

Noora Lavonen

BIB2-hanaviinisarjan pesuvälin pidentäminen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Bio- ja elintarviketekniikan koulutusohjelma

Insinöörityö

4.11.2015

Tekijä(t)	Noora Lavonen
Otsikko	BIB2-hanaviinisarjan pesuvälin pidentäminen
Sivumäärä	30 sivua + 2 liitettä
Aika	4.11.2015
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Bio- ja elintarviketekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Bioprosessit ja tekninen laadunohjaus
Ohjaaja(t)	Viinin laatu päällikkö, Hanna Jatila Koulutusvastaava, Carola Fortelius
<p>Tämän opinnäytetyön aiheena on Altia Oyj:n Rajamäen alkoholijuomatehtaan BIB2-sarjan CIP-pesuvälien pidentäminen. Työn alkaessa pesuväli oli 32 tuntia tai neljä viinisäiliötä. CIP-pesun kesto on noin kolme tuntia, ja pesumäärää vähentämällä on mahdollista saada tuotantoa tehostettua. Tavoitteena oli löytää pesuväli, jolla pesumäärä on riittävä viinin laadun säilyttämiseksi, mutta joka olisi myös tuotannollisesti mahdollisimman tehokas.</p> <p>Työssä selvitettiin, millaiset puhtaustoimet tuotannon aikana ovat riittävät viinin laadun kannalta. Koska viini steriilisuodatetaan ennen täyttölaitteistoa, tulevat mikrobikontaminaatiot viiniin suodattamisen jälkeen. Tutkittiin täyttökoneen täyttöpään puhtautta erilaisissa tilanteissa, esimerkiksi pitkien ajotaukojen jälkeen ja pitkän viiniajon jälkeen. Lisäksi tutkittiin koskemisen vaikutusta täyttöpään puhtauteen. Viininäytteitä analysoitiin, jotta saatiin selville näiden vaikutus viinin laatuun. Myös täyttökoneen ilmanpuhtautta tutkittiin.</p> <p>Työn tuloksista selviää, että noudattamalla hyvää tuotannon aikaista hygieniää viinin laatu säilyy, ja täten pidemmät viiniajot ovat mahdollisia. Tämä vaatii kuitenkin tarkan tuotannon aikaisen hygienian noudattamista.</p> <p>Insinööriyden julkisesta versiosta on poistettu yrityksen salassa pidettävät tiedot. Nämä tiedot on esitetty yrityksen omassa versiossa.</p>	
Avainsanat	Viini, CIP-pesu, hygienia

Author(s)	Noora Lavonen
Title	Increasing the washing frequency of BIB2 wine packaging line
Number of Pages	30 pages + 2 appendices
Date	4 November 2015
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Biotechnology and Food Engineering
Specialisation option	Bioprocessing and Quality Management
Instructor(s)	Hanna Jatila, Wine Quality Master Carola Fortelius, Head of Biotech. and Food Eng. Dept.
<p>The aim of this thesis is to study the frequency of CIP washes in BIB2 wine packaging line of Altia Corporation's Rajamäki alcoholic beverage plant. At the beginning of the project the washing interval was 32 hours or four wine containers. The duration of a CIP wash is about three hours so by reducing the washes it is possible to increase production. The aim was to find out how much production can be made between CIP washes without the quality of the wine deteriorating.</p> <p>The operations required for maintaining good quality of wine were explored. Because the wine is sterile filtered before filling, microbial contamination happen after filtration. Hygiene of the filler spouts was explored in different situations, for example after long pauses, long periods of production and after contaminating the filler spout by touching. Wine samples were analyzed to see the effect on wine. Also, air samples from the filler were analyzed.</p> <p>The results indicate that by following good hygiene procedures during production a good quality of wine is maintained. Thus, longer periods of production are possible. However, this requires educating the staff to ensure adequate hygiene.</p> <p>All confidential information has been removed from the public version of the thesis. This information has been presented in the version that has been delivered to the company.</p>	
Keywords	Wine, CIP wash, hygiene

