



PÕLLUMAJANDUS- JA TOIDUAMET

L. monocytogenes poolt tekitatud
biokirme eemaldamine ettevõttes



SISUKORD

1. Sissejuhatus	1
2. Mis on biokirme?	1
3. <i>Listeria monocytogenes</i> 'e olulisus ja ohjamine toidukäitlemisettevõttes	3
3.1 Põrandad	3
3.2 Kanalisatsioon ja trapid	4
3.3 Kuidas vältida Listeriaga saastumist põrandatelt ja kanalisatsioonitorudest?	4
3.4 Toidu töötlemise seadmed	4
3.5 Koristusvahendid	5
3.6 Jahutid, sügavkülmikud ja õhupuhastussüsteemid	5
4. Biokirme ennetamine ja hävitamine	5
4.1 Efektiivse puhastuse ja desinfitseerimise etapid	6
4.2 Pesu- ja desinfitseerimisained	7
4.2.1 Erinevate desinfitseerimisainete mõju biokirmele	8
4.3 Kokkuvõtte biokirme eemaldamisest	9

Antud juhend on koostatud võttes arvesse Mati Roasto (professor, Eesti Maaülikooli VLI Toiduhügieeni ja rahvatervise õppetooli juht) poolt koostatud ekspertarvamust.

1. Sissejuhatus

Listeria monocytogenes põhjustab üht kõige tõsisemat ja raskemat toidu kaudu levivat haigust, mida nimetatakse listerioosiks. Listerioosi haigestumine toimub tavaliselt saastunud toidu, eriti pastöriseerimata piimatoodete ning tarbimiseks valmis kala- ja lihatoodete söömise kaudu.

Tingituna asjaolust, et *L. monocytogenes* on keskkonnas väga levinud ja seda leidub mullas, vees, loomade ja lindude soolestikus ja toidu toorainetes, võivad *Listeria* bakterid jõuda toidu tootmisruumidesse ja seal levida.

L. monocytogenes on võimeline kinnituma paljudele pindadele, nagu roostevaba teras, polüstreem ja klaas ning on võimeline moodustama biokirmit. Biokirme *Listeria* ellujäämiseks on oluline. *Listeria* biokirmel on väga suur vastupidavus selle eemaldamise ja hävitamise toimingute suhtes k.a. vastupidavus antimikroobsete ainete suhtes. Biokirme on raske eemaldada, ta on vastupidav vesikeskkonnas, ei karda UV, kuivamist, desinfektante.

Toidukäitlejad peavad tagama tööpindade ja seadmete puhtuse. Antud juhendis antakse soovitusel, kuidas biokirme teket ennetada ja tekkinud biokirmit eemaldada.

Biokirmete ennetamine ja elimineerimine eeldab biokirme kui nähtuse tundmist.

Biokirme ei koosne ühest bakteriliigist, vaid on erinevate mikroobide ja nende poolt toodetud ainete kooslus.

Kõige olulisem on biokirmete tekke ennetamine, sest juba välja kujunenud biokirmete hävitamine eeldab esmalt nende tuvastamist, seejärel süvapuhasust teostamist rakendades erinevaid energia liike, nt mehhaaniline, keemiline, termiline.

Biokirmete teket saab vältida tavapärase puhastamis- ja desinfitseerimistoimingute korrektse rakendamisega.

Koristamise ja desinfitseerimise efektiivsust tuleb regulaarselt tõendada. Seadmetelt ja tööpindadelt tuleb pesemise ning desinfitseerimise tõhususe ning *L. monocytogenes*'e puudumise tõendamiseks võtta pinnahügieeniproove. Tööpindadelt *L. monocytogenes*'e tuvastamise järgselt tuleb kohe rakendada korrektiivmeetmeid. Näiteks, kui *L. monocytogenes* leitakse toiduga otseselt kokku puutuvatelt pindadelt, tuleb tootmine peatada, teostada süvakoristus ning võtta täiendavad proovid ja analüüsid, mis tõestavad korrektiivmeetmete tõhusust.

2. Mis on biokirme?

Enamik mikroorganisme elab keskkonnas biokirmete koosseisus. Biokirme võib koosneda erinevatest mikroobiliikidest.

Biokirme on bakterirakkude struktureeritud kooslus, kus bakterirakud on põimitud nende endi poolt toodetud polümeersete ainete maatriksisse. Biokirmes elutsevaid bakterirakke iseloomustab muutunud fenotüüp ja geeniekspressioon, mis võimaldab biokirme moodustanud bakterirakkudel toota erinevaid aineid, mis suurendavad nende vastupanuvõimet erinevate keskkonna stressorite suhtes.

