisuus ylittää 70%, mutta menetelmän
22 tehoa pitäisi tutkia lisää.

23

24

25 **Mikrobien kasvun rajoittaminen**

26

27 **5.3.6 Lämpökäsittely**

28

29 Lämpökäsittelyn vaikutusta eri virusten inaktivoimisessa on tutkittu sekä soluviljelmissä
30 että elintarvikkeissa (taulukko 22). Virusten inaktivaatiota lämpökäsittelyllä on tutkittu mm.
31 simpukoista, jauhelihasta, valmisruuista, maidosta sekä marjavalmisteista.

32

33

1 Taulukko 22. Virusten määrän väheneminen (log₁₀) lämpökäsittelyillä.

virus	lämpötila (°C)	aika (min)	elintarvike/muu	viruksen inaktivaatio (log ₁₀)	viite
rotavirus	60	10	soluviljelmä	7	O'Mahony ym. 2000
HAV ₁	85	<0,5	maito	5	Bidawid ym. 2000b
HAV	71	6,55/ 8,31/ 12,67	rasvaton maito / maito 3,5 % rasvaa / pöytäkerma 18 % rasvaa	4/ 4/ 4	Bidawid ym. 2000b
HAV	85/85/ 80	0,96 (sakkaroosipitoisuus 28°Brix)/ 4,98 (52°Brix)/ 8,94 (52°Brix)	mansikkasurvos	1/ 1/ 1	Deboosere ym. 2004
HAV	62,8/71,6	30/0,25	maito	3/2	Baert ym. 2009a
HAV	63	30	maito	3	Baert ym. 2009a
HAV	63/72	5/1	vesi	≥3,5/≥3,5	Hewitt ym. 2009
HAV	63/72	5/2	maito	3,35/≥3,5	Hewitt ym. 2009
polio	72/72	0,25/0,5	maito	0,56/>5	Strazynski ym. 2002
polio	72/72	0,25/0,5	vesi	1,11/>5	Strazynski ym. 2002
polio	höyrytys	30	osteri	2	Di Girolamo ym. 1970
FCV ₂	71,3	1	soluviljelmä	3	Duizer ym. 2004
FCV	37/56	n. 24 h/8 min	soluviljelmä	3/3	Duizer ym. 2004
FCV	100	0,5	simpukka	1,7	Slomka ja Appleton 1998
FCV	56	3/60	soluviljelmä	ei vähenemistä/ 7,5	Doultree ym. 1999
FCV	70	1/3/5	soluviljelmä	3/6,5/7,5	Doultree ym. 1999
FCV	100	1 kiehuva vesi	soluviljelmä	7,5	Doultree ym. 1999
FCV	70	1,5	soluviljelmä	6	Buckow ym. 2008
FCV	63/72	0,41/0,12	soluviljelmä	1/1	Cannon ym. 2006

Jatkuu

2
3

1 Taulukko 22. Jatkoa

virus	lämpötila (°C)	aika (min)	elintarvike/muu	viruksen inaktivaatio (log ₁₀)	viite
MNV ₄	80	2,5	soluviljelmä	6,5	Baert ym. 2008c
MNV	65/75	0,5/0,25	vadelmasose (9,2°Brix)	1,86/2,81	Baert ym. 2008b
MNV	63/72	0,44/0,17	soluviljelmä	1/1	Cannon ym. 2006
MNV	63/72	2/1	vesi	3,43/≥3,5	Hewitt ym. 2009
MNV	63/72	5/1	maito	≥3,5/≥3,5	Hewitt ym. 2009
NoV ₅	60	30	ulostenäyte	epätäydellinen	Baert ym. 2009a
NoV GII	200	12 paistaminen	pakastepitsa, pintakontaminaatio	4	Mormann ym. 2010
NoV GII	220	15 paistaminen	pitsapatonki, pintakontaminaatio	3	Mormann ym. 2010
NoV GII	72–74	1 vesihaude	tomaattikastike, sisuskontaminaatio	0,4	Mormann ym. 2010
NoV GII	200	30 paistaminen	jauheliha, sisuskontaminaatio	1,6	Mormann ym. 2010
NoV GII	100	30 keittäminen	jauheliha, sisuskontaminaatio	≥7 (ei enää detektoitavissa)	Mormann ym. 2010

- 2 HAV₁ hepatiitti A – virus
3 FVC₂ kissan kalikivirus
4 MNV₄ hiiren norovirus
5 NoV₅ ihmisen norovirus

6
7

8 Tutkittaessa lämmön vaikutusta eri virusten määrän vähentämisessä, on tutkimusten
9 näkökulma vaihdellut. Joissakin tutkimuksissa on mm. tutkittu vaikuttaako ruuan rakenne
10 tai koostumus virusten inaktivaatioon tarvittavaan aikaan ja lämpötilaan, ja näissä
11 tutkimuksissa on saatu toisistaan poikkeavia tuloksia.

12

13 Deboosere ym. (2004) tutkivat hepatiitti A -viruksen vähenemistä mansikkasurvoksessa ja
14 synteettisillä sakkaroosipitoisuudeltaan vaihtelevilla kasvualustoilla, joita kuumennettiin
15 eripituisia aikoja eri lämpötiloissa (taulukko 22). Tutkimuksessa tarkasteltiin myös
16 happamuuden ja kalsiumpitoisuuden vaikutusta viruksen määrän vähenemiseen. Sekä
17 sakkaroosipitoisuuden että happamuuden huomattiin vaikuttavan lämpöinaktivaatioon.

1 Hepatiitti A -viruksen 1 log₁₀ suuruinen inaktivaatio kesti 85 °C:n lämpötilassa
2 suuremmissa sakkaroosipitoisuuksissa (52°Brix) kauemmin kuin matalammassa (28°Brix)
3 sakkaroosipitoisuuksissa (4,98 vs. 0,96 min). HAV inaktivoitui matalammassa pH:ssa (pH
4 3,3) lämmön vaikutuksesta nopeammin kuin korkeassa pH:ssa (pH 4,3).
5 Kalsiumpitoisuudella ei sen sijaan ollut vaikutusta lämpöinaktivaatioon ja siihen tarvittuun
6 aikaan. Baert ym. (2008b) tutkivat vadelmasoseen pastöroinnin vaikutusta hiiren
7 kalikiviruksen määrän vähentämisessä kuumentamalla vadelmasosetta (9,2°Brix) 65 °C:n
8 lämpötilassa 30 sekunnin ajan ja 75 °C:n lämpötilassa 15 sekunnin ajan. Hiiren
9 kalikiviruksen määrä ei vähentynyt merkitsevästi (> 3 log₁₀) kummallakaan
10 kuumennuskäsittelyllä.

11
12 Maidossa hepatiitti A -viruksen inaktivoitumiseen tarvittiin eripituinen aika tuotteiden
13 rasvapitoisuuden mukaan (Bidawid ym. 2000b). Rasvattomasta maidosta HAV inaktivoitui
14 merkittävästi 4 log verran 6,55 minuutissa. Maidossa, jossa oli rasvaa 3,5 %:a, hepatiitti A
15 -viruksen 4 log inaktivaatioon tarvittiin 8,31 minuuttia. Pöytäkermassa, jossa oli rasvaa 18
16 %:a, HAV inaktivoitui 4 log verran vasta 12,67 minuutissa. Rasvapitoisuus näyttäisi siis
17 suojaavan hepatiitti A -virusta kuumuutta vastaan. Strazynskin ym. (2002) tutkimuksessa
18 havaittiin, että käsiteltäessä maitoa (rasvaa 3,5%) tai vettä 72 °C:n lämpötilassa 15
19 sekunnin ajan, poliovirus tuhoutui enemmän vedestä kuin maidosta (taulukko 22).
20 Maidon ainesosat (esim. sokerit, rasva, proteiinit tai ionit) saattavat siis suojata poliovirusta
21 lämmön vaikutukselta. Hewitt ym. (2009) tutkimuksessa taas ei havaittu olevan eroa
22 hepatiitti A- ja hiiren norovirusten lämpöinaktivaatiossa maidosta tai vedestä.

23
24 Mormann ym. (2010) tutkivat kuumennuksen vaikutusta noroviruksen vähentämisessä eri
25 elintarvikkeista, joihin oli lisätty virusta joko elintarvikkeen pinnalle tai sisään (taulukko 22).
26 Pakastepitsan (200 °C, 12 min) ja pitsapatongin (200 °C, 15 min) kuumentaminen vähensi
27 virusmääriä merkittävästi. Samassa tutkimuksessa noroviruksen määrä väheni
28 jauhelihasta merkittävästi, kun sitä keitettiin 30 minuutin ajan kiehuva nesteessä, mutta
29 merkittävää vähenemistä ei tapahtunut kun jauhelihaa paistettiin 30 min ajan 200 °C:n
30 lämpötilassa. Norovirusten määrä ei vähentynyt merkittävästi Mormann ym. (2010)
31 tutkimuksessa tomaattikastikkeesta, jota kuumennettiin 72–74 °C:n lämpötilassa
32 vesihautteessa minuutin ajan.

33
34 Croci ym. (1999) tutkivat erilaisten lämpökäsittelyjen vaikutusta hepatiitti A -virusten
35 vähentämisessä simpukoista. Hepatiitti A -viruksen määrä ei vähentynyt merkitsevästi
36 simpukkahomogenaatista seuraavien lämpökäsittelyjen seurauksena: 80 °C 3min ja 60 °C
37 10 min, mutta minuutin keittäminen 100 °C:ssa vähensi virusten määrää jo 3 log₁₀ ja
38 täydellinen inaktivaatio vaati kahden minuutin keittämisen 100°C:ssa (Croci ym. 1999).
39 Croci ym. (1999) tutkimuksessa todettiin että simpukkahomogenaatti suojasi viruksia
40 lämpökäsittelyssä, sillä 80°C:een lämpökäsittelyllä virussuspensiossa virukset

1 inaktivoituivat jo 3 minuutissa, mutta simpukkahomogenaatissa saman virusmäärän
2 inaktivoituminen kesti 15 minuuttia. Myöskään kissan kalikiviruksen määrä ei vähentynyt
3 merkittävästi ($> 3 \log_{10}$), kun simpukat upotettiin kiehuvaan veteen puoleksi minuutiksi
4 (Slomka ja Appleton 1998). Osterin höyrytys 30 minuutin ajan ei johtanut sekään
5 polioviruksen määrän merkittävään vähentymiseen (Di Girolamo ym. 1970). Simpukoiden
6 ja ostereiden valmistuksessa näyttäisi siis riittävä lämpötila ja keittoaika olevan olennaiset
7 tekijät virusten määrän vähentämiseksi.

8
9 Elintarvikkeiden lämpökäsittely on käyttökelpoinen vaihtoehto virusten määrän
10 vähentämiseksi elintarvikkeista, kunhan käytetty lämpötila on riittävän korkea ja
11 käsittelyaika riittävän pitkä.

12
13

14 **5.3.7 Korkeapainekäsittely**

15
16 Korkeapainekäsittelyä eli paskalisaatiota on käytetty elintarviketeollisuudessa monenlaisiin
17 elintarvikkeisiin, esimerkiksi erilaisiin mehuihin, hedelmäsMOOTHIEihin, juotaviin jogurtteihin,
18 hilloihin, hyytelöihin, soseisiin, ostereihin ja joihinkin valmisruokiin (Hirneisen ym. 2010,
19 Baert ym. 2009a, Grove ym. 2006, Patterson 2005).

20
21 Korkeapainekäsittelyn etuna, verrattuna esimerkiksi lämpökäsittelyyn, on se, ettei käsittely
22 vaikuta merkittävästi käsiteltävän elintarvikkeen kemiallisiin ja fysikaalisiin ominaisuuksiin
23 (Grove ym. 2006). Korkeapainekäsittely ei vaikuta kovalenttisiin sidoksiin, jolloin proteiinin
24 primäärirakenne säilyy, ja siten ruokien maku, rakenne ja ravintosisältö säilyvät ennallaan.
25 Tertiäärirakenteessa, eli ionisidoksissa ja hydrofobisissa vuorovaikutuksissa, on yleensä
26 havaittu muutoksia yli 200 MPa:n paineessa (Baert ym. 2009a, Grove ym. 2006).

27
28 Korkeapainekäsittelyn on ajateltu inaktivoivan virukset denaturoimalla ja/tai dissosioimalla
29 niiden vaipan proteiinit, jolloin vaippa hajoaa (Hirneisen ym. 2010). Korkeapainekäsittelyn
30 on todettu inaktivoivan myös vaipattomia viruksia (taulukko 23). Virusten ja myös muiden
31 mikro-organismien inaktivaatioon vaikuttaa etenkin paineen suuruus, mutta myös
32 käsittelyn kestolla on merkitystä. Tarvittavan paineen suuruus riippuu kohteena olevasta
33 mikro-organismista (Grove ym. 2006). 200–700 MPa:a välillä olevan paineen on havaittu
34 vaikuttavan useimpiin mikro-organismeihin.

35
36 Korkeapainekäsittelyn vaikutusta virusten määrän vähenemisessä on tutkittu paljon
37 (taulukko 23). Suurin osa tutkimuksista on tehty käyttäen soluviljelmiä, mutta myös
38 vaikutusta elintarvikkeisiin, kuten ostereihin, mansikkasurvokseen, sipulimurskaan ja
39 makkaraan, on tutkittu.

1 Taulukko 23. Paineen vaikutus virusten määrien vähenemiseen (\log_{10}) soluviljelmissä tai elintarvikkeissa.

virus	paine (MPa)	elintarvike/muu	lämpötila (°C)	aika (min)	vähenneminen (\log_{10})	viite
rotavirus	300	soluviljelmä	25	2	8	Baert ym. 2009a
HAV	450	soluviljelmä	ympäristön lämpötila	5	>6	Baert ym. 2009a
HAV	400	soluviljelmä	ympäristön lämpötila	10	>2	Grove ym. 2008
HAV	400	osteri	9	1	3	Calci ym. 2005
HAV	375	mansikkasurvos/ sipulimurska	21	5	4,3/4,7	Baert ym. 2009a
HAV	500	makkara	4	5	3,23	Sharma ym. 2008
HAV	250/400/500	PBS ⁺	20	10	1,9/4,5/7,3	Black ym. 2010
HAV	250/400/500	osteriin suspendoitu	20	10	1,9/4,5/7,3	Black ym. 2010
poliovirus	600	soluviljelmä	ympäristön lämpötila	5	ei vähennemistä	Kingsley ym. 2004
poliovirus	600	soluviljelmä	20	60	ei vähennemistä	Wilkinson ym. 2001
poliovirus	600	soluviljelmä	ympäristön lämpötila	5	ei vähennemistä	Grove ym. 2008
aichivirus/ coxsackievirus B5/ coxsackie-virus A9	600	soluviljelmä	ympäristön lämpötila	5	ei vähennemistä/ei vähennemistä/7,6	Kingsley ym. 2004
FCV	275	soluviljelmä	ympäristön lämpötila	5	>6	Baert ym. 2009a*
FCV	200	soluviljelmä	-10/20	4	5/0,3	Baert ym. 2009a*
FCV	300	soluviljelmä	ympäristön lämpötila	3	5	Grove ym. 2008
FCV	500	makkara	4	5	2,89	Sharma ym. 2008
FVC	450	soluviljelmä/ mineraalivesi	15	1	>7/>7	Buckow ym. 2008
MNV-1	400	osterin kudokset	5	5	4	Kingsley ym. 2007
MNV-1	450	soluviljelmä	20	5	6,85	Kingsley ym.

						2007
MNV-1	350	soluviljelmä	30	5	1,15	Kingsley ym. 2007
MNV-1	350	soluviljelmä	5	5	5,56	Kingsley ym. 2007
MNV-1	400	osteri	5	5	4,05	Kingsley ym. 2007
Bakteriofaagi MS2	600	soluviljelmä	21	10	3,3	Guan ym. 2006
Bakteriofaagi MS2	500	makkara	4	5	1,47	Sharma ym. 2008
Bakteriofaagi T₄	250/400/500	PBS	20	10	1,9/6,7/7,8	Black ym. 2010
Bakteriofaagi T₄	250/400/500	osteriin suspendoitu	20	10	0/n.3/n5,29	Black ym. 2010

1 HAV hepatiitti A – virus, FVC kissan kalikivirus, MNV-1 hiiren kalikivirus,, *fosfaattipuskuroitu suolaliuos

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36

Eri tutkimuksissa on todettu korkeapainekäsittelyn paineen, lämpötilan ja käsittelyajan vaikuttavan virusten määrän vähenemiseen (taulukko 23). Kingsley ym. (2007) tutkimuksessa kävi ilmi, että hiiren kalikiviruksen määrä väheni samassa 350 MPa:n paineessa huomattavasti enemmän (5,56 versus 1,15 log) matalassa lämpötilassa (5 °C) kuin korkeammassa lämpötilassa (30 °C).

Useissa tutkimuksissa on tutkittu myös sitä, miten muut tekijät, kuten suolapitoisuus tai pH, vaikuttavat virusten inaktivoitumiseen korkeapainekäsittelyllä. Kingsley ja Chen (2009) ovat tutkineet pH:n, suolapitoisuuden ja lämpötilan vaikutusta hepatiitti A – viruksen inaktivoimisessa paineen avulla. HAV näytteitä käsiteltiin tutkimuksessa 400 MPa:n paineella minuutin ajan eri lämpötiloissa (5, 20 ja 50 °C) ja pH-arvoissa (pH 3, 4, 5, 6 ja 7). Liuoksen pH:n laskeminen ja lämpötilan nostaminen lisäsivät hepatiitti A -viruksen inaktivoitumista korkeapainekäsittelyssä. Myös suolapitoisuuden (0,1,3 ja 6 % NaCl) havaittiin tutkimuksessa vaikuttavan hepatiitti A -viruksen inaktivaatioon siten, että suuri suolapitoisuus esti viruksen vähenemistä enemmän kuin pienempi pitoisuus. Myös Grove ym. (2009) havaitsivat, että korkeammassa suolapitoisuudessa (30 g/l) hepatiitti A – virusten määrä väheni vähemmän (1-2 log₁₀ vs. <0,5 log₁₀) kuin alhaisemmassa suolapitoisuudessa (15 g/l) painekäsittelyillä 300 ja 400 MPa. Korkeammassa, 500 MPa, paineessa HAV tiitterin määrä väheni merkittävästi (>3 log₁₀) kummallakin suolapitoisuudella, kun paineen vaikutusaikana oli 300 sekunttia.

Korkeapainekäsittelyn on todettu vähentävän virusten määrää ostereissa useissa eri tutkimuksissa (taulukko 23). 400 MPa:n korkeapainekäsittely on vähentänyt merkittävästi hepatiitti A- (Calci ym. 2005, Black ym. 2010) ja hiiren norovirusten (Kingsley ym. 2007) määriä ostereissa. Black ym. (2010) tutkimuksessa bakteriofagi T₄:n määrät vähenivät fosfaatti-puskuroidussa suolaliuoksessa paineissa 250, 400 ja 500 MPa enemmän kuin osteriin suspendoituna (taulukko 23). T₄ -faagilla osterikudos näyttäisi siis suojaavan virusta paineen vaikutukselta, mutta samanlaista ilmiötä ei havaittu hepatiitti A -viruksella (Black ym. 2010).

Tutkimusten mukaan korkeapainekäsittely voi vähentää virusten määrää merkittävästi (alenema > 3 log₁₀) elintarvikkeista (taulukko 23).