Sisällys

Lyhenteet

TEORIAOSUUS

1	Johdanto	1
2	Elintarviketeollisuuden hygienia	2
2.1	Lainsäädäntö ja omavalvonta	2
2.2	Biofilmin muodostus	3
2.3	CIP-kiertopesu	4
2.3.1	CIP-kiertopesusta yleisesti	4
2.3.2	CIP-kiertopesun vaiheet	4
2.4	Avonaisten järjestelmien pesu elintarviketeollisuudessa	6
2.5	Pesuihin vaikuttavia tekijöitä	7
2.6	Pesuaineet	8
2.6.1	Puhdistusaineet	8
2.6.2	Desinfiointiaineet	9
2.7	Fysikaaliset puhdistusmenetelmät	10
2.8	Elintarviketeollisuuden tilaratkaisut	11
2.9	Elintarviketeollisuuden materiaalit	11
3	Viinin pilaantuminen	12
3.1	Viinin pilaantumiseen vaikuttavia tekijöitä	12
3.2	Happi	13
3.3	Viinin säilöntä- ja hapettumisenestoaineet	14
3.3.1	Rikkidioksidi	14
3.3.2	Sorbiinihappo	15
3.3.3	Dimetyylidikarbonaatti	15
3.4	Viinin pilaajamikrobit	16
3.4.1	Hiivat	16
3.4.2	Bakteerit	17
3.4.3	Homeet	18
3.5	Viinin pullotuksen hygienia	19

KOKEELLINEN OSUUS

4	BIB2-sarjan toiminta ja puhtaus	22
4.1	BIB2-sarjan täyttölaitteisto	22
4.2	CIP-pesuohjelma	22
4.3	Pesujen syyt	24
4.4	Laadunseuranta	24
4.4.1	Tuotannon aikainen laadunseuranta	24
4.4.2	Yleinen laadunseuranta	24
4.5	Suodatus BIB2-sarjalla	25
5	Menetelmät	26
5.1	Suoritettavat kokeet	26
5.1.1	Taustan selvittäminen	26
5.1.2	Kontaminaatiokokeet	27
5.1.3	Tuotannonaikaiset mittaukset	27
5.1.4	Pitkät viiniajot	27
5.2	Mikrobiologiset määritysmenetelmät	28
5.2.1	Sivelynäytteet	28
5.2.2	Viinien mikrobiologiset mittaukset	29
5.2.3	Ilmanpuhtausmittaukset	29
5.2.4	Inkubointiajat	29
6	Yhteenveto	30
6.1	Yhteenveto	30
6.2	Päätelmät	30
	Lähteet	31

Liite 1. Ensimmäisen pitkän koeajon näytteenottosuunnitelma

Liite 2. Kolmannen pitkän koeajon näytteenottosuunnitelma

Lyhenteet

ATP	adenosiinitrifosfaatti
BIB	Bag in Box, hanaviinipakkaus
CIP	Cleaning-in-Place, kiertopesu suljetulle järjestelmälle
HACCP	Hazard Analysis and Critical Control Points, omavalvontajärjestelmä
PCA	Plate Count Agar, kasvualusta
pmy	pesäkkeen muodostava yksikkö
RLU	Relative Light Unit, ATP-mittauksen puhtautta ilmoittava tulos
TCA	2,4,6-trikloorianisoli, eräiden sienien ja bakteerien aineenvaihdunnan tuote
WLN	WL Nutrient Agar, kasvualusta

1 Johdanto

Työn toimeksiantaja Altia Oyj pakkaa tuontiviinejä hanaviini-, eli BIB-pakkauksiin pääsääntöisesti kolmessa vuorossa ajettavalla BIB2-sarjalla. Työn alkaessa sarjalla on ohjeistuksena suorittaa viinilinjoille CIP-kiertopesu, kun tuotantoa on jatkunut 32 tuntia tai viiniä on ajettu neljä säiliötä. Koska kiertopesun kesto on noin kolme tuntia, menee järjestelmän pesuihin useita tunteja viikossa.

Työn tarkoituksena on selvittää, onko pesuväliä mahdollista pidentää ilman, että viinin laatu kärsii. Tämän takia kartoitettiin erilaisia riskikohtia viinin laadun kannalta, ja kokeiltiin niiden vaikutusta viinin laatuun. Selvitettiin toimenpiteitä, joilla näiden riskien minimointi on mahdollista. Osana työtä on myös siivous- ja puhtausohjeiden läpikäynti ja niiden riittävyyden selvittäminen. Lisäksi suoritettiin pidempiä viiniajoja, joiden aikana seurattiin mahdollisten riskikohtien puhtautta.

Työ aloitettiin kartoittamalla nykyisten pesujen väliset viiniajot, jotta saatiin selville, miten pitkiä viiniajot ovat todellisuudessa olleet sarjalla. Tästä saatiin projektille lähtökohta, jonka pohjalta voitiin lähteä selvittämään enimmäisajomäärää.

Työn tavoitteena oli löytää sarjalle riittävä pesuväli, jolla saatiin sekä säilytettyä viinin pakkaamisen vaatima puhtaustaso, että tehostettua tuotantoa.