Biokirme tekke eelduseks on mikroobide kinnitumine pindadele, mida oluliselt soodustab orgaanilise ja anorgaanilise mustuse, vee ning kahjustunud pindade olemasolu. Täielikult kuivadele pindadele biokirme ei teki. Bakterid on võimelised koloniseerima nii siledaid kui karemaid pindasid. Biokirmed tekivad kiiremini hüdrofoobsetele mittepolaarsetele pindadele (nt plast) ja aeglasemalt hüdrofiilsetele pindadele (klaas või metall).

Biokirme teket võib kirjeldada mikroorganismide kihtide tekkena erinevatele pindadele. Biokirme teke (tootmis)pindadele on järkjärguline, mis tavapäraselt algab üksikute rakkude pindadele kleepumisega ning nende poolt eksopolüsahhariidide tootmisega (biokirme tekke esimene faas). Esimene faas on pöörduv, st bakterid on pindadelt veel kergesti eemaldatavad.

Biokirme arenedes tekib juurde üha uusi bakterite mikrokolooniaid, biokirme maatriksisse tekivad veekanalid ja muutub bakterirakkude füsioloogia ning geeniekspressioon. Ka selles faasis on pindade adekvaatse puhastamisega võimalik bakterirakke veel edukalt eemaldada. Biokirme edasise arengu võimaldamisel toimub rakkude tugev kinnitumine pinnale, mistõttu on bakterirakkude pindadelt eemaldamine oluliselt raskendatud ning eeldab süvapuhasmeetodite rakendamist. Välja kujunenud biokirme on viskooselastne, kummitaoline, kinnitub tugevalt pinnale ning ilma mehaanilise energia rakendamiseta väga raskesti eemaldatav.

Biokirme arengu viimases etapis on mikroobirakud võimelised biokirmest eralduma ja levima, mis kujutab ettevõttele potentsiaalset (püsi) saasteallikat. Biokirme maatriks kaitseb mikroobe puhastus- ja desinfitseerimisainete ning isegi kuumtöötlemise kahjulike mõjude eest

Biokirmete teket soodustavad pindadel esinevad kriimustused, mikropraod ja muud vigastused. Sellest tulenevalt on seadmete ja ehitusmaterjalide omadustel väga suur tähtsus. Kasutatavad materjalid peavad olema tugevad, korrosioonikindlad, siledad, kergesti pestavad ja desinfitseeritavad. Metallpindadel, kaasa arvatud roostevabateras, võib biokirme soodustada rooste teket, mille tulemusel tekivad väikesed mikroskoopilised augud ja praod.

Sellised pinnavigastused võimaldavad bakterite peitumist niššidesse ja seal pikalt püsimist k.a. pindade saastamist. Niššides on bakter võimeline toiduainetööstuses püsima mitmeid kuid ning isegi aastaid põhjustades korduvaid lõpptoodete (rist)saastumisi.

Eelmainitud omadus (püsivus) *L. monocytogenes*'e puhul on tingitud mitmetest antud bakteri omadustest nagu biokirme moodustamise võime, madalatel temperatuuridel paljunemisvõime, desinfitseerimisainete talumine ning vastupanuvõime faagidele. Piisavalt on tõendeid selle kohta, et biokirme bakterid, pärinedes erinevatest ökosüsteemidest, näitavad suuremat vastupanuvõimet nii desinfektantide kui ka teiste antimikroobsete ainete suhtes k.a. antibiootikumid.

Täisgenoomi sekveneerimise meetod suudab määrata *L. monocytogenes*'e tüvede geneetilist sarnasust või geneetilist erinevust. Sel põhjusel saab seda meetodit edukalt kasutada *L. monocytogenes*'e tüvede püsivuse uurimiseks toiduainetööstuses, nt. saasteallikate kindlaks tegemiseks ja tüvede püsivusega seotud molekulaarsete mehhanismide uurimiseks.

Pane tähele:

- *L. monocytogenes*'e biokirme võib sobilike tingimuste (toitained, vesi, pinnakahjustused jms.) korral tekkida 24 tunni jooksul.
- Algselt mittepatogeensetest mikroorganismidest moodustunud biokirme pakub soodsaid võimalusi *L. monocytogenes*'e peitumiseks ja kasvuks.