1 **Mikrobien määrään vähentäminen**

2

3 **5.3.8 Tuoretuotteiden dekontaminaatiokäsittely**

4

5 Tuoretuotteiden eli vihannesten ja marjojen dekontaminaatiokäsittelyillä pyritään
6 pidentämään tuotteiden säilyvyyttä (Baert ym. 2009a). Etenkin valmiiksi paloitetujen
7 vihannesten säilyvyyden pidentämiselle on tarvetta. Erilaisia dekontaminaatiokäsittelyjä
8 ovat mm. peseminen vedellä, klooratulla tai muuta kemikaalia sisältävällä vedellä.
9 Erilaisten dekontaminaatiokäsittelyjen tehosta virusten määrän vähentämisessä on
10 olemassa useita tutkimuksia (taulukko 24).

11

12 Croci ym. (2002) tutkimuksessa pestiin vesijohtovedellä keinotekoisesti kontaminoituja
13 fenkoleja, lehtisalaatteja ja porkkanoita, jolloin havaittiin ettei hepatiitti A -virusten määrä
14 vähentynyt merkittävästi (taulukko 24). Mansikoiden ja lehtisalaatin vesipesu ei vähentänyt
15 kissan kalikiviruksen määrää merkittävästi (Baert ym. 2009a). Hiiren norovirusten määrää
16 ei ole myöskään saatu vähennettyä vesipesulla sipuleista (Baert ym. 2008a), pinaatin
17 lehdistä (Baert ym. 2008a) eikä jäävuorisalaatista (Baert ym. 2009c). Butot ym. (2008)
18 tutkivat vesipesun tehoa infektiivisten kissan kaliki-, hepatiitti A- ja rotavirusten määrän
19 vähentämisessä mustikoista, vadelmista, mansikoista, basilikasta ja persiljasta (taulukko
20 24). Hanavesi (18 °C) ei vähentänyt merkittävästi (> 3 log₁₀) yhdenkään tutkitun viruksen
21 määrää tutkituista marjoista tai yrteistä. Lämmin vesi (43 °C) sen sijaan vähensi kissan
22 kalikivirusten määrää merkitsevästi mustikoista (alenema 3,3 log₁₀) ja mansikoista (>3,5
23 log₁₀). Butot ym. (2008) tutkivat myös ihmisen norovirusten genoryhmän I ja II määrien
24 vähenemistä. Vesipesujen seurauksena väheni vain genoryhmän I määrä merkittävästi
25 (alenema >-3,4 log₁₀) basilikassa.

26

1 Taulukko 24. Dekontaminaatiokäsittelyjen teho virusten määrän vähentämisessä.

virus	dekontaminaatio-käsittely	elintavike, muu	vähennys _a (log ₁₀)	viite
rotavirus	vesi 0,5 min	mustikka / vadelma/ mansikka/ basilika / persilja (15 g/ 200 ml PBS _i)	2,2/ 0,0/ 1,5/ 0,8/ 0,9	Butot ym. 2008
rotavirus	NaOCl 200 ppm, 0,5 min	mustikka / vadelma/ mansikka/ basilika / persilja (15 g/ 200 ml PBS)	>3,0/ 1,2/ >3,0/ 1,3/ 1,0	Butot ym. 2008
HAV _c	vesi 5 min	10 g lehtisalaatti / fenkoli/ porkkana, 100 ml vettä	0,1/1/0,9	Croci ym. 2002
HAV _c	vesi 0,5 min	mustikka / vadelma/ mansikka/ basilika / persilja (15 g/ 200 ml PBS)	0,9/ 0,6/ 0,8/ 1,1/ 0,5	Butot ym. 2008
HAV	NaOCl 200 ppm, 0,5 min	mustikka / vadelma/ mansikka/ basilika / persilja (15 g/ 200 ml PBS)	2,4/ 0,6/ 1,8/ 2,4/ 1,4	Butot ym. 2008
HAV	20 ppm kloori, 10 min	1,2 g keräsalaatti /30 ml	≥1,7	Casteel ym. 2008
FCV _d	PAA _e 300 ppm/ 150 ppm 10 min	100g mansikka /100 ml	3 _b /1 _b	Baert ym. 2009a
FCV	PAA 300 ppm/150 ppm 10 min	10 g lehtisalaatti /100 ml	3 _b /2 _b	Baert ym. 2009a
FCV	vesi 10 min	100g mansikka /100 ml 10 g lehtisalaatti /100ml	2/2	Baert ym. 2009a
FCV	NaOCl 200 ppm, 0,5 min/800 ppm, 10 min	100g mansikka /100 ml	0 _b /1 _b	Baert ym. 2009a
FCV	NaOCl 200 ppm/800 ppm, 10 min	10 g lehtisalaatti /100 ml	0 _b /1,5 _b	Baert ym. 2009a
FCV	kloorivalkaisuaine 50 ppm/100 ppm/200 ppm	3 cm ² lehtisalaatti /5ml liuos, 2 min	2,2/2,6/2,9	Baert ym. 2009a
FCV	PAA 80 ppm	3 cm ² lehtisalaatti /5ml liuos, 2 min	2,9	Baert ym. 2009a
FCV	3 % H ₂ O ₂	3 cm ² lehtisalaatti /5ml liuos, 2 min	2,8	Baert ym. 2009a
FCV	vesi 0,5 min	mustikka / vadelma/ mansikka/ basilika / persilja (15 g/ 200 ml PBS)	2,6/ 1,7/ 1,9/ 2,5/ 1,3	Butot ym. 2008

FCV	NaOCl 200 ppm, 0,5 min	mustikka / vadelma/ mansikka/ basilika / persilja (15 g/ 200 ml PBS)	>-3,5/ >-3,5/ >-3,5/ >-3,5/ >-2,7	Butot ym. 2008
FCV	NaOCl 300 ppm, 10 min	soluviljelmä	<2	Duizer ym. 2004
MNV-1_g	vesi, 0,42 min	2 sipulia /100 ml	0,4	Baert ym. 2008a
MNV-1	vesi, 2 min	10 g pinaatin lehti /350 ml	1,0	Baert ym. 2008a
MNV-1	vesi, 5 min	50 g jäävuorisalaatti /500 ml	1,1	Baert ym. 2009c
MNV-1	NaOCl 200 ppm, 5 min	50 g jäävuorisalaatti /500 ml	1,0 _b	Baert ym. 2009c
MNV-1	PAA 80 ppm/250 ppm, 5 min	50 g jäävuorisalaatti /500 ml	0,8 _b /1,4 _b	Baert ym. 2009c

1 Jatkuu

2

1 Taulukko 24. Jatkoa

MS2 bakteriofaagi	kloori 100 ppm, 5 min	100 g lehtisalaatti /1 l	0,7	Dawson ym. 2005
MS2 bakteriofaagi	kloori 20 ppm, 10 min	1,2 g lehtisalaatti /30 ml	≥1,8	Casteel ym. 2008
MS2 bakteriofaagi	kloorivalkaisuaine 50 ppm/100 ppm/200 ppm	3 cm ² lehtisalaatti / 5 ml desinfektioliuos, 2 min	1,9/2,7/2,9	Baert ym. 2009a
MS2 bakteriofaagi	PAA 80 ppm	3 cm ² lehtisalaatti / 5 ml desinfektioliuos, 2 min	2,8	Baert ym. 2009a
MS2 bakteriofaagi	3 % H ₂ O ₂	3 cm ² lehtisalaatti / 5 ml desinfektioliuos, 2 min	2,6	Baert ym. 2009a
MS2 bakteriofaagi	10 s H ₂ O ₂ (2 %) + 30 s UV (0,63mW s/cm ²), 50 °C	5 cm ² lehtisalaatti	4,1	Xie ym. 2008
MS2 bakteriofaagi	Ca(ClO) ₂ , 200 ppm, 3 min	5 cm ² lehtisalaatti /400 ml	1,7	Xie ym. 2008

2 a log₁₀ vähennys kuvaa infektiivisyyden vähenemistä

3 b verrattuna veteen

4 HAV_c hepatiitti A -virus

5 FCV_d kissan kalikivirus

6 PAA_e peretikkahappo

7 PBS_f fosfaattipuskuroitu suolaliuos

8 MNV-1_g hiiren norovirus 1

1 Vesipesun lisäksi tuoretuotteita on pesty mm. kloorilla, valkaisuaineella ja
2 natriumhypokloriitilla virusten määrän vähentämiseksi (taulukko 24). Kloori- ja
3 kloorivalkaisuainepesut eivät ole onnistuneet alentamaan virusten määrää lehtisalaatista.

4
5 Natriumhypokloriittipesu ei onnistunut merkittävästi alentamaan kissan kalikivirusten
6 määrää mansikoista ja lehtisalaatista (Baert ym. 2009a) eikä hiiren noroviruksen määrää
7 jäävuorisalaatista (Baert ym. 2009c). Butot ym. (2008) tutkimuksessa
8 natriumhypokloriittipesu sen sijaan alensi rotavirusten määrä merkittävästi mustikoista ja
9 mansikoista, sekä kissan kalikivirusten määrää kaikista marjoista ja basilikasta (taulukko
10 24). Butot ym. (2008) mukaan vadelmien ja persiljan pintarakenne oli syynä siihen, ettei
11 natriumhypokloriittipesu vähentänyt virusten määrää niiden pinnalta. Butot ym. (2008)
12 tutkivat myös ihmisen norovirusten genoryhmän I ja II määrien vähenemistä osoittaen, että
13 natriumhypokloriittipesu vähensi genoryhmän I määriä merkittävästi mustikoissa ($-3,4$
14 \log_{10}), mansikoissa ($>-3,1 \log_{10}$) ja basilikassa ($>-3,4 \log_{10}$), mutta genoryhmän II määrä
15 väheni merkittävästi vain mustikoissa ($-3,0 \log_{10}$).

16
17 Myös muita aineita kuin klooria ja vettä on käytetty virusten määrän vähentämiseen
18 tuoretuotteissa. Peretikkahappopesu pitoisuudella 300 ppm vähensi kissan kalikivirusten
19 määrää merkittävästi mansikasta ja lehtisalaatista (Baert ym. 2009a). Hiiren noroviruksen
20 määrää ei sen sijaan kyetty vähentämään 250 ppm peretikkahappopesulla
21 jäävuorisalaatista (Baert ym. 2009c).

22
23 Xie ym. (2008) tutkimuksessa testattiin, miten lehtisalaatin pesu vetyperoksidilla ja sen
24 jälkeen tehtävä UV-käsittely yhdessä vaikuttavat faagi MS2:n määrään. Tutkimuksessa
25 saatiin faagin määrä vähenemään merkittävästi $4,1 \log_{10}$ verran (taulukko 24).

26
27 Vesijohtovesi ei vaikuta olevan tehokas dekontaminaatiomenetelmä infektiivisten virusten
28 määrien alentamisessa. Natriumhypokloriitin ja peretikkahapon tehoa tulisi tutkia lisää, sillä
29 niiden vaikutustutkimusten tulokset ovat olleet ristiriitaisia.

32 **5.3.9 Simpukoiden puhdistaminen**

33
34 Simpukat, jotka eivät täytä mikrobiologisia laatuvaatimuksia, täytyy puhdistaa (Baert ym.
35 2009a). Puhdistaminen tapahtuu siirtämällä simpukat merivesitankkeihin, joiden sisältämä
36 vesi on steriloitu joko fysikaalisesti tai kemiallisesti (Baert ym. 2009a, Son ja Fleet 1980).
37 Yleisimmin vesi puhdistetaan joko UV-käsittelyllä tai otsonoimalla. Puhdistaminen voidaan
38 myös suorittaa siirtämällä osterit tai simpukat luonnonvesistöön, jonka tiedetään olevan

1 saastumaton. Käytössä on myös yhdistelmäpuhdistusmenetelmä, jossa simpukat ovat
2 aluksi luonnonvesistössä ja sitten vesitankeissa (Lees 2000).

3
4 Son ja Fleet (1980) tutkimuksen mukaan ostereiden bakteerimäärät (*Escherichia coli*,
5 salmonella, *Bacillus cereus* ja *Clostridium perfringens*) vähenivät 48 tunnin
6 puhdistuskäsittelyn jälkeen riittävästi. Puhdistaminen vähensi mikrobiperäisen
7 ulostesaastumisen indikaattorina käytetyn *E. coli* -bakteerin määrää 95 %. Norovirusten
8 määrän on taas huomattu vähenevän puhdistuskäsittelyn jälkeen vain 7 % (Baert ym.
9 2009a). Chironna ym. (2002) tutkimuksessa kävi ilmi, että Puglian alueelta pyydetyistä
10 simpukoista pystyttiin löytämään RT-PCR:llä puhdistuksen jälkeen vielä 11,1 prosentista
11 näytteistä geenikopioita hepatiitti A -viruksesta ja 4,4 % näytteistä sisälsi infektiivisiä
12 hepatiitti A -viruksia. Tutkimuksessa ei havaittu myöskään korrelaatiota
13 bakteerikontaminaation ja viruskontaminaation välillä. Myös monissa muissakin
14 tutkimuksissa on havaittu, että ulosteperäisten bakteerien poistamiseen soveltuvat
15 puhdistusmenetelmät eivät ole tarpeeksi tehokkaita virusten poistamiseen simpukoista
16 (Lees 2000).

17
18 Puhdistustankeissa simpukoita voidaan pitää melko lyhyen aikaa, keskimäärin kaksi
19 vuorokautta (vaihteluväli 1-7 vrk), eikä erittäin saastuneet simpukat puhdistu riittävästi
20 viruksista tässä ajassa (Lees 2000). Simpukoiden puhdistusmenetelmää, jossa ne
21 siirretään puhtaaseen meriveteen, pidetään hyvänä vaihtoehtona tankeissa
22 puhdistamiselle, jos simpukat ovat erittäin saastuneita (Baert ym. 2009a). EU:n direktiivin
23 91/492 mukaan C-luokan alueelta kerätyjä simpukoita täytyy pitää puhtaassa
24 luonnonvesistössä vähintään kaksi kuukautta.

25
26 Useissa tutkimuksissa on todettu että simpukat, jotka ovat bakteerimäärien perusteella
27 riittävän puhtaita nautittavaksi, ovat kuitenkin aiheuttaneet virusinfektioita (Carter 2005,
28 Lees 2000). Simpukoiden puhdistamiseen tarvitaan tehokkaampia menetelmiä ja
29 viruskontaminaation osoittamiseksi tarvittaisiin tarkempia indikaattoreita. Bakteriofaagi
30 FRNA näyttäisi Dore ym. (2000) tutkimuksen mukaan soveltuvan indikaattoriksi
31 noroviruskontaminaation osoittamiseen myyntivalmiissa simpukoissa.

32
33 Hepatiitti A-viruksen ja rotaviruksen on huomattu vähenevän keinotekoisesti
34 kontaminoiduista simpukoista <2 log verran neljän päivän puhdistuksen jälkeen (Baert ym.
35 2009a). Saman puhdistuskäsittelyn jälkeen adenoviruksen ja polioviruksen määrä väheni 3
36 log verran. Puhdistustehon ero johtuu mahdollisesti eri virusten erilaisesta säilyvyydestä
37 simpukoissa ja simpukoiden mahdollisesta kyvystä selektiivisesti sitoa joitakin viruksia
38 itseensä. Ueki ym. (2007) tutkimuksessa tuli ilmi samansuuntainen ilmiö: keinotekoisesti
39 kontaminoiduissa ostereissa noroviruksen geenikopioita detektoitiin 10 päivän ajan
40 puhdistuksen aikana, mutta kissan kalikivirusta ei sen sijaan pystytty detektoimaan kolmen
41 päivän jälkeen. Le Guyader ym. (2006) tutkimuksessa on löydetty mahdollinen syy sille,

1 miksi norovirukset säilyvät niin hyvin ostereissa. Viruspartikkelit (NoVLP) sitoutuvat
2 spesifisesti α -sidoksella osterin ruuansulatuskanavan hiilihydraattirakenteisiin
3 terminaalisen N-asetyyliglukosamiinitähteen avulla.

4
5 Myös muut tekijät kuin viruskanta vaikuttavat siihen, kuinka hyvin osterit ja simpukat
6 puhdistuvat viruksista (Baert ym. 2009a). Tällaisia seikkoja ovat mm. alkuperäisen
7 kontaminaation suuruus, käytetty puhdistusmenetelmä, simpukan fysiologinen tila,
8 kausittaiset olosuhteet, veden lämpötila ja suolapitoisuus.

9
10

11 **5.4 Lainsäädäntö ja omavalvonta**

12

13 **5.4.1 Lainsäädäntö elintarviketeollisuudessa ja vesilaitoksilla**

14

15 Omavalvonta tuli lakisääteiseksi Suomessa vuoden 1995 alusta terveydensuojelulain
16 763/1994 astuttua voimaan. Sen perusteella toiminnanharjoittajan pitää tuntea
17 elintarvikkeiden käsittelyyn liittyvät hygieeniset vaarat ja laatia suunnitelma, jonka avulla
18 pystytään poistamaan ja estämään terveyshaittoja aiheuttavat epäkohdat.
19 Terveydensuojelulain omavalvontavelvoite perustui Euroopan neuvoston
20 hygieniadirektiiviin 93/43/ETY, joka korvattiin Euroopan parlamentin ja neuvoston
21 asetuksella (EY) N:o 852/2004. Muutoksen tavoitteena oli kokonaisvaltaisen ja yhtenäisen
22 politiikan soveltaminen kaikkiin elintarvikkeisiin maatilalta myyntiin kuluttajalle.

23

24 Omavalvonnasta säädetään kansallisessa elintarvikelaissa 2006/23, joka perustuu em.
25 asetukseen 852/2004. Elintarvikelaissa **omavalvonnalla** tarkoitetaan elintarvikealan
26 toimijan omaa järjestelmää, jolla toimija pyrkii varmistamaan, että elintarvike,
27 alkutuotantopaikka ja elintarvikehuoneisto sekä siellä harjoitettava toiminta täyttävät niille
28 elintarvikemääräyksissä asetetut vaatimukset. Elintarvikelain mukaan elintarvikealan
29 toimijoiden on laadittava HACCP (engl. Hazard Analysis and Critical Control Points) -
30 periaatteiden mukainen kirjallinen omavalvontasuunnitelma, toteutettava sitä käytännössä
31 ja pidettävä siihen liittyvää asianmukaista kirjanpitoa. Tarvittaessa
32 omavalvontasuunnitelma voi sisältää erilaisia hyvään hygieniakäytäntöön liittyviä ohjelmia
33 kuten puhtaanapito- ja näytteenotto-ohjelmat.

34

35 Vastuu siitä, että elintarviketyöntekijällä on riittävät perustiedot mikrobiologiasta,
36 ruokamyrkytyksistä, hygieenisistä työtavoista, henkilökohtaisesta hygieniasta,
37 puhtaanapidosta, omavalvonnasta ja elintarvikehygieniaan liittyvästä lainsäädännöstä, on
38 toiminnanharjoittajalla. Elintarvikehuoneistossa helposti pilaantuvia elintarvikkeita
39 käsitteleviltä henkilöiltä vaaditaan todistus elintarvikehygieenisestä osaamisesta, eli

1 hyväksytysti suoritetusta hygieniaosaamistestistä myönnettävä nk. hygieniapassi. Siitä ja
2 osaamisen testaamisesta säädetään sosiaali- ja terveysministeriön asetuksella
3 (hygieniaosaamisasetus) 1115/2001.