2 Elintarviketeollisuuden hygienia

2.1 Lainsäädäntö ja omavalvonta

Hygienia on tärkeä osa elintarviketuotantoa, ja elintarviketeollisuudessa puhtautta ohjataan elintarvikelailla (23/2006). Lain tarkoituksena on mm. varmistaa elintarvikkeiden hyvä terveydellinen ja muu elintarvikemääräysten mukainen laatu, suojata kuluttajaa elintarvikemääräysten vastaisten elintarvikkeiden aiheuttamilta terveysvaaroilta sekä turvata korkealaatuinen elintarvikevalvonta. Laissa määritellään, että elintarvikealan toimijan on tunnettava elintarviketurvallisuuden kannalta kriittiset kohdat. Toimijan on laadittava omavalvontasuunnitelma, johon voidaan tarvittaessa liittää näytteenotto- ja tutkimussuunnitelma. (1)

Elintarvikehuoneistojen omavalvonnassa käytetään HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Points)-järjestelmää. Sen avulla voidaan kohdentaa valvontaa tuoteturvallisuuden kannalta oleellisiin kohtiin, ja saadaan estettyä mahdollisesti terveysvaaraa aiheuttavan tuotteen päätyminen kuluttajalle. Toiminnasta haetaan kohdat, joihin sisältyy terveysriski (*Hazard Analysis*, vaarojen arviointi) ja valitaan näistä kriittiset hallintapisteet (*Critical Control Points*, kriittiset hallintapisteet). Kyseessä on esimerkiksi työvaiheet, joissa voidaan todeta riski, jota voidaan vähentää elintarviketurvallisuutta uhkaavan vaaran vähentämiseksi, estämiseksi tai poistamiseksi. (2)

Tuotantotilojen puhtautta seurataan erilaisilla menetelmillä. Näin voidaan varmistaa, että tehdyt siisteystoimenpiteet ovat riittävät. Erilaisia seurantamenetelmiä ovat esimerkiksi luminometriaan perustuva ATP-mittaus, sekä mikrobiologiset testit, kuten Dipslide-kontaktiliuskat ja pyyhkäisytikut.

ATP-mittauksilla, eli luminometrialla voidaan seurata pintapuhtautta. ATP, eli adenosiinitrifosfaatti on kemiallinen yhdiste, joka löytyy kaikista elävistä ja kuolleista soluista. Näihin kuuluvat bakteerit, ruokajäämät, hiiva ja home. Lusiferiinin reagoidessa ATP:n kanssa lusiferaasin katalysoimassa reaktiossa tuottaa ATP-molekyylillä valo. Emitoidun valon määrä on suoraan verrannollinen havaitun ATP:n määrään. ATP-mittari on pieni ja mittaustulos saatavissa nopeasti, jolloin se on hyvä osa elintarviketeollisuuden omavalvontaa. (3, s.279–280) ATP-mittari ilmoittaa tuloksen RLU (*Relative Light Unit*)-yksiköissä, eli orgaanisen liian ja elävien mikrobien yhteismäärän valontuottona. Mitä suurempi RLU-arvo, sitä suurempi on tarkastetun pinnan likakuorma. (4)

Dipslide-testejä käytetään pintojen ja nesteiden puhtauden seuraamiseen. Dipslide-tes-teillä voidaan määrittellä kokonaispesäkeluku, hiivojen ja homeiden määrä sekä tiettyjen bakteerien, kuten koliformien ja enterobakteerien määrä. Näytepakkaus sisältää yksi- tai kaksikerroksisella elastusaineella päällystetyn testilevyn, joka on putken sisällä. Näytteenoton jälkeen testiliuska laitetaan takaisin pakkaukseen ja inkuboidaan siinä. (5)

Pyyhkäisytkuilla voidaan seurata erilaisten pintojen puhtautta. Näytteenottopakkaus si-sältää näytetikun, joka on elastusainetta sisältävässä putkessa. Näyte otetaan pyyh-käisemällä tutkittavaa pintaa näytetikulla, jonka jälkeen tikku asetetaan takaisin putkeen. Näytettä inkuboidaan putkessa, ja elastusaineen väri määrittelee pinnan puhtauden. Pyyhkäisytesteillä voidaan seurata esimerkiksi koliformisten bakteerien, listerian ja sal-monellan määrää. (5)