- Biokirme ennetamiseks on oluline varajane (toidu)jääkide kogunemiskohtade ja kahjustunud pindade kindlaks tegemine koos vajalike korrigeerivate tegevustega.
- Puhastamine ja desinfitseerimine peab alati olema teostatud nõuetekohaselt.
- Süvapuhasus peab olema regulaarne ning selle sagedus põhinema riskihinnangul.
- Täiendava mehhaanilise energia kasutamine (harjad) on otstarbekas eelkõige kõrge riskiga hügieenitsoonides, masinatel ja pindadel, mis otseselt toiduga kokku puutuvad.
- Osakondade füüsilisel eraldamisel, nt madala riskiga hügieenitsoonide selgelt eraldamine kõrge riskiga hügieenitsoonidest, omab suurt positiivset mõju nii üldhügieeni tasemele kui toodete ohutusele, eriti kuumtöötlemise järgses tootmisalas (kõrge riski piirkond).
- Efektiivsed kemikaalid võivad olla happelised kvaternaarsed ammooniumiühendid, peräädikhape ja klooridioksiid.
- Tagatud peab olema desinfitseerimisainete ringluses/rotatsioonis kasutamine, kus pesuskeemides kasutatakse põhitoimeainele täiendavalt teatud sagedusega ka teistel toimeainetel põhinevaid desinfitseerimisaineid.
- Desinfitseerimisaine(te) biokirmete vastane toime peab olema kemikaalitootja poolt kindlaks määratud (tootealane info). Seda infot tuleb nõuda ka pesu- ja desinfitseerimisainete tarnijatelt.
- Toidukäitlemisettevõtted peavad omama teadmisi biokirme tekke põhjustest, nende tuvastamise võimalustest, hävitamisest ja tekke ennetamisest.

Biokirmete ennetamisel on kõige olulisem pidev tavapärastest pesuskeemidest (SSOP) kinnipidamine.

3. *Listeria monocytogenes*'e olulisus ja ohjamine toidukäitlemisettevõtetes

L. monocytogenes võib moodustada biokirme, mis aitab bakteritel kinnituda põranda, kanalisatsiooni ja seadmete pinnale, muutes nende puhastamise raskemaks ja kaitseb baktereid kuivamise, kuumuse ning tavapäraste puhastamis- ja desinfitseerimiskemikaalide eest. *L. monocytogenes*'e biokirme on sageli toiduainete ristsaastumise allikas.

3.1 Põrandad

Sobimatutest materjalidest ehitatud või halvasti paigaldatud põrandatel võivad tekkida vee kogunemiskohad ning nad võivad põhjustada veeimavust. Halvasti ehitatud põrand ja seina liitekohad ning äravoolu ja põrand liitekohad põhjustavad sageli vee ja niiskuse püsima jäämist. Probleemiks on põrandad, millel on praod, augud või vahed.

Patogeeni leviku minimeerimiseks tuleks põrandad hoida võimalikult kuivad. Veeloigud tuleb viivitamatult eemaldada ja veelekked tuleb kõrvaldada nii kiiresti kui võimalik. Põrandad peavad olema drenaaži poole kaldu, et hõlbustada vee eemaldamist ja hoida ära seisva veega loikude tekkimist põrandatel.

Vältimaks *L. monocytogenes*'e levikut erinevate hügieenitsoonide (eriti madala ja kõrge riski tsoonide) vahel, tuleb need alad füüsiliselt eraldada, et piirata või koguni vältida erineva riskitasemega tsoonide vahel vee, aerosoolide, töövahendite ning inimeste liikumist.

Erinevates hügieenitsoonides võib kasutada ainult selles konkreetses hügieenitsoonis töötamiseks mõeldud jalanõusid. Toiduga kokku puutuvaid seadmeid ja töövahendeid ei tohi

kunagi asetada põrandale ning kui see kogemata juhtub, siis tuleb need enne uuesti kasutamist hoolikalt puhastada ja vajadusel ka desinfitseerida.

3.2 Kanalisatsioon ja trapid

Kui *L. monocytogenes* on tootmisruumides tuvastatud on teda suure tõenäosusega ka kanalisatsioonis. Äravoolud toimivad *L. monocytogenes*'ga saastunud vee kogumispunktadena ning tagavad patogeeni kasvamiseks vajalike toitainete ja niiskuse olemasolu. Kuigi kanalisatsiooni puhastamine on ebameeldiv ja keeruline ülesanne, on see Listeria tõrje jaoks ülioluline. Rämpne kanalisatsioon võib olla *L. monocytogenes*'e saasteallikaks ja kanalisatsioonist heitvee tagasivoolamine levitab Listeriaid põrandale ja põrandalt kantakse nad omakorda edasi, nt jalanõude, transportöörade ja muul viisil.