4
5 Myös elintarviketeollisuudessa käytettävän veden laadusta on säädetty
6 elintarvikehygienia-asetuksessa EY 852/2004. Asetuksen mukaan juomavettä on
7 käytettävä aina, kun on tarpeen varmistua siitä, etteivät elintarvikkeet saastu. Jos
8 käytetään muuta kuin juomavettä, sen käyttö ei saa aiheuttaa saastumisriskiä. Sosiaali- ja
9 terveysministeriön (STM) asetus 461/2000 talousveden laatuvaatimuksista ja
10 valvontatutkimuksista määrää laboratorioanalyyseista ja näytteenotosta sekä antaa
11 talousvesianalyyseille arviointikriteerit. Asetuksen mukaan talousvesi ei saa sisältää
12 pieneliöitä, loisia tai kemiallisia aineita sellaisessa määrin tai pitoisuuksina, joista voi olla
13 haittaa ihmisen terveydelle. Asetus perustuu ihmisten käyttöön tarkoitetun veden laadusta
14 annettuun neuvoston direktiiviin 98/83/EY.

15
16 Virusten esiintyvyydelle tai pitoisuudelle elintarvikkeissa ja talousvedessä ei ole asetettu
17 lakisääteisiä raja-arvoja. Komission asetus elintarvikkeiden mikrobiologisista vaatimuksista
18 (EY) 2073/2005 ei edellytä virusten tutkimista tuotannosta. Asetus 461/2000 ei puolestaan
19 edellytä virusten määrän tutkimista talousvedestä. Tärkeimpiä syitä kriteereiden
20 puuttumiselle lienee virustutkimusten rajoitettu saatavuus, sillä analyysitarjontaa ei ole
21 juurikaan saatavilla. Tähän lienee syynä elintarvikkeiden rutiinomaiseen virusseurantaan
22 soveltuvien edullisten menetelmien puute.

23
24 Elintarvikealan toimijalla on vastuu tuottamastaan, jalostamastaan, myymästään,
25 tarjoamastaan tai välittämästään elintarvikkeesta. STM:n asetuksen 251/2007 mukaan
26 toimijalla on vastuu myös ruokamyrkytysepidemian selvittämisestä yhdessä viranomaisten
27 kanssa. Kun toimija on saanut tiedon käsittelemänsä elintarvikkeen aiheuttamasta
28 ruokamyrkytyksestä tai hän epäilee käsittelemänsä elintarvikkeen voineen aiheuttaa
29 ruokamyrkytyksen, hänen on velvollinen ilmoittamaan siitä välittömästi kunnan
30 elintarvikevalvontaviranomaiselle. Lisäksi toimijan on annettava viranomaisille kaikki
31 heidän tarvitsemansa tieto.

32
33 Kaikista elintarvike- ja vesivälitteisten epidemioista kerätään tietoa Eviran ja Terveyden ja
34 hyvinvoinninlaitoksen (THL) yhteiseen ruokamyrkytysrekisteriin ja THL:n ylläpitämään
35 tartuntatautirekisteriin. Elintarvike- ja vesivälitteisten epidemioiden epäily- ja
36 selvitysilmoitukset on tehty 1.1.2010 alkaen uuteen sähköiseen ruokamyrkytysepidemioita
37 rekisteröivään sähköiseen järjestelmään (RYMY –tietojärjestelmään).

38
39 Vastuu ihmisistä eristettyjen epidemian aiheuttaneiden biologisten tai kemiallisten vaarojen
40 tarkemmasta tutkimuksesta ja seurannasta on THL:lla. Elintarvikkeista,

1 elintarvikehuoneistojen tuotantoympäristöstä ja alkutuotantopaikoista eristettyjen
2 aiheuttajien osalta tutkimusvastuu on Eviralla. Evira on velvollinen raportoimaan Suomen
3 ruokamyrkytystapaukset Euroopan yhteisöjen komissiolle, FAO/WHO:n
4 ruokamyrkytysrekisteriin ja Euroopan elintarviketurvallisuusviranomaisen (EFSA)
5 zoonosiraporttiin. (STM 251/2007).

6
7

8 **5.4.2 Elintarviketurvallisuusjärjestelmät elintarviketeollisuudessa**

9

10 Elintarviketurvallisuusjärjestelmäksi kutsutaan useista menettelyistä koostuvaa
11 järjestelmää, jonka avulla pyritään varmistamaan ruoan turvallisuus
12 käyttötarkoituksessaan. Maailmalla yleisimmin tunnettuja järjestelmiä on alun perin 1940-
13 luvulla Yhdysvaltojen armeijan virheanalyseista alkunsa saanut HACCP -järjestelmä. Siitä
14 ovat kehittyneet nykyisin luultavasti tunnetuimmat, kaikille elintarvikealan toimijoille
15 suunniteltu ISO 22000 ja elintarvikekauppaan räätälöity BCR (British Retail Consortium) -
16 järjestelmät.

17

18 HACCP on elintarvike- tai ainakin prosessikohtainen riskinhallintajärjestelmä, joka
19 laaditaan seitsemän perusperiaatteen nojalla (Taulukko 25). Järjestelmän suunnittelua
20 varten perustetaan työryhmä, jossa on monipuolista osaamista elintarvikkeiden
21 valmistamisesta, kuluttajaan kohdistuvista mahdollisista elintarvikeriskeistä jne. Ryhmän
22 tavoitteena on aluksi tunnistaa kuluttajan terveyden kannalta merkityksellisimmät vaarat,
23 joita voi päätyä elintarvikkeeseen sen valmistukseen käytetystä raaka-aineesta,
24 prosessista, käsittelystä, pakkaamisesta tms. (vaara-analyysi). Nämä HACCP -
25 järjestelmän kautta hallittavat vaarat voivat olla biologisia (kuten bakteerit, virukset ja
26 loiset), kemiallisia (kuten kemialliset aineet ja yhdisteet) tai fysikaalisia (kuten
27 vierasesineet). Seuraavassa HACCP:n vaiheessa tunnistetaan prosessista ne kriittiset
28 kohdat, joissa vaaroja tai tiettyä vaaraa voidaan vähentää, ehkäistä tai poistaa (kuten
29 keittäminen, suolaaminen jne.), ja asetetaan haluttuun lopputulokseen vaikuttavat raja-
30 arvot (kuten vähimmäislämpötila). Kriittisiin kohtiin suunnitellaan monitorointi, joka
31 mahdollistaa mahdollisimman ajantasaisen seurannan raja-arvojen sisällä pysymiseksi.
32 Mahdollisia poikkeamatilanteita varten tulee määritellä korjaavat toimenpiteet jo etukäteen
33 ja sisällyttää ne kirjallisina ohjeina HACCP -asiakirjoihin. Seuranta ja yleisestikin koko
34 HACCP -järjestelmä on dokumentoitava, ja sen toimivuus todennettava.

35

36

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31

Taulukko 25. HACCP:n seitsemän periaatetta

Periaate 1	Tee vaara-analyysi
Periaate 2	Tunnista kriittiset hallintapisteet
Periaate 3	Määrittele kriittiset rajat
Periaate 4	Rakenna seurantajärjestelmä
Periaate 5	Ohjeista korjaavat toimenpiteet
Periaate 6	Todenna järjestelmän toimivuus
Periaate 7	Dokumentoi

HACCP ei toimi irrallisena järjestelmänä, vaan se tarvitsee tuekseen hyvän hygienian käytäntöjä ja ohjelmia, joiden avulla mm. elintarvikkeen valmistuslinja ympäristöineen pidetään puhtaana, koneet huollettuina, elintarviketyöntekijät tietoisina työn edellyttämistä toimintatavoista. HACCP ei sovellu kaikkiin elintarvikealan yrityksiin, sen sijaan näiden yleisten ns. hyvien hygieniakäytäntöjen (good hygiene practice, GHP) avulla voidaan hallita elintarviketurvallisuusriskejä sellaisissakin yrityksissä, joiden prosesseihin ei kuulu selkeitä vaaraa ehkäiseviä, vähentäviä tai poistavia kriittisiä hallintapisteitä (esim. lihanleikkaamot, kasvispakkaamot).

Siinä missä omavalvonnalla tarkoitetaan järjestelmää, jonka avulla toimija varmistaa täyttävänsä elintarvikemääräyksissä asetetut vaatimukset, ISO 22000 vastaa yleisemminkin alan vaatimukseen ja sisältää myös laadunhallintaan liittyvän seurantajärjestelmän.

Suomalaisilta elintarvikealan yrityksiltä vaadittu omavalvonta on ensisijaisesti hyvän hygienian käytäntöihin ja lainsäädännön täyttämisen varmistamiseen perustuva elintarviketurvallisuus-järjestelmä. Puhdasoppisia HACCP -järjestelmiä on yleensä vain suurimmilla toimijoilla. Elintarviketeollisuusliitto (ETL) on tuottanut eri elintarviketeollisuuden aloja varten omavalvontaoppaita omavalvonta-suunnitelman tekemiseen esimerkkien avulla kala-, kasvis-, marja-, leipomo-, liha-, valmisruoka-, maidonjalostus- ja makeisteollisuutta varten. Oppaissa käsitellään jonkin verran viruksiin, etenkin norovirukseen, liittyviä riskejä. Elintarvikkeeseen päätyntä virusta pidetään oppaissa pääasiassa joko elintarviketyöntekijästä tai saastuneesta vedestä lopputuotteeseen siirtyneenä vaarana.

1 5.4.3 Omavalvonta ja riskinhallinta vesilaitoksissa

2

3 Vedenpuhdistuslaitoksen riskienhallinnassa voidaan käyttää esimerkiksi HACCP HAZOP
4 (Hazard and Operability Study), tai WSP (Water Safety Plan) -järjestelmiä (Nikula ym.
5 2009).

6

7 Talousvettä toimittavassa laitoksessa työskentelevällä, talousveden laatuun vaikuttavia
8 toimenpiteitä tekevällä henkilöllä on sosiaali- ja terveysministeriön asetuksen 1351/2006
9 mukaan oltava riittävät perustiedot veden hankinnasta, veden mikrobiologiasta ja
10 kemiasta, talousveden puhdistustekniikasta, vesijohtoverkoston hygieniasta,
11 henkilökohtaisesta hygieniasta, talousveden käyttötarkkailusta ja talousveden laatuun
12 liittyvästä lainsäädännöstä. Työntekijät suorittavat Valviran (Sosiaali- ja terveysalan lupa-
13 ja valvontavirasto, aikaisemmin Sosiaali- ja terveydenhuollon tuotevalvonta, STTV)
14 järjestämän ja kehittämän osaamistestin (OSTI) ja saavat testistä suoriuduttuaan nk.
15 ”vesihygieniapassin”. Työntekijöiden tekninen ja hygieeninen osaaminen on, kuten
16 elintarvikealallakin, toimijan vastuulla.

17

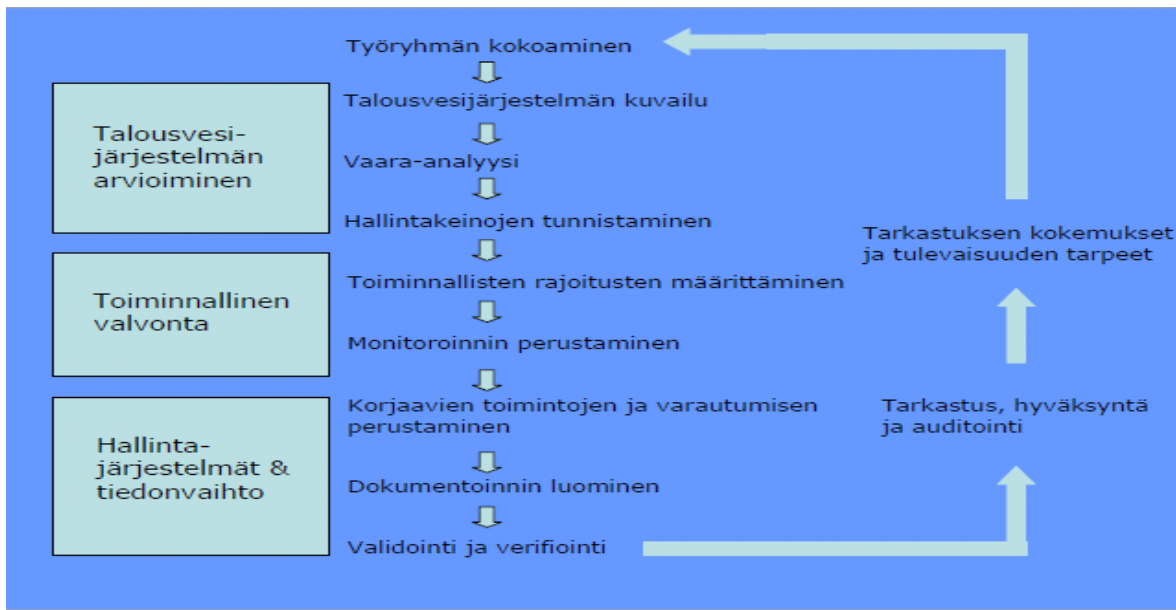
18 WSP on maailman terveysjärjestö WHO:n laatima juomaveden laadunhallintajärjestelmä,
19 jota käytetään talousveden turvallisuuden varmistamiseksi (Bartram ym. 2009, Davison
20 ym. 2005). WSP:n tavoitteena on taata turvallinen vesihuolto joka tilanteessa valuma-
21 alueelta kuluttajan käyttämään veteen (Bartram ym. 2009). WSP kehitettiin vesilaitoksissa
22 sovellettujen ISO 9001, HACCP ja ISO 22000 pohjalta.

23

24 WSP -järjestelmä sisältää samoja elementtejä kuin HACCP ja ISO -järjestelmät:
25 työryhmän (osaamisen) kokoamisen jälkeen kuvaillaan prosessin eri vaiheet, tehdään
26 vaara-analyysi, määritellään toiminnan kannalta merkitykselliseksi tunnistettujen vaarojen
27 hallintakeinot ja niille hyväksyttävät raja-arvot ja raja-arvojen seuranta; validoidaan ja
28 verifioidaan järjestelmä sekä dokumentoidaan ja päivitetään toiminta. (Bartram ym. 2009).
29 Kuvassa 6 on kuvattu WSP -suunnitelman vaiheet.

30

31



1
2 Kuva 6. WSP:n eri vaiheet. Kuvasta puuttuvat kaikkia vaiheita koskevat tukiohjelmat. Nämä ovat
3 toimintoja, joilla varmistetaan, ettei toimintoympäristö ja sen laitteet, eivätkä ihmiset itsessään aiheuta
4 lisäriskin lähdettä. (Nikula ym. 2009, Bartram ym. 2009 mukaan).

5
6
7 Vuonna 2004 tehdystä pilottihankkeesta arvioitiin Urjalan kunnan pienen
8 vesihuoltolaitoksen ja Nokian kaupungin suuren vesihuoltolaitoksen talousvesijärjestelmät
9 WSP -mallin mukaan. Myös Helsingin vesi käyttää WSP:n mukaista järjestelmää. (Nikula
10 ym. 2009).

11
12 Vesilaitoksilla on käytössään myös poikkeamatarkasteluun perustuvia järjestelmiä kuten
13 Hazard and Operability (HAZOP), joiden avulla pyritään tunnistamaan toimintaprosessin
14 häiriöistä aiheutuvat vaarat. Poikkeamatarkastelu soveltuu sekä veden laadun että veden
15 riittävyden häiriöiden tunnistamiseen. (Nikula ym. 2009).

16
17 Gaia Consulting Oy:n vuonna 2009 tekemässä VIRIKE - Vesihuollon riskienhallinnan
18 nykytila ja kehittämistarpeet -raportissa selvitettiin kyselytutkimuksella vesilaitoksien
19 tekemää riskienhallintaa ja selvityksessä kävi ilmi, että esimerkiksi pohjavettä käyttävistä
20 laitoksista 23 %:a ei ollut arvioinut riskejään lainkaan. Toisaalta 60 %:a pohjavettä
21 käyttävistä vesilaitoksista oli sitä mieltä, että raakavedenmuodostusalueeseen liittyviä
22 riskejä oli arvioitu hyvin. Pintavettä käyttävissä laitoksissa vaara-analyysia ei ollut tehnyt
23 35 %:a vastaajista, toisaalta 35 %:a katsoi, että niissä oli arvioitu raakaveden
24 muodostukseen liittyviä riskejä hyvin. (Nikula ym. 2009).

25
26 Erityyppisissä vesilaitoksissa jotakin tiettyä vaara-analyysimenetelmää oli käyttänyt 11 %:a
27 vastanneista. Nämä vastaajat tunnistivat menetelmistä WSP:n mukaisen arviointikehikon,
28 HACCP:n, ISO 22000:n, poikkeamatarkastelun ja häiriöiden tunnistamisen kautta etenevät

1 skenaariotyö ja tapahtumapuut. Jotkut olivat käyttäneet konsultin käyttämää menetelmää,
2 omaa vankkaa ammattitaitoaan tai ”erilaisia viime vuosina ilmestyneitä oppaita”.

3

4 Jotkut vedenpuhdistuslaitokset ovat soveltaneet HACCP:tä riskien arvioimiseen,
5 esimerkiksi Ylä-Savon Vesi Oy, jonka hallintaan kuuluu kymmenen vesilaitosta ja viisitoista
6 vedenottamoaa, on kartoittanut riskejään HACCP:hen perustuvan riskinhallintamenetelmän
7 mukaan. Menetelmän avulla on saatu luotua rakenteet mahdollista
8 laadunvalvontajärjestelmää varten, joka voitaisiin tehdä esimerkiksi elintarviketeollisuuden
9 käyttämän ISO 22 000 -standardin mukaan. (Hämäläinen 2008).

10

11 Valvira on julkaissut vesilaitosten valvontatutkimusohjelman ohjeen vuonna 2009. Sen
12 avulla vesilaitos voi räätälöidä itselleen tutkimussuunnitelman, joka täyttää STM:n
13 asetukseen 461/2000 kirjatut velvoitteensa talousveden laatuvaatimuksista ja
14 valvontatutkimuksista. Ohjeessa neuvotaan myös arvioimaan riskin suuruutta ja
15 kirjaamaan ohjeet korjaavista toimenpiteistä. Kun vesilaitos tekee itselleen ohjeen
16 mukaisen valvontasuunnitelman, se saa samalla dokumentoitua toimintansa.
17 Valvontatutkimusohjelma voi toimia hyvänä omavalvonnan dokumentaationa.

18

19 Tulevaisuudessa EU:n juomavesidirektiiviä ollaan uudistamassa ja tavoitteena on
20 integroida siihen WSP -periaate. Tämä tulee todennäköisesti muuttamaan Suomen
21 tilannetta ja tiukentamaan vesilaitosten omavalvontaa. (Nikula ym. 2009).

22

23

24 **5.5 Yhteenveto virusten riskinhallintakeinoista elintarviketeollisuudessa**

25

26 Vesilaitoksilta elintarviketeollisuuteen tuleva vesi voi olla käsitelty jollain veden
27 desinfektio menetelmistä: kloorauksella, otsonoinnilla tai UV-käsittelyllä. Nämä menetelmät
28 voivat vähentää virusten siirtymisen riskiä elintarviketeollisuuteen. Ongelmana on se, että
29 nämä menetelmät eivät ole riittävän tehokkaita, jos viruskontaminaatio on suuri.
30 Tarvittaisiin myös enemmän tutkimusta eri menetelmien tehosta virusten vähentämisessä.