Kanalisatsiooni k.a. trappe võib puhastada ja desinfitseerida ainult siis kui tootmist ei toimu. Pärast äravoolualade/kanalisatsiooni/trappide pesemist ja desinfitseerimist tuleb anda aega, et tekkinud aerosoolid saaks maha langeda ja alles seejärel loputada ning desinfitseerida toiduga kokku puutuvad pinnad. Kergesti puhastatav drenaaž võimaldab minimeerida mikroobide kasvu ning sanitatsiooniga eemaldada biokirmet.

3.3 Kuidas vältida Listeriaga saastumist põrandatelt ja kanalisatsioonitorudest?

L. monocytogenes võib saastunud põrandate ja kanalisatsiooni kaudu kergesti edasi kanduda teistesse tootmisruumidesse k.a. toitu. Kandjateks on enamasti töötajate jalanõud, töövahendid, kärurattad ning ka puhastusseadmed.

Parim viis vältida põrandate ja kanalisatsiooni saastumist Listeriaga on nende korrapärane puhastamine ja desinfitseerimine. Seejuures on oluline, et puhastamise käigus minimeeritaks teiste pindade saastumist. Kõrgsurve ning ettevaatamatu mehaanilise puhastamise kasutamine suurendab Listeriate sattumist aerosooliosakeste külge, mistõttu võib patogeen levida ka õhu kaudu. Põrandate ja äravoolutrappide puhastamiseks tuleb kasutada eri värvikoodiga käsikoristusvahendeid, sest neid koristusvahendeid ei tohi kasutada nt seadmete ja otseselt toiduga kokku puutuvate pindade puhastamiseks. Eeltoodud reeglitest tuleb rangelt kinni pidada.

3.4 Toidu töötlemise seadmed

Sarnaselt põrandatele ja äravoolualadele, võivad ka toidutöötlemisseadmete raskesti puhastatavad alad võimaldada vee ja orgaaniliste ainete kogunemist, mis omakorda soodustab pindade koloniseerimist Listeriaga k.a. nende paljunemist ning ettevõtte spetsiifiliste *L. monocytogenes*'e tüvede teket.

Riskide minimeerimiseks tuleb kasutada hügieeniliselt disainitud/kujundatud toidu töötlemise seadmeid, mida on disainist tingituna lihtne puhastada, vajadusel osadeks lahti võtta ning mis on valmistatud kergesti puhastatavast ja desinfitseerimisainetele vastupidavast materjalist.

Puhastamise ja desinfitseerimise sagedus peaks põhinema ettevõtte poolt läbiviidud riskihinnangul, kuid jahutatud valmistoitude töötlemiseks kasutatavate seadmete puhul peab see toimuma **vähemalt üks kord päevas**. Igapäevast koristust tuleks täiendada regulaarse seadmete osadeks lahti võtmise ja sellele järgneva sügavpuhastusega, et tagada igapäevase puhastamise ajal raskesti ligipääsetavate kohtade puhastamine. Ka sügavpuhastuse sagedus

peaks põhinema ettevõtte poolt läbiviidud riskide hindamisel. Puhastamisel ja desinfitseerimisel tuleb erilist tähelepanu pöörata seadmete raskesti ligipääsetavatele aladele. Need on alad/pinnad, kus *L. monocytogenes* võib esineda ning kasvada, eriti kui on piisavalt niiskust. Nende alade/pindade hulka võivad kuuluda halvasti kuivavad seadmete tugiraamid, nišid, õõnsad tihendamata rullikud, vigased keevisõmblused, viilutamismasinade sisemised alad ning kaitsekorpuste all olevad alad. Määrdeained ja suruõhusüsteemide niiskust koguvad alad võivad samuti olla *Listeria* allikaks, mistõttu tuleb neid regulaarselt kontrollida ning vajadusel hooldada.

3.5 Koristusvahendid

Töövahendid, mida kasutatakse koristamiseks (nt harjad, kaabitsad) võivad olla üheks kõige olulisemaks *Listeria*ga saastumise allikaks.

Koristusvahendid peavad olema sobiva hügieenilise disainiga/kujundusega, et hõlbustada nende puhastamist ja vältida mikroobide paljunemist. Koristusvahendite pinnad peavad olema siledad, ilma pragude ja vigastusteta. Kui tegemist on mitmest korpusest koosneva tööriistaga, siis peab neid olema võimalik kergesti osadeks lahti võtta. Eelistada võiks töövahendeid, millel on üheosaline konstruktsioon, sest erinevad osad (eriti nende liitekohad) võivad olla mikroobide peitekohtadeks ja kasvukohaks.