31

32 Elintarviketeollisuudessa virukset voivat levitä raaka-aineen, työntekijän (lähinnä käsien) ja
33 pintojen välityksellä. On olemassa lukuisia tutkimuksia eri desinfektioaineiden tehosta
34 virusten vähentämisessä pinnoilta ja työntekijöiden käsistä.

35

36 Virusten desinfectiota pinnoilta on tutkittu paljon ihmisen noroviruksen malliviruksilla hiiren
37 noroviruksilla ja kissan kalikiviruksilla, muttei niin paljon ihmisen noroviruksella. Kissan
38 kalikiviruksen soveltuvuutta ihmisen noroviruksen mallivirukseksi on kuitenkin
39 kyseenalaistettu (Cannon ym. 2006). Eri tutkimuksissa on tutkittu eri alkoholien, muiden

1 aineiden ja seosten tehoa eri pitoisuuksina ja vaikutusaikoina. Tutkimuksissa (taulukot 17
2 ja 18) on havaittu mm. 60-prosenttisen (v/v) etanolin tehoavan hyvin hiiren kalikivirukseen
3 sekä puhtaalla että punasoluilla liatulla pinnalla. Myös 1-propanolin on havaittu
4 vähentävän hyvin hiiren kalikivirusten määrää sekä puhtaalta että punasoluilla liatulta
5 pinnalta (pitoisuuksina 30,40 ja 60 % v/v). Muista aineista on todettu mm. peretikkahapon
6 (1000 ppm) ja glutaraldehydin (2500 ppm) tehoavan hyvin hiiren kalikivirukseen. Seoksista
7 on tehonnut hyvin hiiren kalikivirukseen sekä ihmisen norovirukseen mm.
8 desinfektioaineen ja neutralointiaineen seos, jossa tehoaineina oli 3 %
9 natriumhypokloriittia ja 1 % natriumtiosulfaattia. Kissan kalikivirusten määrää on
10 vähentänyt hyvin mm. seos, jossa on ollut tehoaineena 60-prosenttinen etanoli ja 0,1-
11 prosenttinen kvatti. Myös sekä 0,1-prosenttinen että 2,0-prosenttinen
12 natriumhypokloriittiliuos on tehonnut kissan kalikiviruksiin.

13 Myös käsien desinfektion tehoa virusten inaktivoimisessa on tutkittu jonkin verran
14 (taulukko 19). Eniten on tutkittu alkoholien ja alkoholipohjaisten desinfektioaineiden
15 vaikutusta. Alkoholit eivät ole eri tutkimusten mukaan tehokkaita vaipattomien virusten
16 desinfektiossa. Useimmissa tutkimuksissa virusten määrä on vähentynyt alle 90 %:a,
17 jolloin jäljelle jäänyt viruspartikkelimäärä riittäisi aiheuttamaan infektion. Myös muiden kuin
18 alkoholien tehoa on tutkittu. Tuoteformulaatio, joka sisälsi 70-prosenttisen etanolin lisäksi
19 sitruunahappoa, kationisen polymeerin PQ-37:n sekä hydroksipropyyliselluloosaa tehosi
20 mm. kissan kalikivirukseen ja rotavirukseen hyvin.

21 Elintarviketeollisuudessa pyritään parantamaan valmistettavan elintarvikkeen
22 säilyvyyssäikää. Eri menetelmät voivat vähentää virusten määrää tuotteissa, joskin yleensä
23 ne tehoavat parhaiten bakteereihin, joita varten ne on kehitettykin.

24 Jäähdytys ja pakastaminen eivät ole kovin tehokkaita menetelmiä virusten määrän
25 vähentämisessä (taulukko 20). Virukset voivat kestää myös tuotteen happamoittamisen eli
26 säilyä matalassa pH:ssa (taulukko 21). Joissakin tutkimuksissa on saatu inaktivoitua
27 viruksia tehokkaasti matalassa pH:ssa, mutta ongelmana on, ettei elintarvikkeen pH voi
28 olla kovin matala.

29 Veden aktiivisuuden ja suhteellisen kosteuden vaikutusta virusten määrään on tutkittu
30 vähän elintarvikkeissa ja niiden vaikutusta viruksiin tulisikin tutkia enemmän. Myöskään
31 kylmäkuivauksen vaikutusta viruksiin ei ole tutkittu riittävästi. Tähän mennessä tehdyissä
32 tutkimuksissa pelkän kylmäkuivauksen ei ole havaittu vähentävän viruksen määrää
33 merkittävästi.

34 Elintarvikkeiden pakkaamisessa voidaan käyttää muunnettua ilmakehää, mikä estää
35 bakteerien ja sienten aiheuttamaa pilaantumista. Tutkimustietoa muunnetun ilmakehän
36 vaikutuksista viruksiin on vähän. Yhdessä tutkimuksessa havaittiin, että muunnetun
37 ilmakehän käyttö ei vaikuttanut viruksen säilyvyyteen lehtisalaatissa. Itse asiassa

1 käytettäessä normaalia MAP-pakkausta korkeampaa hiilidioksidipitoisuutta (70 %),
2 viruksen säilyvyys jopa parani tuotteessa.

3 Mikrobien inaktivaatioon tähtäävän on lämpökäsittelyn vaikutusta virusten inaktivoinnissa
4 on tutkittu sekä soluviljelmien avulla että elintarvikkeissa (taulukko 22). Lämpökäsittely
5 saattaa olla riittävä, jos sekä käytetty lämpötila että käsittelyaika ovat riittävät. Perinteinen
6 pastörointi vähentää virusten määrää yleensä riittävästi, kun taas lyhytaikainen pastörointi
7 (72 °C, 15 s) ei vaikuta virusten määrään merkittävästi. Lämpökäsittelyn tehokkuuteen
8 vaikuttaa lämpötilan lisäksi myös ruuan koostumus ja rakenne. Esimerkiksi joissakin
9 tutkimuksissa on havaittu suuremman sokeripitoisuuden ja rasvapitoisuuden pidentävän
10 virusten inaktivaatioon tarvittavaa aikaa, mutta kaikissa tutkimuksissa ei tällaista ilmiötä ole
11 todettu.

12
13 Korkeapainekäsittelyä on käytetty elintarviketeollisuudessa monenlaisiin elintarvikkeisiin,
14 kuten erilaisiin hedelmä- ja vihannespohjaisiin, viileässä säilytettäviin tuotteisiin.
15 Korkeapainekäsittelyn etu, verrattuna esimerkiksi lämpökäsittelyyn, on se, ettei käsittely
16 vaikuta merkittävästi käsiteltävän elintarvikkeen kemiallisiin ja fysikaalisiin ominaisuuksiin.
17 Korkeapainekäsittelyn vaikutusta virusten säilymiseen on tutkittu pääosin käyttämällä
18 tutkimuksissa soluviljelmiä, mutta tutkimuksia on tehty myös elintarvikkeilla (taulukko 23).
19 Virusten ja myös muiden mikro-organismien inaktivoitumiseen vaikuttaa eniten paineen
20 suuruus, mutta myös painekäsittelyn kestolla on vaikutusta. Korkeapainekäsittelyssä
21 käytettävän paineen suuruus riippuu siitä, minkä mikro-organismien määrää halutaan
22 vähentää. Korkeapainekäsittely voi vähentää hepatiitti A -virusten ja norovirusten määrää
23 merkittävästi, mutta enterovirusiin se ei vaikuta yhtä tehokkaasti.

24
25 Tuoretuotteiden eli vihannesten ja marjojen dekontaminaatiokäsittelyillä pyritään tuotteiden
26 pidempään säilyvyyteen. Etenkin valmiiksi paloitetujen vihannesten säilyvyyden
27 pidentämiselle on tarvetta. Dekontaminaatiokäsittelyjä ovat mm. vedellä peseminen ja
28 peseminen klooratulla tai muuta kemikaalia sisältävällä vedellä. Erilaisten
29 dekontaminaatiokäsittelyjen tehosta virusten määrän vähentämisessä on olemassa useita
30 tutkimuksia (taulukko 24), joiden mukaan dekontaminaatiokäsittelyillä saadaan
31 vähennettyä eri virusten määrää keskimäärin melko vähän. Jos tehokkuutta haluttaisiin
32 lisätä, vaadittaisiin kemikaalien käyttöä suurempina pitoisuuksina, mikä taas aiheuttaisi
33 aistinvaraisia ongelmia tuotteisiin. Toisaalta suurempienkaan pitoisuuksien tehosta ei ole
34 takeita.

35
36 Ostereiden ja simpukoiden virusmäärää voidaan vähentää puhdistamalla niitä
37 puhtasvesitankeissa tai puhtaassa luonnonvedessä. Joissain tutkimuksissa on havaittu
38 virusten määrän vähenevän näillä menetelyillä. Virusten puhdistamiseen tarvittaisiin
39 kuitenkin tehokkaampia menetelmiä ja viruskontaminaation osoittamiseksi tarvittaisiin

1 tarkempia indikaattoreita. Ulosteperäisen saastumisen indikaattoreina käytettävien
2 bakteerien määrä simpukoissa ja ostereissa ei korreloi virusmäärän kanssa.
3
4 Elintarviketurvallisuusjärjestelmien ja hyvin suunniteltujen prosessien avulla pystytään
5 vähentämään virusten esiintymisen riskiä elintarviketeollisuudessa. Erilaiset yleiset
6 hygieniakäytännöt, jotka tehoavat bakteereihin, voivat tehotta myös viruksiin.
7 Riskinhallinnan kannalta on ongelmallista, ettei ole olemassa mitään lainsäädännöllistä
8 velvoitetta tutkia virusten esiintyvyyttä teollisuudessa eikä viruksille ole olemassa
9 lakisääteisiä raja-arvoja. Tutkimusvelvoitetta ei kuitenkaan voi olla ennen kuin
10 käytettävissä on tarpeeksi helppokäyttöisiä ja luotettavia virusten osoitusmenetelmiä.
11

1 **6. Tutkimustarpeita**

2

3 Jotta pystyttäisiin arvioimaan luotettavasti eri virusten aiheuttamaa riskiä
4 elintarviketuotannossa ja tekemään kattava kvantitatiivinen riskinarviointi, tarvittaisiin
5 monesta tutkimusaiheesta lisää tietoa. Tietoa tarvitaan myös siihen, miten pystytään
6 vähentämään viruksen esiintymisen todennäköisyyttä. Lisää tutkimustuloksia tarvitaan
7 erityisesti seuraavista:

- 8 • virukset ja niiden esiintyminen elintarviketuotannossa
- 9 • vedenpuhdistus ja vesi
- 10 • elintarviketeollisuuden riskinhallintamenetelmät
- 11 • puhdistus ja desinfiointi

12

13 **Virukset ja niiden esiintyminen elintarviketuotannossa**

14 Eri virusten esiintyvyydestä ja määristä eri elintarvikkeissa tarvittaisiin lisää tietoa.
15 Riskinarviointia varten tarvittaisiin myös enemmän tietoa virusten leviämisreiteistä ja
16 nopeudesta.

17

18 **Vesi ja vedenpuhdistus**

19 Jotta pystyttäisiin määrittämään, millaisen virusriskin talousvesi voi aiheuttaa
20 elintarviketeollisuudelle, tulisi tutkia käytössä olevien vedenpuhdistusmenetelmien tehoa
21 viruksiin. Lisäksi tulisi kartoittaa virusten esiintyvyyttä pohjavedessä, jota ei yleensä
22 puhdisteta.

23

24 **Elintarviketeollisuuden riskinhallintamenetelmät**

25 Elintarviketeollisuudessa käytössä olevat riskinhallintamenetelmät voivat vähentää
26 virusten määrää, vaikka tietoa on ennemminkin niiden vaikutuksesta bakteereihin.
27 Lisätutkimuksia tarvittaisiin erityisesti veden aktiivisuuden madaltamisen vaikutuksesta
28 virusmäärään, samoin kylmäkuivauksen ja muunnetun ilmakehän käytön vaikutuksista.

29

30 **Puhdistus ja desinfiointi**

31 Pesu- ja desinfiointiaineiden tehosta tarvittaisiin lisätietoa etenkin niiden viruskohtaisesta
32 vaikutuksesta erilaisissa tuotanto-olosuhteissa ja lämpötiloissa. Puhdistus- ja
33 desinfektioaineiden tehoa tulisi tutkia eri pitoisuuksilla ja vaikutusajoilla. Jos halutaan
34 arvioida tietyn elintarvikeyrityksen virusriskiä, tulisi tutkia kyseisessä tuotantolaitoksessa
35 käytettyjen puhdistus- ja desinfiointiaineiden tehoa käytetyissä puhdistusolosuhteissa.
36 Myös käsien desinfiointiaineista tarvittaisiin enemmän tietoa, sillä nykyisin käytössä
37 olevien aineiden teho vaipattomiin viruksiin ei ole riittävän hyvä. Tutkimusten avulla pitäisi
38 pyrkiä löytämään elintarviketeollisuuteen soveltuvia riittävän tehokkaita käsien
39 desinfiointiaineita.

40

1 7. Johtopäätökset

2

3 Yleisimpiä ihmisille mahasuolitulehduksia aiheuttavia viruksia ovat norovirukset ja hepatiitti
4 A -virukset. Norovirusten monet ominaisuudet, kuten pieni infektioannos, erittyminen
5 oireettomilla kantajilla ja ennen oireiden ilmaantumista sekä kestävyys monenlaisia
6 olosuhteita vastaan, mahdollistavat noroviruksen tehokkaan leviämisen ruuan, veden,
7 pintojen ja työntekijöiden (kädet, uloste, oksennus) välityksellä.

8

9 Norovirukset aiheuttavat Suomessa vuosittain suuren osuuden kaikista
10 elintarvikevälikkeisistä epidemioista. Vuosina 1998–2008 on norovirusten aiheuttamien
11 epidemioiden määrä vaihdellut 4–16 välillä, ollen prosentuaalisesti 12–46 %:a kaikista
12 elintarvikevälikkeisistä epidemioista. Viimevuosina on norovirus aiheuttanut mikrobeista
13 eniten ruokamyrkytys-epidemioita myös EU-tasolla. Yleisimmät raportoituun
14 elintarvikevälikkeisen epidemian puhkeamiseen johtaneet tekijät ovat olleet virusta erittävä
15 työntekijä ja saastunut raaka-aine. Kasvikset ja kasvistuotteet ovat olleet yleisin epidemian
16 aiheuttanut elintarvikeryhmä vuosina 2000–2008. Yksittäisistä elintarvikkeista mm.
17 ulkomaalaiset pakastevadelmat, osterit ja salaatti on usein todettu epidemian aiheuttajiksi.
18 Osaksi epidemiat painottuvat näihin elintarvikkeisiin, koska niistä pystytään analysoimaan
19 viruksia toisin kuin monista muista elintarvikkeista.

20

21 Norovirukset aiheuttavat myös joitain vesivälikkeisiä epidemioita vuosittain. Vesivälikkeisten
22 norovirusten aiheuttamien epidemioiden lukumäärä on vaihdellut 0-5 välillä vuosina 1998–
23 2008, ollen yhteensä 23. Vesivälikkeisissä epidemioissa on sairastuneiden määrä usein
24 korkea. Norovirusten aiheuttamat epidemiat johtuvat useimmiten puhtaan veden
25 saastumisesta. Esimerkiksi Nokiolla 2007 tapahtuneessa epidemiassa pääsi teknistä vettä
26 juomavesiverkostoon, mistä aiheutui 1000 ihmistä sairastuttanut epidemia.

27

28 Monenlaiset tekijät vaikuttavat (noro) virusriskin suuruuteen elintarviketeollisuudessa.
29 Virusriskiin vaikuttavat mm. raaka-aineet, käytetty vesi, prosessi, työntekijät ja pinnat.
30 Vesilaitokset ja niiltä tuleva vesi voi olla riski elintarviketuotantolaitoksille, jos se on
31 saastunut sellaisella määrällä virusta, johon eivät käytössä olevat
32 vedenpuhdistusmenetelmät tehoa tai jos saastunut vesi on pohjavettä, jota ei useinkaan
33 puhdisteta. Elintarviketuotannossa ja puhdistuksessa käytetty saastunut vesi voi tällöin
34 kontaminoida tuotteen ja päätyä pahimmillaan kuluttajalle asti.

35

36 Työntekijät ovat olleet myötävaikuttamassa useiden epidemioiden syntyyn. Oireettomat tai
37 oksentelevat työntekijät voivat levittää virusta mm. toisiin työntekijöihin, käsistä pinnoille,
38 pinnoilta käsiin, käsistä ruokaan ja näiden erilaisina yhdistelminä. On tutkittu ja on havaittu,
39 että virus voi säilyä monenlaisilla pinnoilla pitkiäkin aikoja. Tutkimuksissa virus on säilynyt

1 jopa 56 päivän ajan polyvinyylipinnalla ja ruostumattomalla teräspinnallakin 49 päivän
2 ajan.

3
4 Monet asiat vaikuttavat virusten esiintymiseen elintarviketeollisuudessa ja on olemassa
5 monia menettelyjä, jotka saattavat vähentää viruksen esiintymisen todennäköisyyttä.
6 Erilaisia keinoja, jotka vaikuttavat virusten esiintyvyyteen ja määrään, ovat vesilaitoksilla
7 tapahtuva vedenpuhdistus, elintarviketuotantolaitoksissa pintojen ja käsien desinfektio ja
8 tietyt elintarvikkeiden valmistusprosessit ja riskinhallintakeinot.

9
10 Vesilaitoksien käyttämät veden desinfiointimenetelmät, klooraus, UV ja otsonointi,
11 saattavat vähentää virusten määrää vedessä. Tarvittaisiin kuitenkin enemmän
12 tutkimustietoa näiden tehosta. Vesilaitosten aiheuttamaa potentiaalista riskiä
13 elintarviketuotannolle tulisi tutkia kattavammin.

14
15 Pintojen desinfektio riittävän hyvin viruksiin tehoavilla desinfektioaineilla voi vähentää
16 virusten määrää huomattavasti. Eri tutkimuksissa on havaittu hiiren kalikiviruksen määrän
17 vähentyneen merkitsevästi käyttämällä desinfektioon mm. glutaraldehydiä (2500 ppm),
18 peretikkahappoa (1000 ppm), desinfektioainetta, jossa on tehoaineena 3-prosenttinen
19 natriumhypokloriitti ja 1-prosenttinen natriumtiosulfaatti sekä desinfektioainetta, jossa on
20 seoksena 60-prosenttista etanolia ja 0,1-prosenttista kvattiyhdistettä.

21 Käsien desinfektioaineista on eniten tutkittu alkoholeja ja alkoholipohjaisia
22 desinfektioaineita. Niiden on huomattu olevan suhteellisen tehottomia viruksiin. Paras teho
23 on tutkimuksissa saatu desinfektioaineseoksilla. Tulisikin tutkia lisää myös muiden kuin
24 pelkän alkoholin tehoa desinfektioon ja pyrkiä löytämään muita elintarviketeollisuuteen
25 soveltuvia tehokkaita aineita..

26
27 Monet menetelmät, jotka tehoavat hyvin bakteereihin, eivät tehoa viruksiin. Monet
28 menetelmät ovatkin alun perin kehitetty pidentämään elintarvikkeen säilyvyysaikaa,
29 estämään bakteerikasvua ja vähentämään bakteerien määrää. Elintarvikkeiden
30 jäähdyttäminen ja pakastaminen eivät vähennä merkittävästi virusten määrää.
31 Menetelmiä, joiden vaikutusta viruksiin pitäisi tutkia lisää, ovat mm. veden aktiivisuuden
32 madaltaminen, kylmäkuivaus ja muunnetun ilmakehän käyttö. Lämpökäsittelyn on havaittu
33 vähentävän virusten määrää huomattavasti, jos käsittely kestää riittävän pitkän ajan ja
34 lämpötila on tarpeeksi korkea. Myös korkeapainekäsittelyn on havaittu vähentävän
35 virusten määrää.

36
37 Tuoretuotteiden dekontaminaatiokäsittelyillä saadaan virusten määrää vähennettyä vain
38 hieman. Dekontaminaatiokäsittelyissä tuotteet pestään vedellä, kloorilla tai muuta

1 yhdistettä sisältävällä vedellä. Menetelmä ei kuitenkaan ole kovin tehokas, eikä eri
2 kasviksia voida pestä vedellä, jossa olisi suuri määrä kemikaalia. Ostereiden ja
3 simpukoiden puhdistamiseen tarvittaisiin nykyistä tehokkaampia menetelmiä.

4

5 Virusten osoittamiseen ja pitoisuuden määrittämiseksi tarvitaan tarkempia ja nopeampia,
6 rutiiniseurantaan soveltuvia analyysimenetelmiä. Myös virusindikaattoreita tulisi kehittää
7 tarkemmiksi. Näillä toimilla voitaisiin edistää tarkoituksenmukaisen virusseurannan
8 sisällyttämistä omavalvontaohjelmiin.

9

1 8. Lähdeluettelo

2

3 **Abad FX, Pintó RM, Bosch A. 1994.** Survival of Enteric Viruses on Environmental
4 Fomites. *Applied and Environmental Microbiology* 60(10): 3704-3710.

5

6 **Aggarwal R, Krawczynski K. 2000:** Hepatitis E: An overview and recent advances in
7 clinical and laboratory research. *Journal of Gastroenterology and Hepatology* 15:9-20.

8

9 **Ali Y, Dolan MJ, Fendler EJ, Larson EL. 2001.** Alcohols. Teoksessa: SS Block (toim.).
10 Disinfection, Sterilization, and Preservation. 1481 s. Lippincott Williams & Wilkins, USA.

11

12 **Ambert-Balay K, Lorrot M, Bon F, Giraudon H, Kaplon J, Wolfer M, Lebon P, Gendrel**
13 **D, Pothier P. 2008.** Prevalence and Genetic Diversity of Aichi Virus Strains in Stool
14 Samples from Community and Hospitalized Patients. *Journal of Clinical Microbiology*
15 46(4): 1252–1258.

16

17 **Anderson AD, Garrett VD, Sobel J, Monroe SS, Fankhauser RL, Schwab KJ, Bresee**
18 **JS, Mead PS, Higgins C, Campana J, Glass JR. 2001.** Multistate Outbreak of Norwalk-
19 like Virus Gastroenteritis Associated with a Common Caterer. *American Journal of*
20 *Epidemiology* 154(11): 1013-1019.

21

22 **Ansari SA, Sattar SA, Springthorpe VS, Wells GA, Tostowaryk W.1988.** Rotavirus
23 Survival on Human Hands and Transfer of Infectious Virus to Inanimate and Nonporous
24 Inanimate Surfaces. *Journal of Clinical Microbiology* 26(8): 1513-1518.

25

26 **Arpiainen M, Salo S, Wirtanen G. 2002.** Laitteiden puhdistuvuus- ja desinfiointitoimet.
27 Teoksessa: G. Wirtanen, (toim.). Laitehygienian elintarviketeollisuudessa.
28 Hygieniaongelmien ja *Listeria monocytogenes* hallintakeinot. VTT Publications 480,
29 183 s. Espoo, Suomi.

30

31 **Atmar RL, Opekun AR, Gilger MA, Estes MK, Crawford SE, Neill FH, Graham DY.**
32 **2008.** Norwalk Virus Shedding after Experimental Human Infection. *Emerging Infectious*
33 *Diseases* 14(10): 1553-1557.

34

35 **Baert L, Debevere J, Uyttendaele M. 2009a.** Review. The efficacy of preservation
36 methods to inactivate foodborne viruses. *International Journal of Food Microbiology* 131:
37 83-94.

38

- 1 **Baert L, Uyttendaele M, Stals A, van Coillie E, Dierick K, Debevere J, Botteldoorn N.**
2 **2009b.** Reported foodborne outbreaks due to noroviruses in Belgium: the link between
3 food and patient investigations in an international context. *Epidemiology and Infection* 137:
4 316–325.
- 5
6 **Baert L, Vandekinderen I, Devlieghere F, Van Coillie E, Debevere J, Uyttendaele M.**
7 **2009c.** Efficacy of Sodium Hypochlorite and Peroxyacetic Acid To Reduce Murine
8 Norovirus 1, B40-8, *Listeria monocytogenes*, and *Escherichia coli* O157:H7 on Shredded
9 Iceberg Lettuce and in Residual Wash Water. *Journal of Food Protection* 72: 1047-1054.
- 10
11 **Baert L, Uyttendaele M, Vermeersch M, van Coillie E, Debevere J. 2008a.** Survival and
12 Transfer of murine Norovirus 1, a surrogate for Human Noroviruses, during the Production
13 Process of Deep- Frozen Onions and Spinach. *Journal of Food Protection* 71: 1590-1597.
- 14
15 **Baert L, Uyttendaele, Van Coillie E, Debevere J. 2008b.** The reduction of murine
16 norovirus 1, *B.fragilis* HSP40 infecting phage B40-8 and *E. coli* after a mild thermal
17 pasteurization process of raspberry puree. *Food Microbiology* 25: 871-874.
- 18
19 **Baert L, Wobus CE, Van Coillie E, Thackray LB, Debevere J, Uyttendaele M. 2008c.**
20 Detection of Murine Norovirus 1 by Using Plaque Assay, Transfection Assay, and Real-
21 Time Reverse Transcription-PCR before and after Heat Exposure. *Applied and*
22 *Environmental Microbiology* 74(2): 543-546.
- 23
24 **Banker DD. 2003.** Viral hepatitis (Part I). *Indian Journal of Medical Sciences* 57(8): 363-
25 368.
- 26
27 **Bank-Wolf BR, König M, Thiel H-J. 2010.** Zoonotic aspects of infections with noroviruses
28 and sapoviruses. *Veterinary Microbiology* 140: 204-212.
- 29
30 **Barker J, Vipond IB, Bloomfield SF. 2004.** Effects of cleaning and disinfection in
31 reducing the spread of Norovirus contamination via environmental surfaces. *Journal of*
32 *Hospital Infection* 58: 42-49.
- 33
34 **Bartram J, Corrales L, Davison A, Deere D, Drury D, Gordon B, Howard G, Rinehold**
35 **A, Stevens M. 2009.** Water safety plan manual: step-by-step risk management for
36 drinking-water suppliers. World Health Organization. Geneva. Saatavissa osoitteesta
37 < http://www.who.int/water_sanitation_health/publication_9789241562638/en/index.html>
38 , noudettu 10.1.2010.
- 39

- 1 **Becker KM, Moe CL, Southwick KL, Maccormack JN. 2000.** Transmission of Norwalk
2 virus during a football game. *The New England Journal of Medicine* 17: 1223-1227.
3
- 4 **Bidawid S, Malik N, Adegbunrin O, Sattar SA, Farber JM. 2004.** Norovirus Cross-
5 Contamination during Food Handling and Interruption of Virus Transfer by Hand
6 Antisepsis: Experiments with Feline Calicivirus as a Surrogate. *Journal of Food Protection*
7 67(1): 103–109.
8
- 9 **Bidawid S, Farber JM, Sattar SA. 2001.** Survival of hepatitis A virus on modified
10 atmosphere-packaged (MAP) lettuce. *Food Microbiology* 18:95-102.
11
- 12 **Bidawid S, Farber JM, Sattar SA. 2000a.** Contamination of Foods by Food Handlers:
13 Experiments on Hepatitis A Virus Transfer to Food and Its Interruption. *Applied and*
14 *Environmental Microbiology* 66(7): 2759–2763.
15
- 16 **Bidawid S, Farber JM, Sattar A, Hayward S. 2000b.** Heat Inactivation of Hepatitis A
17 Virus in Dairy Foods. *Journal of Food Protection* 63(4): 522-528.
18
- 19 **Bintsis T, Litopoulou-Tzanetaki E, Robinson RK. 2000.** Existing and Potential
20 applications of ultraviolet light in the food industry - a critical review. *Journal of the Science*
21 *of Food and Agriculture* 80: 637-645.
22
- 23 **Black EP, Cascarino J, Guan D, Kniel KE, Hicks DT, Pivarnik LF, Hoover DG. 2010.**
24 Coliphage as pressure surrogates for enteric viruses in foods. *Innovative Food Science*
25 *and Emerging Technologies* 11: 239-244.
26
- 27 **Bore E, Langsrud S. 2005.** Characterization of micro-organisms isolated from dairy
28 industry after cleaning and fogging disinfection with alkyl amine and peracetic acid. *Journal*
29 *of Applied Microbiology* 2005: 96–105.
30
- 31 **Bowen A, Fry A, Richards G, Beuchat L. 2006.** Review article. Infections associated
32 with cantaloupe consumption: a public health concern. *Epidemiology and Infection* 134:
33 675–685.
34
- 35 **Boxman I, Dijkman R, Verhoef L, Maat A, van Dijk G, Vennema H, Koopmans M.**
36 **2009.** Norovirus on Swabs Taken from Hands Illustrate Route of Transmission: A Case
37 Study. *Journal of Food Protection* 72(8): 1753-1755.
38
- 39 **Bresee JS, Widdowson M-A, Monroe SS, Glass RI. 2002.** Foodborne Viral
40 Gastroenteritis: Challenges and Opportunities. *Clinical Infectious Diseases* 35: 748-753.

1
2 **Buckow R, Isbarn S, Knorr D, Heinz V, Lehmacher A. 2008.** Predictive model for
3 Inactivation of Feline Calicivirus, a Norovirus Surrogate, by heat and High Hydrostatic
4 Pressure. *Applied and Environmental Microbiology* 74(4):1030-1038.
5
6 **Burkhard III W, Calci KR. 2000.** Selective Accumulation May Account for Shellfish-
7 Associated Viral Illness. *Applied and Environmental Microbiology* 66(4): 1375-1378.
8
9 **Butot S, Putallaz T, Amoroso R, Sánchez G. 2009.** Inactivation of Enteric Viruses in
10 Minimally Processed Berries and Herbs. *Applied and Environmental Microbiology* 75(12):
11 4155-4161.
12
13 **Butot S, Putallaz T, Sánchez G. 2008.** Effects of sanitation, freezing and frozen storage
14 on enteric viruses in berries and herbs. *International Journal of Food Microbiology* 126: 30-
15 35.
16
17 **Calci KR, Meade GK, Tezloff RC, Kingsley DH. 2005.** High-Pressure Inactivation of
18 Hepatitis A Virus within Oysters. *Applied and Environmental Microbiology* 71: 339-343.
19
20 **Calder L, Simmons G, Thornley C, Taylor P, Pritchard K, Greening G, Bishop J.**
21 **2003.** An outbreak of hepatitis A associated with consumption of raw blueberries.
22 *Epidemiology and Infection* 131: 745-751.
23
24 **Cannon JL, Papafragkou E, Park GW, Osborne J, Jaykus L-A, Vinjé J. 2006.**
25 Surrogates for the Study of Norovirus Stability and Inactivation in the Environment: A
26 Comparison of Murine Norovirus and Feline Calicivirus. *Journal of Food Protection* 69(11):
27 2761-2765.
28
29 **Carter MJ. 2005.** Enterically infecting viruses: pathogenicity, transmission and significance
30 for food and waterborne infection. *Journal of Applied Microbiology* 98:1354-1380.
31
32 **Casteel MJ, Schmidt CE, Sobsey MD. 2008.** Chlorine disinfection of produce to
33 inactivate hepatitis A virus and coliphage MS2. *International Journal of Food Microbiology*
34 125: 267-273.
35
36 **CDC (Centers for Disease Control and Prevention). 2007.** Norovirus Outbreak
37 Associated with Ill Food-Service Workers - Michigan, January - February 2006. *Morbidity*
38 *and Mortality Weekly Report* 56(46): 1212-1216.
39 (<http://www.cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/mm5646a2.htm>). Noudettu 20.7.2010.
40

1 **CDC (Centers for Disease Control and Prevention). 1997.** Hepatitis A associated with
2 consumption of frozen strawberries - Michigan, March 1997. *MMWR Morbidity and*
3 *Mortality Weekly Report* 46(13):288-295.
4 (<http://www.cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/00047129.htm>). Noudettu 16.7.2010.
5
6 **Chandra V, Taneja S, Kalia M, Jameel S. 2008.** Molecular biology and pathogenesis of
7 hepatitis E virus. *Journal of Biosciences* 33(4): 451-464.
8
9 **Chironna M, Germinario C, De Medici D, Fiore A, Di Pasquale S, Quarto M, Barbuti S.**
10 **2002.** Detection of hepatitis A virus in mussels from different sources marketed in Puglia
11 region (South Italy). *International Journal of Food Microbiology* 75:11-18.
12
13 **Choi Y, Choi Y-J. 2010.** The effects of UV-disinfection on drinking water quality in
14 distribution systems. *Water Research* 44:115-122.
15
16 **Clark B, McKendrick K. 2004:** A review of viral gastroenteritis. *Current Opinion in*
17 *Infectious Diseases* 17: 461–469.
18
19 **Cords BR, Burnett SL, Hilgren J, Finley M, Magnuson J. 2005.** Sanitizers: Halogens,
20 Surface-Active Agents, and Peroxides. Teoksessa: PM Davidson, JN Sofos, AL Branen
21 (toim.), *Antimicrobials in Food*, 720 s. Taylor&Francis Group. CRC.
22
23 **Cotterelle B, Drougard C, Rolland J, Becamel M, Boudon M, Pinede S, Traoré O,**
24 **Balay K, Pothier P, Espié E. 2005.** Outbreak of norovirus infection associated with the
25 consumption of frozen raspberries, France, March 2005. *Euro Surveillace*
26 10(17):pii=2690. Available online:
27 <http://www.eurosurveillance.org/ViewArticle.aspx?ArticleId=2690>. Noudettu 16.7.2010.
28
29 **Croci L, De Medici D, Di Pasquale S, Toti L. 2005.** Resistance of hepatitis A virus in
30 mussels subjected to different domestic cookings. *International Journal of Food*
31 *Microbiology* 105: 139-144.
32
33 **Croci L, De Medici D, Scalfaro C, Fiore A, Toti L. 2002.** The Survival of hepatitis A virus
34 in fresh produce. *International Journal of Food Microbiology* 73: 29-34.
35
36 **Croci L, Ciccozzi M, De Medici D, Di Pasquale S, Fiore A, Mele A, Toti L. 1999.**
37 Inactivation of Hepatitis A virus in a heat-treated mussels. *Journal of Applied Microbiology*
38 87(6): 884-888.
39

- 1 **Cromeans TL, Kahler AM, Hill VR. 2010.** Inactivation of Adenoviruses, Enteroviruses,
2 and Murine Norovirus in Water by Free Chlorine and Monochloramine. *Applied and*
3 *Environmental Microbiology* 76(4): 1028-1033.
4
- 5 **Crowcroft NS, Walsh B, Davison KL, Gungabissoon U. 2001.** Guidelines for the control
6 of hepatitis A virus infection. *Communicable Disease and Public Health* 4: 213-227.
7
- 8 **Daniels NA, Bergmire-Sweat DA, Schwab KJ, Hendricks KA, Reddy S, Rowe SM,**
9 **Fankhauser RL, Monroe SS, Atmar RL, Glass RI, Mead P. 2000.** A Foodborne
10 Outbreak of Gastroenteritis Associated with Norwalk-like Viruses: First Molecular
11 Traceback to Deli Sandwiches Contaminated during Preparation. *The Journal of Infectious*
12 *Diseases* 181: 1467–70.
13
- 14 **Davison A, Howard G, Stevens M, Callan P, Fewtrell L, Deere D, Bartram J. 2005.**
15 *Water Safety Plans. Managing drinking-water quality from catchment to consumer. Water,*
16 *Sanitation and Health Protection and the Human Environment World Health Organization.*
17 *Geneva. WHO/SDE/WSH/05.06.*
18
- 19 **Dawson DJ, Paish A, Staffell LM, Seymour IJ, Appleton H. 2005.** Survival of viruses on
20 fresh produce, using MS2 as a surrogate for norovirus. *Journal of Applied Microbiology* 98:
21 203-209.
22
- 23 **Deboosere N, Legeay O, Caudrelier Y, Lange M. 2004.** Modelling effect of physical and
24 chemical parameters on heat inactivation kinetics of hepatitis A virus in a fruit model
25 system. *International Journal of Food Microbiology* 93(1): 73-85.
26
- 27 **Dentinger CM, Bower WA, Nainan OV, Cotter SM, Myers G, Dubusky LM, Fowler S,**
28 **Salehi ED, Bell BP. 2001.** An Outbreak of Hepatitis A Associated with Green Onions. *The*
29 *Journal of Infectious Diseases* 183:1273–1276.
30
- 31 **de Wit MAS, Widdowson MA, Vennema H, de BruinE, Fernandes T, Koopmans M.**
32 **2007.** Large outbreak of norovirus: The baker who should have known better. *Journal of*
33 *Infection* 55: 188-193.
34
- 35 **de Wit MAS, Koopmans MPG, van Duynhoven YTHP. 2003.** Risk Factors for Norovirus,
36 Sapporo-like Virus, and Group A Rotavirus Gastroenteritis. *Emerging Infectious Diseases*
37 9(12): 1563-1570.
38
- 39 **Di Girolamo R, Liston J, Matches JR. 1970.** Survival of virus in Chilled, Frozen, and
40 Processed Oysters. *Applied Microbiology* 20(1): 58-63.