Kõik koristusvahendid tuleb pärast kasutamist korralikult puhastada ja desinfitseerida ning hoida sobivates seinakinnitustes või puhastes kappides.

3.6 Jahutid, sügavkülmikud ja õhupuhastussüsteemid

Jahutid ja sügavkülmikud on külmad ja niisked. *L. monocytogenes* võib paljuneda ka külmas (külmkapi temperatuuride juures) keskkonnas ja talub külmutamist. *Listeria* kontekstis antud tingimused pärsivad eelkõige konkureeriva mikroobioota kasvu, seeläbi soodustavad *L. monocytogenes*'e ellujäämisvõimet ja püsivust.

Jahutusseadmetes ja sügavkülmikutes olevad aurustamisplaadid ja ventilaatorid peavad olema puhtad ja desinfitseeritud. Jahutussüsteemide kondensaad tuleb suunata kanalisatsiooni või vastavatesse kogumisnõudesse, mida tuleb regulaarselt tühjendada, puhastada ja desinfitseerida. Kunagi ei tohi jahutus- või külmutussüsteemi alt toodetega läbi minna ehk liikumisteed peavad olema planeeritud nii, et need välistavad antud süsteemide kaudu toodete/taara jms. võimaliku saastumise.

Ka paljudes õhupuhastussüsteemides on olemas ka aurustid, mida tuleb puhastada. Vältida tuleb vee kondensaadi teket ja selle kogunemist.

4. Biokirme ennetamine ja hävitamine

Biokirmete esinemine toidukäitlemisettevõtete tootmispindadel teeb toiduohutuse seisukohast igapäevase kõrgel tasemel ehk nõuetekohase puhastamise ja desinfitseerimise eriti oluliseks.

Biokirme tekke ennetamisel on suur roll pinnamaterjalide omadustel, nt korrosioonikindlus, siledus ning pragude puudumine. Seadmete tihendid võivad olla biokirme tekke kohtadeks, sest tihenditele koguneb kergesti mustust ja toitaineid. Kumm ei ole kunagi küllalt sile, et takistada biokirme teket. Tihendite korrasolekut on vaja regulaarselt jälgida ning nende töökindluse

vähenedes nad välja vahetada. Tihendid tuleb välja vahetada regulaarselt ning see tegevus peab olema kirjutatud ettevõtte enesekontrolliprogrammi dokumentidesse.

Biokirme kihtide efektiivsemaks lagundamiseks/hävitamiseks kasutatakse kemikaalide koostises nt metallikelaatoreid. Kelaat on ioonide ja molekulide metalliioonidega seondumise tüüp, mis aitab kaasa mustuse eemaldamisele pindadelt.

Desinfitseerimisainete valikul tuleb lähtuda pinnamaterjalist ja kinnitunud mikroobidest. Desinfitseerimisainete toime efektiivsus väheneb oluliselt tema kokkupuutumisel biokirme maatriksiga, mis tähendab seda, et desinfitseerimisaine töölahus (tavapärasel kontsentratsioonis) ei suuda hävitada tootmispindadel kõiki mikroobe. Analoogne olukord tekib olukorras, kus desinfitseeritakse liigniiskeid pindasid, mistõttu desinfitseerimisaine efektiivne kontsentratsioon (töölahus) lahjeneb juba enne, kui see puutub kokku mikroobidega. Tagajärjeks võib olla mikroobide resistentsuse välja kujunemine antud kemikaali(de) suhtes.

Listeria monocytogenes'e teatud tüvede püsivus võib olla tingitud teguritest, mis põhjustavad desinfitseerimisainete töölahuste kontsentratsioonide vähenemist nt:

1. keskkonna niššid, kuhu pesu- ja desinfitseerimisained ei pruugi piisavas kontsentratsioonis jõuda;
2. juba tekkinud biokirmed;
3. biokirme koostises olevate bakteritüvede resistentsus.

4.1 Efektiivse puhastuse ja desinfitseerimise etapid

Efektiivse puhastuse ja desinfitseerimise etappideks on:

- Kuivkoristamine ehk tahkete toiduosakeste eemaldamine seadmetelt, põrandalt, konveierilintidelt ja muudelt tööpindadelt. Mõned seadmed, näiteks viilutus- ja tükeldamismasinad, tuleb efektiivseks kuivkoristamiseks osadeks lahti võtta, et lahti monteeritud osi saaks seejärel põhjalikult puhastada ja desinfitseerida;
- Põranda loputamine ja pesemine;
- Seadmete eelloputamine, mida tuleb teostada toote vooluga samas suunas. Eelloputus tuleb teostada sooja või külma veega. Veetemperatuur peab olema madalam kui 60 °C, sest liiga kuum vesi võib koaguleerida valke või muud tüüpi mustust;
- Põhipesu (nt vahupesu) **k.a. pindade harjamine/hõõrumine**. Mehaanilise energia rakendamisel tuleb enam tähelepanu pöörata raskesti puhastatavatele seadmete osadele. Vajadusel tuleb nad puhastamiseks ja desinfitseerimiseks osadeks lahti võtta. Tuleb tagada pesukemikaalide vähemalt minimaalne kontaktaeg pindadega, rangelt järgida kemikaalide tootjate poolt antud soovitusi;
- Seadmete ja tööpindade loputamine, mis peab toimuma toote vooluga samas suunas;
- Seadmete ja tööpindade puhtuse visuaalne kontroll. Vajadusel täiendav puhastamine;
- Desinfitseerimine. Esmalt tuleb desinfitseerida põrand ja alles seejärel seadmed, et vältida põranda puhastamisel tekkivate aerosoolide kandumist seadmetele ja muudele tööpindadele. Vältida tuleb kõrgsurvepesu (tekkitab rohkelt pritsmeid). Veetemperatuur peab olema vähemalt 82 °C (aeg 10 sekundit), et tekitada kuumast aurust tulenev mikroobide hävitamise efekt. Desinfitseerimisained, nt **happelised kvaternaarsed ammoniumiühendid** võivad olla *L. monocytogenes*'e hävitamiseks kuumast veeaurust tõhusamad.
- Desinfitseerimisainete regulaarne rotatsioon. Erinevate kemikaalide kasutamisest tingitud pH muutused takistavad mikroobide kohanemist tootmiskeskkonnaga. Leeliseliste ja happeliste pesukemikaalide vaheldumine aitab vältida nii biokirme kui mineraalse sademe (anorgaanilise mustuse kinnitumist) teket pindadel.

- Vältida liigniiskuse teket. Võimalusel pinnad kuivatada. Kuivatamisel (nt õhkuivatus meetod) tuleb vältida ristsaastumist, nt aerosoolsete osakeste ja pritsmete kaudu. Liigse vee eemaldamiseks kasutatavad vahendid peavad olema hügieenilised.

4.2 Pesu- ja desinfitseerimisained

Desinfitseerimisele eelnevad puhastusetapid peavad tagama toidu jääkide ja muu mustuse täieliku eemaldamise. Desinfitseerimine peab hävitama kõik mikroorganismid.

Pesu- ja desinfitseerimisainete valimisel tuleb arvestada mitmete teguritega. Kemikaalid peavad sobima ettevõtte pinnamaterjalidega, nt roostevaba teras või plastik. Arvestada tuleb ettevõttes esinevate mustuse tüüpide ja toidumaatriksiga seonduvate mikroobidega.

Resistentsuse vältimiseks tuleb rotatsioonis kasutada erinevaid (erinevat tüüpi ehk erineva toime mehhanismiga) desinfitseerimisaineid.

Rotatsiooni all mõeldakse teatud nädalapäeval (juhul kui nädalapõhine) või nt kord kahe nädala tagant põhidesinfitseerimisainest (nt peräädikhappel põhinev) erineva desinfitseerimisaine (nt bensalkooniumkloriidil põhinev) kasutamist desinfitseerimisel.

See võimaldab vähendada põhidesinfitseerimisaine (õigemini selle toimeaine) suhtes mikroorganismidel resistentsuse välja kujunemist, sest erinevat tüüpi desinfitseerimisainete toimemehhanismid on erinevad.

Pesu- ja desinfitseerimisainete märgistusel peab olema vähemalt info:

- ✓ juhised toote kasutamiseks (kontsentratsioon, kasutamiskiis, kokkupuuteaeg, temperatuur);
- ✓ toote omadused;
- ✓ ohutusala info.

Oluline on ka täiendav info, nt *Listeria* vastane toimeefektiivsus.

Soovitused puhastusvahenditele, mis on võimelised inaktiveerima *L. monocytogenes*'e biokirmetes, eriti roostevabast ja plastist pindadel:

- ✓ kõige tõhusamad kemikaalid on happelised (mitte neutraalsed) kvaternaarsed ammooniumiühendid, peräädikhape ja klooridioksiid;
- ✓ vähem efektiivsed on halogeenide segud ja happelised anioonsed desinfitseerimisained;
- ✓ kõige **ebatõhusama biokirme vastase toimega** on kloor, jodofoorid (joodiühendid, mis omavad bakterite, viiruste, seente ja eoste vastast toimet) ja neutraalsed kvaternaarsed ammooniumiühendid.