1
2 **Donaldson EF, Lindesmith LC, Lobue AD, Baric RS. 2008.** Norovirus pathogenesis:
3 mechanism of persistence and immune evasion in human populations. *Immunological*
4 *Reviews* 225:190-211.
5
6 **Dore W, Henshilwood K, Lees DN. 2000.** Evaluation of F-specific RNA Bacteriophage as
7 a Candidate Human Enteric Virus Indicator for Bivalve Molluscan Shellfish. *Applied and*
8 *Environmental Microbiology* 66: 1280-1285.
9
10 **Doultree JC, Druce JD, Birch CJ, Bowden DS, Marshall JA. 1999.** Inactivation of feline
11 calicivirus, a Norwalk virus surrogate. *Journal of Hospital Infection* 41: 51-57.
12
13 **Dreyfuss MS. 2009.** Is Norovirus a Foodborne or Pandemic Pathogen? An Analysis of the
14 Transmission of Norovirus-Associated Gastroenteritis and the Roles of Food and Food
15 Handlers. *Foodborne Pathogens and Disease* 6(10): 1219-1228.
16
17 **D'Souza DH, Su X. 2010.** Efficacy of Chemical Treatments Against Murine Norovirus,
18 Feline Calicivirus, and MS2 Bacteriophage. *Foodborne Pathogens and Disease* 7(3): 319-
19 326.
20
21 **D'Souza DH, Sair A, Williams K, Papafragkou E, Jean J, Moore C, Jaykus LA. 2006.**
22 Persistence of caliciviruses on environmental surfaces and their transfer to food.
23 *International Journal of Food Microbiology* 108: 84-91.
24
25 **Duizer E, Bijkerk P, Rockx B, de Groot A, Twisk F, Koopmans M. 2004.** Inactivation of
26 Caliciviruses. *Applied and Environmental Microbiology* 70(8): 4538-4543.
27
28 **Dychala G. 2001.** Chlorine and Chlorine Compounds. Teoksessa: SS Block (toim.),
29 Disinfection, Sterilization and Preservation. 1481 s. Lippincott Williams & Wilkins, USA.
30
31 **EFSA 2010.** The Community Summary Report on Trends and Sources of Zoonoses,
32 Zoonotic Agents and food-borne outbreaks in the European Union in 2008, *The EFSA*
33 *Journal* (2010), 1496.
34
35 **EFSA 2009.** The Community Summary Report on Trends and Sources of Zoonoses and
36 Zoonotic Agents in the European Union in 2007. *The EFSA Journal* (2009), 223.
37
38 **EFSA 2007a.** The Community Summary Report on Trends and Sources of Zoonoses,
39 Zoonotic Agents, Antimicrobial Resistance and Foodborne Outbreaks in the European
40 Union in 2005. *The EFSA Journal* (2007), 94.

1
2 **EFSA 2007b.** The Community Summary Report on Trends and Sources of Zoonoses,
3 Zoonotic Agents, Antimicrobial Resistance and Foodborne Outbreaks in the European
4 Union in 2006. The EFSA Journal (2007), 130.
5
6 **Eide MH, Homleid JP, Mattsson B. 2003.** Life cycle assessment (LCA) of cleaning-in-
7 place processes in dairies. Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie 36: 303–314.
8
9 **Eskelinen J. 2009.** Hygienian merkitys valmistuksen tiimeissä Valio Jyväskylän
10 meijerissä. Maitotalous 4: 10-11.
11
12 **Ethelberg S, Lisby M, Böttiger B, Schultz AC, Villif A, Jensen T, Olsen KE, Scheutz**
13 **F, Kjelsø C, Müller L. 2010.** Outbreaks of gastroenteritis linked to lettuce, Denmark,
14 January 2010. Euro Surveillance 15(6):pii=19484. Available online:
15 <http://www.eurosurveillance.org/ViewArticle.aspx?ArticleId=19484>. Noudettu 23.9.2010.
16
17 **ETL (Elintarviketurvallisuusliitto). 2008.** Ympäristövastuuraportti 2008. www.etl.fi.
18 Noudettu 30.4.2010.
19
20 **Falkenhorst G, Krusell L, Lisby M, Madsen SB, Böttiger B, Mølbak K. 2005.** Imported
21 frozen raspberries cause a series of norovirus outbreaks in Denmark, 2005.
22 Eurosurveillance Weekly 10(38):pii=2795. Available online:
23 <http://www.eurosurveillance.org/ViewArticle.aspx?ArticleId=2795>. Noudettu 15.7.2010.
24
25 **FDA, Food and Drug Administration. 2001.** A Report of the Institute of Food
26 Technologists for the Food and Drug Administration of the United States Department of
27 Health and Human Services. Analysis and Evaluation of Preventive Control Measures for
28 the Control and Reduction/Elimination of Microbial Hazards on Fresh and Fresh-Cut
29 Produce. 30.9.2001.
30 <http://www.fda.gov/Food/ScienceResearch/ResearchAreas/SafePracticesforFoodProcesses/ucm090977>.
31
32
33 **Fiore AE. 2004.** Hepatitis A Transmitted by Food. Clinical Infectious Diseases 38: 705-
34 715.
35
36 **Fong T-T, Lipp EK. 2005.** Enteric viruses of Humans and Animals in Aquatic
37 Environments: Health Risks, Detection, and Potential Water Quality Assessment Tools.
38 Microbiology and Molecular Biology Reviews 69(2): 357-371.
39

1 **Friedman DS, Heisey-Grove D, Argyros F, Berl E, Nsubuga J, Stiles T, Fontana J,**
2 **Beard RS, Monroe S, McGrath ME, Sutherby H, Dicker RC, DeMaria A , Matyas BT.**
3 **2005.** An outbreak of norovirus gastroenteritis associated with wedding cakes.
4 *Epidemiology and Infection* 133: 1057–1063.
5
6 **Gallimore CI, Pipkin C, Shrimpton H, Green AD, Pickford Y, McCartney C, Sutherland**
7 **G, Brown DGW, Gray JJ. 2005.** Detection of multiple enteric virus strains within a
8 foodborne outbreak of gastroenteritis: an indication of the source of contamination.
9 *Epidemiology and Infection* 133: 41–47.
10
11 **Gaulin C, Frigon M, Poirier D, Fournier C. 1999.** Transmission of calicivirus by a
12 foodhandler in the pre-symptomatic phase of illness. *Epidemiology and Infection* 123: 475-
13 478.
14
15 **Gehrke C, Steinmann J, Goroncy-Bermes P. 2004.** Inactivation of feline calicivirus, a
16 surrogate of norovirus (formerly Norwalk-like viruses), by different types of alcohol in vitro
17 and in vivo. *Journal of Hospital Infection* 56: 49-55.
18
19 **Girard M, Ngazoa S, Mattison K, Jean J. 2010.** Attachment of Noroviruses to Stainless
20 Steel and Their Inactivation, Using Household Disinfectants. *Journal of Food Protection*
21 73(2): 400-404.
22
23 **Glass RI, Noel J, Ando T, Fankhauser R, Belliot G, Mounts A, Parashar UD, Bresee**
24 **JS, Monroe SS. 2000.** The Epidemiology of Enteric Caliciviruses from Humans: A
25 Reassessment Using New Diagnostics. *The Journal of Infectious Diseases* 181(2): 254–
26 61.
27
28 **Glass RI, Parashar UD, Estes MK. 2009.** Norovirus Gastroenteritis. *The New England*
29 *Journal of Medicine* 361: 1776-1785.
30
31 **Graßhoff A. 2002.** Enzymatic Cleaning of Milk Pasteurizers. *Food and Bioproducts*
32 *Processing* 80(4): 247-252.
33
34 **Greenberg HB, Estes MK. 2009.** Rotaviruses: From Pathogenesis to Vaccination.
35 *Gastroenterology* 136: 1939-1951.
36
37 **Greig JD, Todd ECD, Bartleson CA, Michaels BS. 2007.** Outbreaks Where Food
38 Workers Have Been Implicated in the Spread of Foodborne Disease. Part 1. Description of
39 the Problem, Methods, and Agents Involved. *Journal of Food Protection* 70(7): 1752-1761.
40

1 **Grove SF, Lee A, Stewart CM, Ross T. 2009.** Development of a High Pressure
2 Processing Inactivation Model for Hepatitis A Virus. *Journal of Food Protection* 72(7):
3 1434-1442.
4

5 **Grove SF, Forsyth S, Wan J, Coventry J, Cole M, Stewart CM, Lewis T, Ross T, Lee
6 A. 2008.** Inactivation of hepatitis A virus, poliovirus and a norovirus surrogate by high
7 pressure processing. *Innovative Food Science & Emerging Technologies* 9: 206-210.
8

9 **Grove SF, Lee A, Lewis T, Stewart CM, Chen H, Hoover DG. 2006.** Inactivation of
10 Foodborne Viruses of Significance by High Pressure and Other Processes. *Journal of*
11 *Food Protection* 69(4): 957-968.
12

13 **Guan D, Kniel K, Calci KR, Hicks DT, Pivarnik LF, Hoover DG. 2006.** Response of four
14 types of coliphages to high hydrostatic pressure. *Food Microbiology* 23: 546-551.
15

16 **Hansman GS, Oka T, Katayama K, Takeda N. 2007a.** Human sapoviruses: genetic
17 diversity, recombination, and classification. *Reviews in Medical Virology* 17: 133–141.
18

19 **Hansman GS, Oka T, Okamoto R, Nishida T, Toda S, Noda M, Sano D, Ueki Y, Imai T,
20 Nishio O, Kimura H, Takeda N. 2007b.** Human Sapovirus in Clams, Japan. *Emerging*
21 *Infectious Diseases* 13(4): 620-622.
22

23 **Hatakka M, Wihlman H. 1999.** Ruokamykytykset Suomessa vuonna 1998.
24 *Elintarvikeviraston julkaisu* 5/1999.
25

26 **Hatakka M, Halonen H. 2000.** Ruokamykytykset Suomessa vuonna 1999.
27 *Elintarvikeviraston julkaisu* 7/2000.
28

29 **Hatakka M, Loukaskorpi M, Pakkala P. 2001.** Ruokamykytykset Suomessa vuonna
30 2000. *Elintarvikeviraston julkaisu* 8/2001.
31

32 **Hatakka M, Johansson T, Kuusi M, Loukaskorpi M, Maijala R, Nuorti P. 2002.**
33 *Ruokamykytykset Suomessa vuonna 2001. Elintarvikeviraston julkaisu* 4/2002.
34

35 **Hatakka M, Johansson T, Kuusi M, Maijala R, Pakkala P, Siitonen A. 2003.**
36 *Ruokamykytykset Suomessa vuonna 2002. Elintarvikeviraston julkaisu* 5/2003.
37

38 **Hatakka M, Johansson T, Kuusi M, Maijala R, Pakkala P, Siitonen A. 2004.**
39 *Ruokamykytykset Suomessa vuonna 2003. Elintarvikeviraston julkaisu* 7/2004.
40

- 1 **Heaton JC, Jones K. 2008.** Microbial contamination of fruit and vegetables and the
2 behaviour of enteropathogens in the phyllosphere: a review. *Journal of Applied*
3 *Microbiology* 104: 613-626.
4
- 5 **Hewitt J, Rivera-Aban M, Greening GE. 2009.** Evaluation of murine norovirus as a
6 surrogate for human norovirus and hepatitis A virus in heat inactivation studies. *Journal of*
7 *Applied Microbiology* 107: 65-71.
8
- 9 **Hijnen WAM, Beerendonk EF, Medema GJ. 2006.** Inactivation credit of UV radiation for
10 viruses, bacteria and protozoan (oo)cysts in water: A review. *Water Research* 40: 3-22.
11
- 12 **Hijnen WAM, Suylen GMH, Bahlman JA, Brouwer-Hanzens A, Medema GJ. 2010.**
13 GAC adsorption filters as barriers for viruses, bacteria and protozoan (oo)cysts in water
14 treatment. *Water Research* 44: 1224–1234.
15
- 16 **Hirneisen KA, Black EP, Cascarino JL, Fino VR, Hoover DG, Kniel KE. 2010.** Viral
17 Inactivation in Foods: A Review of Traditional and Novel Food-Processing Technologies.
18 *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 9: 3-20.
19
- 20 **Hjertqvist M, Johansson A, Svensson N, Abom PE, Magnusson C, Olsson M,**
21 **Hedlund KO, Andersson Y. 2006.** Four outbreaks of norovirus gastroenteritis after
22 consuming raspberries, Sweden, June-August 2006. *Euro Surveillance* 11(36):pii=3038.
23 Available online: <http://www.eurosurveillance.org/ViewArticle.aspx?ArticleId=3038>.
24
- 25 **Hokajärvi A, Pitkänen T, Torvinen E, Miettinen IT. 2008.** Suolistoperäisten
26 taudinaiheuttajamikrobien esiintyminen luonnonvesissä. Kirjallisuuskatsaus
27 terveysriskeistä ja niiden suuruuteen vaikuttavista tekijöistä. *Kansanterveyslaitoksen*
28 *julkaisuja* 1/2008, 77 s.
29
- 30 **Holah JT. 2003.** Cleaning and disinfection. Teoksessa: HLM Lelieveld, MA Mostert, J
31 Holah ja B White (toim.), *Hygiene in Food Processing: Principles and Practise*, 408 s.
32 Woodhead Publishing Limited, CRC Press LLC.
33
- 34 **Holah J, Thorpe R. 2002.** Hygienic plant design and sanitation. Teoksessa: C de W
35 Blackburn, PJ McClure (toim.), *Foodborne Pathogens: Hazards, Risk Analysis and*
36 *Control*. Woodhead Publishing limited, CRC Press LLC.
37
- 38 **Hulkko T, Lyytikäinen O, Kuusi M, Seppälä S, Ruutu P. 2010.** Tartuntataudit Suomessa
39 1995-2009. *Terveyden ja hyvinvoinnin laitos, Raportti* 17/2010.
40

- 1 **Hutin YJF, Pool V, Cramer EH, Naina OV, Weth J, Williams IT, Goldstein ST,**
2 **Gensheimer KF, Bell BP, Shapiro GN, Alter MJ, Margolis HS. 1999.** A multistate,
3 foodborne outbreak of hepatitis A. *The New England Journal of Medicine* 340(8): 595-602.
4
- 5 **Hämäläinen T. 2008.** Riskit hallintaan. *Waternet. Kemira Waterin asiakaslehti* 1: 3-5.
6
- 7 **Hänninen M-L. 2007a.** Talousveden valmistus. Teoksessa: H. Korkeala,
8 *Elintarvikehygienia, WSOY Oppimateriaalit Oy, Helsinki, Suomi, 380-383.*
9
- 10 **Hänninen M-L. 2007b.** Talousveden mikrobiologiset ja kemialliset riskit. Teoksessa: H.
11 *Mussalo-Rauhamaa, W. Paile, J. Tuomisto ja H.S. Vuorinen (toim.), Ympäristöterveys, 272*
12 *s. Duodecim.*
13
- 14 **Jokela S. 2007.** Tuotantotilojen suunnittelu ja rakenteet. Teoksessa: H Korkeala,
15 *Elintarvikehygienia, WSOY Oppimateriaalit Oy, Helsinki, Suomi, s. 356-359.*
16
- 17 **Kampf G, Grotheer D, Steinmann J. 2005.** Efficacy of three ethanol-based hand rubs
18 against feline calicivirus, a surrogate virus for norovirus. *Journal of Hospital Infection* 60:
19 144-149.
20
- 21 **Keswick BH, Satterwhite TK, Johnson PC, DuPont HL, Secor SL, Bitsura JA, Gary**
22 **GW, Hoff JC. 1985.** Inactivation of Norwalk Virus in Drinking Water by Chlorine. *Applied*
23 *and Environmental Microbiology* 50(2): 261-264.
24
- 25 **Keto-Timonen R. 2007.** Kuivaus ja kylmäkuivaus. Teoksessa: H. Korkeala,
26 *Elintarvikehygienia, WSOY Oppimateriaalit Oy, Helsinki, 319-323.*
27
- 28 **Khan MA, Bass DM. 2010.** Viral infections: new and emerging. *Current Opinion in*
29 *Gastroenterology* 26: 26-30.
30
- 31 **Kingsley DH, Chen H. 2009.** Influence of pH, salt, and temperature on pressure
32 inactivation of hepatitis A virus. *International Journal of Food Microbiology* 130: 61-64.
33
- 34 **Kingsley DH, Holliman DR, Calci KR, Chen H, Flick GJ, 2007.** Inactivation of a
35 *Norovirus by High-Pressure Processing. Applied and Environmental Microbiology* 73(2):
36 581-585.
37
- 38 **Kingsley DH, Chen H, Hoover DG. 2004.** Inactivation of selected picornaviruses by high
39 hydrostatic pressure. *Virus Research* 102: 221-224.
40

- 1 **Kingsley DH, Meade GK, Richards GP. 2002.** Detection of both Hepatitis A Virus and
2 Norwalk-Like Virus in Imported Clams Associated with Food-Borne Illness. *Applied and*
3 *Environmental Microbiology* 68(8): 3914-3918.
4
- 5 **Klemetti I. 2007.** Meijeripesut, sanitointi ja puhtaustarkkailu. Teoksessa: J Aho, T Hildén
6 (toim.), Maidon matkassa. Opetushallitus, Helsinki, Suomi, s. 228.
7
- 8 **Koopmans M, Duizer E. 2004.** Foodborne Viruses: an emerging problem. *International*
9 *Journal of Food Microbiology* 90: 23-41.
10
- 11 **Korsager B, Hede S, Bøggild H, Böttiger BE, Mølbak K. 2005.** Two outbreaks of
12 norovirus infections associated with the consumption of imported frozen raspberries,
13 Denmark, May-June 2005. *Euro Surveillance* 10(25):pii=2729. Available online:
14 <http://www.eurosurveillance.org/ViewArticle.aspx?ArticleId=2729>. Noudettu 23.9.2010.
15
- 16 **Kramer A, Galabov AS, Sattar SA, Döhner L, Pivert A, Payan C, Wolff MH, Yilmaz A,**
17 **Steinmann J. 2006.** Virucidal activity of a new hand disinfectant with reduced ethanol
18 content: comparison with other alcohol-based formulations. *Journal of Hospital Infection*
19 62: 98-106.
20
- 21 **KTL. 2007.** Kansanterveyslaitoksen asettaman lasten rotavirusrokotustyöryhmän
22 selvitys. Kansanterveyslaitoksen julkaisuja 28/2007.
23
- 24 **Kuusi M. 2004.** Investigating outbreaks of waterborne gastroenteritis. Application of
25 modern epidemiological and microbiological methods. 59 s. PhD-thesis. Publications of
26 National Public Health Institute A12/2004. Department of Infectious Disease Epidemiology.
27 Helsinki, Finland.
28
- 29 **Labrique AB, Thomas DL, Stoszek SK, Nelson KE. 1999.** Hepatitis E: An Emerging
30 Infectious Disease. *Epidemiologic Reviews* 21(2): 162-179.
31
- 32 **Lamhoujeb S, Fliss I, Ngazoa SE, Jean J. 2009.** Molecular Study of the Persistence of
33 infectious Human Norovirus on Food-Contact Surfaces. *Food and Environmental Virology*
34 1: 51-56.
35
- 36 **Lages SLS, Ramakrishnan MA, Goyal SM. 2008.** In-vivo efficacy of hand sanitisers
37 against feline calicivirus: a surrogate for norovirus. *Journal of Hospital Infection* 68: 159-
38 163.
39