Seega saab väita, et **paljud desinfitseerimisained ei ole võimelised läbima biokirme**, mistõttu ei suudeta puhastamise ja desinfitseerimise käigus eemaldada kogu biokirmit.

Toidukäitlemisettevõtted, kes toodavad *L. monocytogenes*'e suhtes nn tundlikke toite (valmistoidud, milles patogeen võib kasvada ohtliku määraneni) peavad pesukemikaalide ja desinfitseerimisainete valikul arvestama kemikaalide listeritsiidsete omadustega ehk nõudma kemikaalide tarnijatelt dokumenteeritud tõendeid, kusjuures oluline on ka biokirmete hävitamise võime tõendamine. Tegelikult on juba välja kujunenud biokirmit praktiliselt võimatu hävitada vaid nn keemilise energiaga, kusjuures oluliselt ei tohi tõsta ka desinfitseerimiseks kasutatava töölahuse kontsentratsiooni. Desinfitseerimisainete liiga kõrge kontsentratsioonid võivad kahjustada pinnamaterjale, mis omakorda võib luua soodsad tingimused biokirme tekkeks.

Kvaternaarseid ammooniumiühendeid (edaspidi lühend QAC) nt bensalkooniumkloriid kasutatakse toidutöötlemiskeskonnas mikrobioloogilise puhtuse tagamiseks suhteliselt laialdaselt.

QAC-de sobimatu kasutamine, näiteks ebapiisav pindade loputamine pärast desinfitseerimist ja töölahuse liiga madal kontsentratsioon, võivad põhjustada patogeene k.a. *L. monocytogenes*'e kohanemist desinfitseerimisainega. Viimane võib omakorda soodustada *L. monocytogenes*'e biokirme teket.

Bensalkooniumkloriidi toime säilimiseks oleks desinfitseerimise skeemidesse vaja täiendavalt kasutusele võtta ka etanooli ja vesinikperoksiidipõhised desinfitseerimisained.

4.2.1 Erinevate desinfitseerimisainete mõju biokirmele

Erinevate toimemehhanismidega desinfitseerimisainete kasutamine takistab resistentsete mikroobitüvede välja kujunemist.

1. **Hüpoklorit** (10-Chlor) kontsentratsiooniga 200 ppm ei ole efektiivne biokirmete hävitamisel. Hüpokloritid kuuluvad oksüdeeriva toimega kemikaalide hulka ning nad kaotavad suuresti oma toime tänu biokirme orgaanilistele kihtidele.
2. **Kvaternaarsed ammooniumi ühendid (QAC)** on stabiilsed, aktiivsed ja madala toksilisusega ühendid ning on efektiivsemad grampositiivsete bakterite, pärmide, hallitusseente ja lipiide sisaldavate viiruste vastu. Nende toime on väiksem gramnegatiivsete bakterite, endosporide ja bakteriofaagide vastu. Teatud tüüpi QAC-d on efektiivsemad. Bi-Quat on näide varase põlvkonna QAC puhastusvahenditest, mida on toiduainetööstuses laialdaselt kasutatud.
3. **Peroksüädikhape ehk peräädikhape (PAA)** on oksüdeerivatelt omadustelt klooriga võrreldes märkimisväärselt efektiivsem. Kaubanduslikult saadaval olev PAA on tasakaalustatud segu äädikhapest, vesinikperoksiidist, peräädikhapest ja veest. PAA kui desinfitseerimisaine populaarsus tuleneb kemikaali laiast toimeulatusest (lai toimespekter), sest ta toimib nii bakterite, pärmide kui seente vastu. Samuti laguneb ta kahjututeks ühenditeks ning nad toimivad laias temperatuuri (0-40 °C) ja pH (3-7,5) vahemikus. Üldiselt ei tohiks kasutada üle 200 ppm peräädikhappe kontsentratsioone.
4. **Vesinikperoksiid** on selge, värvitu vedelik ja keskkonnasõbralik (mittetoksiline) - desinfitseerimisaine, mida kasutatakse laialdaselt meditsiinivaldkonnas ja toiduainetööstuses. See on efektiivne paljude mikroorganismide, sealhulgas viiruste, bakterite, bakteriaalsete endosporide ja pärmseente vastu. Efektiivsus on veelgi suurem koos uue põlvkonna QAC-ga, mis ühendavad multi-kvaternaarse ammooniumiühendite efektiivsuse vesinikperoksiidiga.
5. **Neutraalsed kvaternaarsed ammooniumiühendid** on nõrga biokirmete vastase toimega, kuid **happelised (modifitseeritud) kvaternaarsed ammooniumiühendid** on võimelised biokirmeid hävitama märkimisväärselt efektiivsemalt.
6. **Kloor** on samuti ebaefektiivne biokirmete hävitamisel. Seevastu **kloordioksiid** (0,6 – 1,0 mg/L) eemaldab biokirme isegi väga raskesti puhastavates seadmetes. Põhjuseks on

see, et kloordioksiid ei reageeri biokirme kesta koostisosadega, mistõttu on võimeline tungima biokirme kestast läbi ning hävitama biokirme koostises olevad bakterirakud.

7. **Osoneeritud vett** kasutavad mõned ettevõtted parema puhastusefekti saavutamiseks. Osoneeritud vesi on võimeline hävitama üksikuid kinnitamata spoorideta mikroobirakke, kuid kindlasti ei suuda hävitada biokirmit ning selle koostises olevaid mikroobe. Osoneeritud vee mikroobide vastane toime on kordades nõrgem desinfitseerimisaine töölahuse toimest.
8. **Kuum aur** on võimeline tekkivat biokirmit (biokirmete alged) hävitama, kuid kuuma auru toime on nõrgem kui mõnedel desinfitseerimisainetel, nt happelistel/modifitseeritud QAC-del või peräädikhappel põhinevad desinfitseerimisained.

4.3 Kokkuvõte biokirme eemaldamisest

- Oluline on mõista, et täielikult välja kujunenud biokirme(te) hävitamiseks ei piisa üksnes *L. monocytogenes*'e suhtes toimivate pesu- ja desinfitseerimiskemikaalide kasutamisest. Biokirme eemaldamisel on vaja **täiendavalt rakendada ka füüsilist/mehaanilist energiat**, nt pesuskeemides käsiharjade kasutamist. Samas ei tohi nn mehhaaniline puhastamine põhjustada mustuse osakeste k.a. biokirme osakeste õhus levimist. Viimane võib toimuda, kui mehhaanilist puhastust viiakse läbi liiga jõuliselt, mis võimaldab mustuse osakeste paiskumist õhku.
- Äärmiselt oluline on koristusvahendite tööjärgne korralik puhastamine ja desinfitseerimine. Kemikaal(id) iseenesest ei pruugi tagada *Listeria* hävitamist tootmiskeskonnast, eriti välja kujunenud biokirmete olemasolul.
- Oluline on varajane patogeeni peitekohtade kindlaks tegemine, seejärel nii keemilise kui mehhaanilise energia rakendamine.
- Desinfitseerimisainete töölahuste kontsentratsioonid peavad olema toimivad (rangelt järgida tootja poolset toote kasutuse alast informatsiooni), vältida tuleb liigniiskete pindade desinfitseerimist, sest kemikaali töölahuse kokkupuutel veega tekivad kemikaali alakontsentratsioonid.
- Desinfitseerida võib üksnes puhtaid pindu, sest orgaanilise mustuse olemasolul väheneb desinfitseerimisainete toime. Orgaanilise ja anorgaanilise mustuse puudumine on eriti oluline kiire toimega (oksüdeerivad ained) desinfitseerimisainete mikroobide hävitamise toime tagamiseks.
- Pärast sanitatsiooni, eriti kui viimane etapp on järeloputamine, tuleb tagada maksimaalsel viisil pesuvee eemaldamine, sest niiskus on *Listeria* kasvu tugevalt soodustav faktor.
- Erinevate kemikaalide ringluses/rotatsioonis kasutamine tagab parima sanitatsiooni.
- Oluline on mõista, et kombineeritud pesu- ja desinfitseerimisaine (mõlemad koos) mikroobide vastane toime on reeglina madalam võrreldes sellega kui pesu- ja

desinfitseerimise skeemis kasutatakse eraldi pesuaineid (koostises nt tensiidid, EDTA, polüfosfaadid), millele järgneb pesuaine maha loputamine ja sellele järgnevalt desinfitseerimine.

- Lisaks tuleb regulaarselt (sagedus määratakse ettevõtte poolt läbiviidud riskide hindamise tulemusena) läbi viia süvapuhasust.
- Riskipõhise proovivõtuplaani alusel võetud proovide analüüs peab tõendama sanitatsiooni nõuetekohasust.
- **Kõigi kolme bakteri (*Salmonella* spp., *Listeria* spp., shiga-toksiini tootev *E.coli*) biokirmete vastu on toimunud kõige efektiivsemalt modifitseeritud QAC-i, vesinikperoksiidi ja glütseriindiatsetaati kombinatsioon.**