1 **Lee N, Chan MCW, Wong B, Choi KW, Sin W, Lui G, Chan PKS, Lai RWM, Cockram**
2 **CS, Sung JJY, Leung WK. 2007.** Fecal Viral Concentration and Diarrhea in Norovirus
3 Gastroenteritis. *Emerging Infectious Diseases* 13(9): 1399-1401.
4
5 **Lees D. 2000.** Viruses and bivalve shellfish. *International Journal of Food Microbiology* 59:
6 81–116.
7
8 **Le Guyader FS, Loisy F, Atmar RL, Hutson AM, Estes MK, Ruvoën-Clouet N,**
9 **Pommepuy M, Le Pendu J. 2006.** Norwalk Virus-Specific Binding to Oyster Digestive
10 Tissues. *Emerging Infectious Diseases* 12(6): 931-936.
11
12 **Le Guyader FS, Mittelholzer C, Haugarreau L, Hedlund K-O, Alsterlund R,**
13 **Pommepuy M, Svensson L. 2004.** Detection of noroviruses in raspberries associated
14 with a gastroenteritis outbreak. *International Journal of Food Microbiology* 97: 179-186.
15
16 **Le Guyader FS, Parnaudeau S, Schaeffer J1, Bosch A, Loisy F, Pommepuy M, Atmar**
17 **RL. 2008.** Detection and Quantification of Noroviruses in Shellfish. *Applied and*
18 *Environmental Microbiology* 75(3): 618-624.
19
20 **Leong YK, Xui OC, Chia OK. 2008.** Survival of SA11 Rotavirus in Fresh Fruit juices of
21 Pineapple, Papaya, and Honeydew Melon. *Journal of Food Protection* 71(5): 1035-1037.
22
23 **Lia HW, Wu C-Y,Tepper F, Lee J-H, Lee CN. 2009.** Removal and retention of viral
24 aerosols by a novel alumina nanofiber filter. *Aerosol Science* 40: 65-71.
25
26 **Lim MY, Kim J-M, Lee JE, Ko GP. 2010.** Characterization of Ozone Disinfection of
27 Murine Norovirus. *Applied and Environmental Microbiology* 76(4): 1120-1124.
28
29 **Liu P, Yuen Y, Hsiao H-M, Jaykus L-A, Moe C. 2010.** Effectiveness of Liquid Soap and
30 Hand Sanitizer against Norwalk Virus on Contaminated Hands. *Applied and Environmental*
31 *Microbiology* 76(2): 394-399.
32
33 **Lowther JA, Avant JM, Gizynski K, Rangdale RE, Lees DN. 2010.** Comparison
34 between Quantitative Real-Time Reverse Transcription PCR Results for Norovirus in
35 Oysters and Self-Reported Gastroenteric Illness in Restaurant Customers. *Journal of Food*
36 *Protection* 73(2): 305–311.
37
38 **Lundén J, Tolvanen R. 2007.** Kontaminaation hallinta. Teoksessa: H Korkeala,
39 Elintarvikehygienia, WSOY Oppimateriaalit Oy, Helsinki, Suomi, s. 366-370.
40

1 **Majoor FA. 2003.** Cleaning in Place. Teoksessa: HLM Lelieveld, MA Mostert, J.Holah, B
2 White (toim.), Hygiene in Food Processing: Principles and Practise, 408 s. Woodheard
3 Publishing Limited.
4

5 **Macinga DR, Sattar SA, Jaykus L-A, Arbogast JW. 2008.** Improved Inactivation of
6 Nonenveloped Enteric Viruses and Their Surrogates by a Novel Alcohol-Based Hand
7 Sanitizer. Applied and Environmental Microbiology 74(16): 5047-5052.
8

9 **Magulski T, Paulmann D, Bischoff B, Becker B, Steinmann E, Steinmann J, Goroncy-
10 Bermes P, Steinmann J. 2009.** Inactivation of murine norovirus by chemical biocides on
11 stainless steel. BMC Infectious Diseases 9(107). Open access-artikkeli, saatavissa
12 <http://www.biomedcentral.com/1471-2334/9/107>.
13

14 **O'Mahony J, O'Donoghue M, Morgan JG, Hill C. 2000.** Rotavirus survival and stability
15 in foods as determined by an optimised plaque assay procedure. International Journal of
16 Microbiology 61: 177-185.
17

18 **Makary P, Maunula L, Niskanen T, Kuusi M, Virtanen M, Pajunen S, Ollgren J, Tran
19 Minh NN. 2009.** Multiple norovirus outbreaks among workplace canteen
20 users in Finland, July 2006. Epidemiology and Infection 37: 402-407.
21

22 **Malik YS, Goyal SM. 2006.** Virucidal efficacy of sodium bicarbonate on a food contact
23 surface against feline calicivirus, a norovirus surrogate. International Journal of Food
24 Microbiology 109: 160-163.
25

26 **Marks PJ, Vipond IB, Carlisle D, Deakins D, Fey RE, Caul EO. 2000.** Evidence for
27 airborne transmission of Norwalk-like virus (NLV) in a hotel restaurant. Epidemiology and
28 Infection 124: 481-487.
29

30 **Matsuda H, Okada K, Takahashi K, Mishiro S. 2003.** Severe Hepatitis E Virus
31 Infection after Ingestion of Uncooked Liver from a Wild Boar. The Journal of Infectious
32 Diseases 188:944.
33

34 **Matsui S, Kiang D, Ginzton N, Chew T, Geigenmüller-Gnirk U. 2001.** Molecular biology
35 of astroviruses: selected highlights. Teoksessa: D. Chadwick, JA Goode (toim.),
36 Gastroenteritis viruses. Novartis Found Symp, Stanford, USA, s.219-236.
37

38 **Mattison K, Karthikeyan K, Abede M, Malik N, Sattar SA, Farber JM, Bidawid S. 2007.**
39 Survival of calicivirus in foods and on surces: experiments with feline calicivirus as a
40 surrogate of norovirus. Journal of Food Protection 70: 500-503.

1
2 **Maunula L, Klemola P, Kauppinen A, Söderberg K, Nguyen T, Pitkänen T,**
3 **Kaijalainen S, Simonen ML, Miettinen IT, Lappalainen M, Laine J, Vuento R, Kuusi M,**
4 **Roivainen M. 2009.** Enteric Viruses in a Large Waterborne Outbreak of Acute
5 Gastroenteritis in Finland. *Food and Environmental Virology* 1: 31-36.
6
7 **Maunula L, Roivainen M, Keränen M, Mäkelä S, Söderberg K, Summa M, von**
8 **Bonsdorff C-H, Lappalainen M, Korhonen T, Kuusi M, Niskanen T. 2009.** Detection of
9 human norovirus from frozen raspberries in a cluster of gastroenteritis outbreaks. *Euro*
10 *Surveillance*14(49): 1-3.
11
12 **Maunula L, von Bonsdorff C-H. 2007.** Virukset elintarvikkeissa. H. Korkeala,
13 *Elintarvikehygienia, WSOY Oppimateriaalit Oy, Helsinki, s.497.*
14
15 **Maunula L, Klemola P, Kauppinen A, Söderberg K, Nguyen T, Pitkänen T,**
16 **Kaijalainen S, Simonen ML, Miettinen IT, Lappalainen M, Laine J, Vuento R, Kuusi M,**
17 **Maunula L. 2007.** Waterborne norovirus outbreaks. *Future Virology* 2(1): 101-112.
18
19 **Mbithi JN, Springthorpe VS, Boulet JR, Sattar SA. 1992.** Survival of Hepatitis A Virus
20 on Human Hands and Its Transfer on Contact with Animate and Inanimate Surfaces.
21 *Journal of Clinical Microbiology* 30(4): 757-763.
22
23 **Mbithi JN, Springthorpe VS, Sattar SA. 1991.** Effect of Relative Humidity and Air
24 Temperature on Survival of Hepatitis A Virus on Environmental Surfaces. *Applied and*
25 *Environmental Microbiology* 57(5): 1394-1399.
26
27 **McDevitt JJ, Lai KM, Rudnick SN, Houseman EA, Melvin W, First MW, Milton DK.**
28 **2007.** Characterization of UVC Light Sensitivity of Vaccinia Virus. *Applied and*
29 *Environmental Microbiology* 37: 5760–5766.
30
31 **Mead PS, Slutsker L, Dietz V, McCaig LF, Bresee JS, Shapiro C, Griffin PM, Tauxe**
32 **RV. 1999.** Food-Related Illness and Death in the United States. *Emerging Infectious*
33 *Diseases* 5(5): 607-625.
34
35 **Meng XJ. 2010.** Hepatitis E virus: Animal reservoirs and zoonotic risk. *Veterinary*
36 *Microbiology* 140: 256-265.
37
38 **Meunier L, Canonica S, von Gunten U. 2006.** Implication of sequential use of UV and
39 ozone for drinking water quality. *Water research* 40: 1864-1876.
40

- 1 **Moore SL, Payne DN. 2004.** Types of antimicrobial agents. Teoksessa: Russel AD, Hugo
2 WB, Ayliffe GAJ. Principles and practice of disinfection, preservation & sterilization 3th
3 edition. s. 8-97. USA: Blackwell Publishing Ltd.
- 4
- 5 **Mormann S, Dabisch M, Becker B. 2010.** Effects of Technological Processes on the
6 Tenacity and Inactivation of Norovirus Genogroup II in Experimentally Contaminated
7 Foods. *Applied and Environmental Microbiology* 76(2): 536-545.
- 8
- 9 **Ng TL, Chan PP, Phua TH, Loh JP, Yip R, Wong C, Liaw CW, Tan BH, Chiew KT, Chua
10 SB, Lim S, Ooi PL, Chew SK, Goh KT. 2005.** Oyster-associated outbreaks of Norovirus
11 gastroenteritis in Singapore. *Journal of Infection* 51: 413–418.
- 12
- 13 **Niemczewski B. 2007.** Observations of water cavitation intensity under practical ultrasonic
14 cleaning conditions. *Ultrasonics Sonochemistry* 14: 13-18.
- 15
- 16 **Nikula J, Pessala P, Virtanen E, Gilbert Y. 2009.** VIRIKE-Vesihuollon riskienhallinnan
17 nykytila ja kehittämistarpeet – hanke. Loppuraportti. Gaia Consulting Oy. Vesi- ja
18 viemäriulaitosyhdistys. Helsinki.
- 19
- 20 **Nilsson M, Hedlund K-O, Thorhagen M, Larson G, Johansen K, Ekspong A,
21 Svensson L. 2003.** Evolution of Human Calicivirus RNA In Vivo: Accumulation of
22 Mutations in the Protruding P2 Domain of the Capsid Leads to Structural Changes and
23 Possibly a New Phenotype. *Journal of Virology* 77(24): 13117–13124.
- 24
- 25 **Nishida T, Kimura H, Saitoh M, Shinohara M, Kato M, Fukuda S, Munemura T,
26 Mikami T, Kawamoto A, Akiyama M, Kato Y, Nishi K, Kozawa K, Nishio O. 2003.**
27 Detection, Quantitation, and Phylogenetic Analysis of Noroviruses in Japanese Oysters.
28 *Applied and Environmental Microbiology* 69(10): 5782–5786.
- 29
- 30 **Niskanen T, Kuusi M, Johansson T, Siitonen A, Tuominen P. 2005.** Ruokamyrkytykset
31 Suomessa vuonna 2004. Elintarvikeviraston julkaisuja 6/2005.
- 32
- 33 **Niskanen T, Johansson T, Kuusi M, Raahenmaa M, Siitonen A, Tuominen P. 2006.**
34 Ruokamyrkytykset Suomessa vuonna 2005. Eviran julkaisuja 2/2006.
- 35
- 36 **Niskanen T, Johansson T, Siitonen A, Kuusi M, 2007.** Ruokamyrkytykset Suomessa
37 vuonna 2006. Elintarviketurvallisuusviraston julkaisuja 21/2007.
- 38

- 1 **Niskanen T, Korhonen T, Siitonen A, Johansson T, Miettinen I. 2010.**
2 Ruokamyrkytykset Suomessa vuonna 2008. Elintarviketurvallisuusviraston julkaisu
3 14/2010.
4
- 5 **Nissinen T. 2002.** The Effect of Ozonation on the Chemical Quality of Drinking Water.
6 Otsonoinnin vaikutus talousveden kemialliseen laatuun. Kansanterveyslaitoksen julkaisu
7 A7 / 2002. 70 s.
8
- 9 **Oh DY, Silva PA, Hauroeder B, Diedrich S, Cardoso DDP, Schreier E. 2006.** Molecular
10 characterization of the first Aichi viruses isolated in Europe and in South America. Archives
11 of Virology 151: 1199–1206.
12
- 13 **Orava M, Ala-Peijari T, Pan H. 2003.** Talousveden desinfiointi ultravioletilla.
14 Vesitalous 1: 10-14.
15
- 16 **Ozawa K, Oka T, Takeda N, Hansman GS. 2007:** Norovirus Infections in Symptomatic
17 and Asymptomatic Food Handlers in Japan. Journal of Clinical Microbiology 45(12): 3996–
18 4005.
19
- 20 **Parashar UD, Dow L, Fankhauser RL, Humphrey CD, Miller J, Ando T, Williams KS.**
21 **Eddy CR, Noel JS, Igram T, Bresee T, Monroe SS, Glass RI. 1998.** An outbreak of viral
22 gastroenteritis associated with consumption of sandwiches : implications for the control of
23 transmission by food handlers. Epidemiology and Infection 121: 615-621.
24
- 25 **Park GW, Boston DM, Kase JA, Sampson MN, Sobsey MD. 2007.** Evaluation of Liquid-
26 and Fog-Based Application of Sterilox Hypochlorous Acid Solution for Surface Inactivation
27 of Human Norovirus. Applied and Environmental Microbiology 73(14): 4463-4468.
28
- 29 **Patel MM, Hall AJ, Vinjé J, Parashar UD. 2009.** Noroviruses: A comprehensive review.
30 Journal of Clinical Virology 44: 1-8.
31
- 32 **Patterson MF. 2005.** Microbiology of pressure-treated foods. Review. Journal of Applied
33 Microbiology 98: 1400-1409.
34
- 35 **Pawa N, Vanezis AP, Tutton MG. 2009.** Spontaneous bowel perforation due to norovirus:
36 a case report. Cases Journal 2: 9101.
37
- 38 **Payne K, Hall M, Lutzke M, Armstrong C, King J. 2006.** Multistate outbreak of norovirus
39 associated with a Franchise restaurant – Kent County, Michigan, May 2005. Morbidity and

1 Mortality Weekly Report 55: 395–397
2 (<http://www.cdc.gov/MMWR/preview/mmwrhtml/mm5514a3.htm>). Noudettu 14.7.2010.
3
4 **Pazdiora P, Benešová J, Böhmová Z, Králíková J, Kubátová A, Menclová I,**
5 **Morávková I, Průchová J, Přečková M, Spáčilová M, Vodrážková Z, Štruncová V,**
6 **Švecová M. 2008.** The prevalence of tick-borne encephalitis in the region of West
7 Bohemia (Czech Republic) between 1960–2005. Wiener Medizinische Wochenschrift
8 158(3–4): 91–97.
9
10 **Persson F, Långmark J, Heinicke G, Hedberg T, Tobiasson J, Stenström T-A,**
11 **Hermansson M. 2005.** Characterisation of the behaviour of particles in biofilters for pre-
12 treatment of drinking water. Water Research 39: 3791–3800.
13
14 **Phillips G, Tam CC, Conti S, Rodrigues LC, Brown D, Iturriza-Gomara M, Gray J,**
15 **Lopman B. 2010a.** Community Incidence of Norovirus-associated Infectious Intestinal
16 Disease in England: Improved Estimates Using Viral Load for Norovirus Diagnosis.
17 American Journal of Epidemiology. 171(9): 1014-1022.
18
19 **Phillips G, Tam CC, Conti S, Rodrigues LC, Lopman B. 2010b.** Prevalence and
20 characteristics of asymptomatic norovirus infection in the community in England.
21 Epidemiology and Infection 138: 1454–1458.
22
23 **Plett EA, Graßhoff A. 2007.** Cleaning and Sanitation. Teoksessa: DR Heldman, DB Lund
24 (toim.), Handbook of Food Engineering, 1023 s. CRC Press. Taylor and Francis Group.
25
26 **Pringle CR. 1999.** Virus taxonomy at the XIth International Congress of Virology, Sydney,
27 Australia, 1999. Archives of Virology 144: 2065–2070.
28
29 **Pönkä A, Maunula L, von Bonsdorff C-H. 1998.** Ostereiden välittämä
30 kalikivirusepidemia. Suomen Lääkärilehti 10: 1075-1079.
31
32 **Pönkä A, Maunula L, von Bonsdorff C-H, Lyttikäinen O. 1999.** An outbreak of
33 calicivirus associated with consumption of frozen raspberries. Epidemiology and Infection
34 123: 469-474.
35
36 **Rand JL, Gagnon GA. 2008.** Loss of chlorine, chloramine or chlorine dioxide
37 concentration following exposure to UV light. Journal of Water Supply: Research and
38 Technology 57(2): 127-132.
39

- 1 **Reid TMS, Robinson HG. 1987.** Frozen raspberries and hepatitis A. *Epidemiology and*
2 *Infection* 98: 109-112.
- 3
- 4 **Rheinbaben F, Schünemann, Groß T, Wolff MH. 2000.** Transmission of viruses via
5 contact in a household setting: experiments using bacteriophage ϕ X174 as a model virus.
6 *Journal of Hospital Infection* 46: 61–66.
- 7
- 8 **Robesyn E, De Schrijver K, Wollants E, Top G, Verbeeck J, Van Ranst M. 2009.** An
9 outbreak of hepatitis A associated with the consumption of raw beef. *Journal of Clinical*
10 *Virology* 44: 207-210.
- 11
- 12 **Roivainen M. 2009.** Enteric Viruses in a Large Waterborne Outbreak of Acute
13 Gastroenteritis in Finland. *Food and Environmental Virology* 1: 31-36.
- 14
- 15 **Romney AJD. 1990.** Principles of Cleaning. Teoksessa: AJD Romney (toim.),
16 CIP:Cleaning in Place, 224 s. The Society of Dairy Technology.
- 17
- 18 **Rosenblum LS, Mirkin IR, Allen DT, Safford S, Hadler SC. 1990.** A Multifocal Outbreak
19 of Hepatitis A Traced to Commercially Distributed Lettuce. *American Journal of Public*
20 *Health* 80(9): 1075-1079.
- 21
- 22 **Rzeźutka A, Cook N. 2004.** Survival of human enteric viruses in the environment and
23 food. *FEMS Microbiology Reviews* 28: 441-453.
- 24
- 25 **Sala MR, Cardeñosa N, Arias C, Llovet T, Recasens A, Domínguez A, Buesa J,**
26 **Salleras L. 2005.** Short report. An outbreak of food poisoning due to a genogroup I
27 norovirus. *Epidemiology and Infection* 133: 187–191.
- 28
- 29 **Salkinoja-Salonen M. 2002.** Teoksessa: M. Salkinoja-Salonen (toim.), Mikrobiologian
30 perusteita, 760 s. Gummerus kirjapaino Oy, Jyväskylä, Suomi.
- 31
- 32 **Sandhya 2010.** Modified atmosphere packaging of fresh produce: Current status and
33 future needs. *Food Science and Technology* 43: 381-392.
- 34
- 35 **Sánchez G, Bosch A, Pintó RM. 2007.** Hepatitis A virus detection in food: current and
36 future prospects. *Letters in Applied Microbiology* 45: 1-5.
- 37
- 38 **Sattar SA, Springthorpe VS, Tetro J, Vashon R, Keswick B. 2002.** Hygienic hand
39 antiseptics: Should they not have activity and label claims against viruses? *American*
40 *Journal of Infection Control* 30(6): 355-371.

1
2 **Scholz E, Heinrich U, Flehmig B. 1989.** Acid Stability of Hepatitis A Virus. *Journal of*
3 *General Virology* 70: 2481-2485.
4
5 **Schwab KJ, Neill FH, Fankhauser RL, Daniels NA, Monroe SS, Bergmire-Sweat DA,**
6 **Estes MK, Atmar RL. 2000.** Development of Methods To Detect “Norwalk-Like Viruses”
7 (NLVs) and Hepatitis A Virus in Delicatessen Foods: Application to a Food-Borne NLV
8 Outbreak. *Applied and Environmental Microbiology* 66(1): 213–218.
9
10 **Serra R, Abrunhosa L, Kozakiewicz Z, Venâncio A, Lima N. 2003.** Use of Ozone to
11 Reduce Molds in a Cheese Ripening Room. *Journal of Food Protection* 66: 2355-2358.
12
13 **Seymour IJ, Appleton H. 2001.** Foodborne viruses and fresh produce. *Journal of Applied*
14 *Microbiology* 91: 759-773.
15
16 **Sharma M, Shearer AEH, Hoover DG, Liu MN, Solomon MB, Kniel KE. 2008.**
17 Comparison of hydrostatic and hydrodynamic pressure to inactivate foodborne viruses.
18 *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 9: 418-422.
19
20 **SHC, Superior Health Council. 2010.** Viruse and food. Publication of the Superior Health
21 Council No 8386.
22
23 **Shin G-A, Sobsey MD. 2008.** Inactivation of norovirus by chlorine disinfection of water.
24 *Water Research* 42: 4562-4568.
25
26 **Shin G-A, Sobsey MD. 2003.** Reduction of Norwalk Virus, Poliovirus 1, and
27 Bacteriophage MS2 by Ozone Disinfection of Water. *Applied and Environmental*
28 *Microbiology* 69 (7): 3975-3978
29
30 **Showell D, Sundkvist T, Reacher M, Gray JJ. 2007.** Norovirus outbreak associated with
31 canteen salad in Suffolk, United Kingdom. *Euro Surveillance* 12(48):pii=3323. Available
32 online: <http://www.eurosurveillance.org/ViewArticle.aspx?ArticleId=3323> Noudettu
33 19.7.2010.
34 **Siebenga J, Kroneman A, Vennema H, Duizer E, Koopmans M. 2008.** Food-borne
35 viruses in Europe network report: the norovirus GII.4 2006b (for US named Minerva-like,
36 for Japan Kobe034-like, for UK V6) variant now dominant in early seasonal surveillance.
37 *Euro Surveillance* 13(2):pii=8009. Available online: [http://www.](http://www.eurosurveillance.org/ViewArticle.aspx?ArticleId=8009)
38 [eurosurveillance.org/ViewArticle.aspx?ArticleId=8009](http://www.eurosurveillance.org/ViewArticle.aspx?ArticleId=8009). Noudettu 21.9.2010.
39

- 1 **Slomka MJ, Appleton H. 1998.** Feline calicivirus as a model system for heat inactivation
2 studies of small round structured viruses in shellfish. *Epidemiology and Infection* 121: 401-
3 407.
4
- 5 **Son NT, Fleet GH. 1980.** Behavior of Pathogenic Bacteria in the Oyster, *Crassostrea*
6 *commercialis*, During Depuration, Re-laying, and Storage. *Applied and Environmental*
7 *Microbiology* 40(6): 994-1002.
8
- 9 **Stanfield P. 2003.** Cleaning and Sanitizing a Food Plant. Teoksessa: YH Hui, BL
10 Bruinsma, JR Gorham, W-K Nip, PS Tong, P Ventressa (toim.), *Food Plant Sanitation*,
11 Marcel Dekker, Inc.
12
- 13 **Strazynski M, Krämer J, Becker B. 2002.** Thermal Inactivation of poliovirus type 1 in
14 water, milk and yoghurt 74: 73-78.
15
- 16 **Svensson L. 2000.** Diagnosis of foodborne viral infections in patients. *International*
17 *Journal of Food Microbiology* 59: 117–126.
18
- 19 **Svraka S, Vennema H, van der Veer B, Hedlund K-O, Thorhagen M, Siebenga J,**
20 **Duizer E, Koopmans M. 2010.** Epidemiology and Genotype Analysis of Emerging
21 Sapovirus-Associated Infections across Europe. *Journal of Clinical Microbiology* 48(6):
22 2191–2198.
23
- 24 **Tamada Y, Yano K, Yatsunami H, Inoue O, Mawatari F, Ishibashi H. 2004.**
25 Consumption of wild boar linked to cases of hepatitis E. *Journal of Hepatology* 40: 869-
26 870.
27
- 28 **Tanner BD. 2009.** Reduction in infection risk through treatment of microbially
29 contaminated surfaces with a novel, portable, saturated steam vapor disinfection system.
30 *American Journal of Infection Control* 37(1): 20-27.
31
- 32 **Tei S, Kitajima N, Takahashi K, Mishiro S. 2003.** Zoonotic transmission of hepatitis E
33 virus from deer to human beings. *The Lancet* 362(2): 371-373.
34
- 35 **Teunis PFM, Moe CL, Liu P, Miller SE, Lindesmith L, Baric RS, Le Pendu J, Calderon**
36 **RL. 2008.** Norwalk Virus: How Infectious is It? *Journal of Medical Virology* 80:1468–1476.
37
- 38 **THL, Terveiden ja hyvinvoinninlaitos. 2010.** Tartuntatautirekisterin tilastotietokanta.
39 Päivitetty 9.7.2010. Haettu 15.7.2010.
40

1 **THL, Terveyden ja hyvinvoinninlaitos. 2008.** Talousvesi. Verkkodokumentti. Päivitetty
2 30.6.2008 http://www.ktl.fi/portal/suomi/tietoa_terveydesta/elinymparisto/vesi/talousvesi/ ,
3 haettu 29.9.2009.
4

5 **Thurston-Enriquez JA, Haas CN, Jacangelo J, Gerba CP. 2005a.** Inactivation of enteric
6 adenovirus and feline calicivirus by ozone. *Water Research* 39: 3650-3656.
7

8 **Thurston-Enriquez JA, Haas CN, Jacangelo J, Gerba CP. 2005b.** Inactivation of Enteric
9 Adenovirus and Feline Calicivirus by Chlorine Dioxide. *Applied and Environmental*
10 *Microbiology* 71(6): 3100-3105.
11

12 **Thurston-Enriquez JA, Haas CN, Jacangelo J, Riley K, Gerba CP. 2003.** Inactivation of
13 Feline Calicivirus and Adenovirus Type 40 by UV Radiation. *Applied and Environmental*
14 *Microbiology* 69(1): 577-582.
15

16 **Tilastokeskus 2008.** Väestön ennakkotilasto 2008. Julkaistu 31.12.2008.
17 http://www.stat.fi/til/vamuu/2008/vamuu_2008_2008-12-30_tie_001_fi.html. Haettu
18 23.8.2010.
19

20 **Tilastokeskus 2007.** Väestön ennakkotilasto 2007. Julkaistu
21 31.12.2007. http://www.stat.fi/til/vamuu/2007/vamuu_2007_2007-12-28_tie_001_fi.html.
22 Haettu 23.8.2010.
23

24 **Todd ECD, Greig JD, Bartleson CA, Michaels BS. 2009.** Outbreaks Where Food
25 Workers Have Been Implicated in the Spread of Foodborne Disease. Part 6. Transmission
26 and Survival of Pathogens in the Food Processing and Preparation Environment. *Journal*
27 *of Food Protection* 72(1): 202-219.
28

29 **Todd ECD, Greig JD, Bartleson CA, Michaels BS. 2008b.** Outbreaks Where Food
30 Workers Have Been Implicated in the Spread of Foodborne Disease. Part 5. Sources of
31 Contamination and Pathogen Excretion from Infected Persons. *Journal of Food Protection*
32 71(12): 2582-2595.
33

34 **Todd ECD, Greig JD, Bartleson CA, Michaels BS. 2008a.** Outbreaks Where Food
35 Workers Have Been Implicated in the Spread of Foodborne Disease. Part 4. Infective
36 Doses and Pathogen Carriage. *Journal of Food Protection* 71(2): 2339-2373.
37

38 **Todd ECD, Greig JD, Bartleson CA, Michaels BS. 2007b.** Outbreaks Where Food
39 Workers Have Been Implicated in the Spread of Foodborne Disease. Part 3. Factors

1 Contributing to Outbreaks and Description of Outbreak Categories. Journal of Food
2 Protection 70(9): 2199-2217.
3

4 **Todd ECD, Greig JD, Bartleson CA, Michaels BS. 2007a.** Outbreaks Where Food
5 Workers Have Been Implicated in the Spread of Foodborne Disease. Part 2. Description of
6 Outbreaks by Size, Severity, and Settings. Journal of Food Protection 70(8): 1975-1993.
7

8 **Tolvanen R. 2007.** Laitteiden hygienia. Teoksessa: H Korkeala, Elintarvikehygienia,
9 WSOY Oppimateriaalit Oy, Helsinki, Suomi, s. 359-362.
10

11 **Tseng C-C, Li C-S. 2006.** Ozone for Inactivation of Aerosolized Bacteriophages. Aerosol
12 Science and Technology 40: 683–689.
13

14 **Tseng C-C, Li C-S. 2005.** Inactivation of Virus-Containing Aerosols by Ultraviolet
15 Germicidal Irradiation. Aerosol Science and Technology 39: 1136–1142.
16

17 **Tuhkanen T. 2007.** Otsonointi ja siihen perustuvat talousveden käsittelytekniikat.
18 Vesitalous 4: 12-15.
19

20 **Ueki Y, Sano D, Watanabe T, Akiyama K, Omura T. 2005.** Norovirus pathway in water
21 environment estimated by genetic analysis of strains from patients of gastroenteritis,
22 sewage, treated wastewater, river water and oysters. Water Research 39 (18) 4271–4280.
23

24 **Ueki Y, Shoji M, Suto A, Tanabe T, Okimura Y, Kikuchi Y, Saito N, Sano D, Omura T.**
25 **2007.** Persistence of Caliciviruses in Artificially Contaminated Oysters during Depuration.
26 Applied and Environmental Microbiology 73(17): 5698-5701.
27

28 **USEPA 2006.** National Primary Drinking Water Regulations: Long Term 2 Enhanced
29 Surface Water Treatment Rule. Federal Register 70(3): 654-786.
30 <http://www.gpo.gov/fdsys/pkg/FR-2006-01-05/pdf/06-4.pdf>. Noudettu 20.1.2011.
31

32 **Valve M, Isomäki E. 2007.** Klooraus-tuttu ja turvallinen? Vesitalous 4: 6-11.
33

34 **VALVIRA, Sosiaali- ja terveystieteiden tutkimuskeskus, ja valvontavirasto, 2009.** Malliohjelma
35 Valvontatutkimusohjelma [XX]:n vesilaitokselle [pvm] alkaen. 35 s. Haettavissa osoitteesta
36 <www.valvira.fi/tietopankki/julkaisut_ja_ohjeet/terveydensuojelu> doc-tiedostona.
37

38 **Verhoef L, Vennema H, van Pelt W, Lees D, Boshuizen H, Henshilwood K,**
39 **Koopmans M 2010.** Use of Norovirus Genotype Profiles to Differentiate Origins of
40 Foodborne Outbreaks. Emerging Infectious Diseases 16(4): 617-624.

1
2 **Vesi- ja viemärlaitosyhdistys. 2003.** Talousveden desinfiointi ultraviolettivalolla. 35
3 s.Vesi- ja viemärlaitosyhdistys, Helsinki.
4
5 **Vivancos R, Shroufi A, Sillis M, Aird H, Gallimore CI, Myers L, Mahgoub H, Nair P.**
6 **2009.** Food-related norovirus outbreak among people attending two barbeques:
7 epidemiological, virological, and environmental investigation. *International Journal of*
8 *Infectious Diseases* 13: 629—635.
9
10 **von Gunten U. 2003.** Ozonation of drinking water: Part II. Disinfection and by-product
11 formation in presence of bromide, iodide or chlorine. *Water Research* 37: 1469-1487.
12
13 **Walker CM, Ko G. 2007.** Effect of Ultraviolet Germicidal Irradiation on Viral Aerosols.
14 *Environmental Science & Technology* 41: 5460-5465.
15
16 **Walker SL, Fourgalakis M, Cerezo B, Livens S. 2007.** Removal of Microbial Biofilms
17 from Dispense Equipment: The Effect of Enzymatic Pre-digestion and Detergent
18 Treatment. *Journal of the Institute of Brewing* 113(1): 61–66.
19
20 **Wheeler C, Vogt TM, Armstrong GL, Vaughan G, Weltman A, Nainan OV, Dato V, Xia**
21 **G, Waller K, Amon J, Lee TM, Highbaugh-Battle A, Hembree C, Evenson S, Ruta MA,**
22 **Williams IT, Fiore AE, Bell PB. 2005.** An Outbreak of Hepatitis A Associated with Green
23 Onions. *The New England Journal of Medicine* 353:890-897.
24
25 **Wheeler JG, Sethi D, Cowden JM, Wall PG, Rodrigues LC, Tompkins DS, Hudson**
26 **MJ, Roderick PJ. 1999.** Study of infectious intestinal disease in England: rates in the
27 community, presenting to general practice, and reported to national surveillance. *British*
28 *Medical Journal* 318: 1046-1050.
29
30 **Whitehead K, McCue KA. 2010.** Virucidal efficacy of disinfectant actives against feline
31 calicivirus, a surrogate for norovirus, in a short contact time. *American Journal of Infection*
32 38(1): 26-30.
33
34 **Widdowson M-A, Sulka A, Bulens SN, Beard RS, Chaves SS, Hammond R, Salehi**
35 **EDP, Swanson E, Totaro J, Woron R, Mead PS, Bresee JS, Monroe SS, Glass RI.**
36 **2005.** Norovirus and Foodborne Disease, United States, 1991–2000. *Emerging Infectious*
37 *Diseases* 11(1): 95-102.
38
39 **Wilkinson N, Kurdziel AS, Langton S, Needs E, Cook N. 2001.** Resistance of poliovirus
40 to inactivation by high hydrostatic pressures. *Innovative Food Science & Emerging*
41 *Technologies* 2: 95-98.

- 1
2 **World Health Organisation (WHO). 2008.** Guidelines for Drinking-water Quality. Volume
3 1. Recommendations (3. painos). World Health Organisation, Geneve, Sveitsi.
4
- 5 **World Health Organization (WHO). 2005.** Viruses. teoksessa: K.Pond, Water Recreation
6 and Disease. Plausibility of Associated Infections: Acute Effects, Sequelae and Mortality.
7 IWA Publishing, London, UK, s.191-231.
8
- 9 **Wu F-T, Oka T, Takeda N, Katayama K, Hansman GS, Muo C-H, Liang S-Y, Hung C-H,
10 Jiang D DS, Chang J-H, Yang J-Y, Wu H-S, Yang C-F. 2008.** Acute Gastroenteritis
11 Caused by GI/2 Sapovirus, Taiwan, 2007. *Emerging Infectious Diseases* 14(7): 1169-
12 1171.
13
- 14 **Xie Y, Hajdok C, Mittal GS, Warriner K. 2008.** Inactivation of MS2 F (+) Coliphage on
15 Lettuce by a Combination of UV Light and Hydrogen Peroxide. *Journal of Food Protection*
16 71(5): 903-907.
17
- 18 **Yamashita T, Ito M, Tsuzuki H, Sakae K. 2001.** Identification of Aichi Virus Infection by
19 Measurement of Immunoglobulin Responses in an Enzyme-Linked Immunosorbent Assay.
20 *Journal of Clinical Microbiology* 39(11): 4178–4180.
21
- 22 **Yamashita T, Sakae K, Ishihara Y, Isomura S, Utagawa E. 1993.** Prevalence of Newly
23 Isolated, Cytopathic Small Round Virus (Aichi Strain) in Japan. *Journal of Clinical*
24 *Microbiology* 31(11): 2938-2943.
25
- 26 **Yamashita T, Sakae K, Tsuzuki H, Suzuki Y, Ishikawa N, Takeda N, Miyamura
27 T, Yamazaki S. 1998.** Complete Nucleotide Sequence and Genetic Organization of Aichi
28 Virus, a Distinct Member of the *Picornaviridae* Associated with Acute Gastroenteritis in
29 Humans. *Journal of Virology* 72(10): 8408–8412.
30
- 31 **Yazaki Y, Mizuo H, Takahashi M, Nishizawa T, Sasaki N, Gotanda Y, Okamoto H.
32 2003.** Sporadic acute or fulminant hepatitis E in Hokkaido, Japan, may be food-borne, as
33 suggested by the presence of hepatitis E virus in pig liver as food. *Journal of General*
34 *Virology* 84: 2351–2357.
35
- 36 **Zomer TP, De Jong B, Kühlmann-Berenzon S, Nyrén O, Svenungsson B, Hedlund
37 KO, Ancker C, Wahl T. 2010.** A foodborne norovirus outbreak at a manufacturing
38 company. *Epidemiology and Infection* 138: 501–506.
39
- 40 **Lainsäädäntö:**

1
2 Elintarvikelaki 13.1.2006/23.
3
4 Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus elintarvikehygieniasta 29.4.2004/852/EY.
5
6 Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus eläinperäisiä elintarvikkeita koskevista
7 erityisistä hygieniasäännöistä 29.4.2004/853/EY.
8
9 Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus ihmisravinnoksi tarkoitettujen eläinperäisten
10 tuotteiden virallisen valvonnan järjestämistä koskevista erityissäännöistä
11 29.4.2004/854/EY.
12
13 Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus kemikaalien rekisteröinnistä, arvioinnista,
14 lupamenettelyistä ja rajoituksista (REACH) 18.12.2006/1907/EY.
15
16 Komission asetus elintarvikkeiden mikrobiologisista vaatimuksista (EY) 2005/2073.
17
18 Maatalous- ja metsätalousministeriön asetus eläimistä saatavien elintarvikkeiden
19 elintarvikehygieniasta 37/EEO/2006.
20
21 (Neuvoston direktiivi elintarvikehygieniasta 1993/43/EEC).
22
23 Neuvoston direktiivi ihmisten käyttöön tarkoitetun veden laadusta 3.11.1998/83/EY.
24
25 Neuvoston direktiivi terveyttä koskevista vaatimuksista elävien simpukoiden tuotannossa
26 ja saattamisessa markkinoille 15.7. 91/492/ETY.
27
28 Sosiaali- ja terveysministeriön asetus elintarvikkeiden tai talousveden välityksellä leviävien
29 ruokamyrkytys epidemioiden selvittämisestä 7.3.2007/251.
30
31 Sosiaali- ja terveysministeriön asetus talousveden laatuvaatimuksista ja
32 valvontatutkimuksista 19.5.2000/461.
33
34 Sosiaali- ja terveysministeriön asetus elintarvikehuoneistossa työskentelevältä
35 vaadittavasta elintarvikehygieenisestä osaamisesta ja osaamisen testaamisesta
36 (hygieniosaamisasetus). 23.11. 2001/1115.
37
38 Sosiaali- ja terveysministeriön asetus talousvettä toimittavassa laitoksessa
39 työskentelevältä vaadittavasta laitek teknisestä ja talousvesihygieenisestä osaamisesta ja
40 osaamisen testaamisesta. 12.12.2006/1351.

1

2 Terveystensuojelulaki 19.8.1994/763.

3

4 Ympäristöministeriön asetus kiinteistöjen vesi- ja viemäri­laitteistoista 1.7.2007. D1

5 Suomen rakentamismääräyskokoelma Kiinteistöjen vesi- ja viemäri­laitteistot. Määräykset
6 ja ohjeet 2007.

7

8

9