2.2 Biofilmin muodostus

Epätasaiset pinnat edistävät mikrobien kiinnittymistä, ja siten likakerroksen kasaantu-mista. Biofilmiä voi muodostaa mikä tahansa mikrobi sopivissa olosuhteissa, mutta joil-lain mikrobeilla on suurempi taipumus biofilmin muodostamiseen. Biofilmi koostuu mik-robisoluiista sekä polysakkaridirihamastoista ja glykoproteiineista. 85–96 % biofilmistä on vettä, eli vain 2-5 % biofilmin kokonaistilavuudesta on nähtävissä kuivalla pinnalla. (6, s. 46–47)

Biofilmissä elävät mikrobit ovat metabolisesti aktiivisia ja niiden aktiviteetit kohdistuvat ravinteiden hankintaan. Mikrobisolujen ja ympäröivän nesteen välillä on voimakkaita io-ninvaihtoalueita. Biofilmin pinnalle muodostuu polysakkarideista suojakerros, jonka takia antibakteeriset aineet, kuten desinfiointiaineet eivät pääse tunkeutumaan mikrobisolui-hin. Tämä mahdollistaa mikrobien lisääntymisen suojakerroksen sisällä. Limaan ja biofil-miin konsentroituu esimerkiksi metalleja ja desinfiointiaineita. (7, s. 14–16)

Biofilmiongelmat näkyvät erityisen herkästi elintarviketeollisuudessa eloperäisen materi-aalin takia. Elintarviketeollisuudessa biofilmi aiheuttaa erityisesti heikentynyttä tuotelaa-tua. Erilaisissa vesijärjestelmissä biofilmin muodostus voi olla voimakasta. Kiertopesu-järjestelmissä biofilmi suojaa mikrobeja pesu- ja puhdistusaineita vastaan. Biofilmiä es-tettäessä on tärkeää kiinnittää huomiota laitesuunnitteluun, erityisesti laitteiden pinnan-karheuteen. Lisäksi prosessilaitteiden kuolleiden kulmien ehkäisyyn tulisi panostaa. (6, s. 17–19)

2.3 CIP-kiertopesu

2.3.1 CIP-kiertopesusta yleisesti

Pääosa elintarvikeprosessin pesuista tapahtuu automatisoidulla CIP (Cleaning-in-Place) -kiertopesulla. (6, s. 110) CIP-kiertopesu on useammasta vaiheesta koostuva pesu, jossa tuotantojärjestelmän laitteet ja putkistot pestään avaamatta niitä. Pesu suoritetaan kierrättämällä vettä ja pesuaineita tuotantolinjassa, jossa pinnat ovat olleet kosketuksessa tuotteen kanssa. CIP-pesu sopii erityisesti säiliöiden, putkistojen sekä pumppujen pesuun. (8, s. 21)

CIP-pesuissa käytettävän pesuaineen tulee liueta veteen nopeasti ja olla tehokas puhdistettavaa likaa kohtaan. Lisäksi sen tulee olla helposti huuhdeltavissa vedellä ja se ei saa vaahdota. (6, s. 427)

CIP-pesuja on sekä täysin automatisoituina että manuaalisina. Lisäksi CIP- pesujärjestelmä voi olla kokonaan tai osittain pesuliuokset uudelleenkäyttävä, tai pesuliuoksia keran käyttävä. (9, s. 1-2)

2.3.2 CIP-kiertopesun vaiheet

CIP-kiertopesun tyypilliset vaiheet ovat esihuuhtelu, emäspesu, välihuuhtelu, happopesu ja loppuhuuhtelu. Järjestelmälle voidaan myös tehdä sterilointi höyryllä tai desinfiointikemikaalilla pesun lopuksi. (10, s. 332) CIP-pesun vaiheiden kesto riippuu pestävästä järjestelmästä sekä sen rakenteesta. Lisäksi on huomioitava, millaisia vaatimuksia pestävän kohteen puhtaudelle asetetaan. Taulukossa 1 on esitetty CIP-pesun eri vaiheiden tyypillisiä ominaisuuksia.

Taulukko 1 CIP-pesun vaiheiden tyypilliset pesuaineet, lämpötilat sekä kestot.

Vaihe	Pesuaine	Lämpötila	Kesto
Esihuuhtelu	Vesi	25/40 °C	3-10 min
Emäspesu	1-3 % NaOH / KOH	75–80 °C	10–30 min
Välihuuhtelu	Vesi	40 °C	3-10 min
Happopesu	0,5-2 % HNO ₃	50-70 °C	3-20min
Loppuhuuhtelu	Vesi	25/40 °C	10-30 min
Desinfiointi	Höyry	121 °C	20-30 min

Esihuuhtelussa poistetaan 90–95 % helposti irtoavasta orgaanisesta rasvasta, hiilihydraateista ja proteiineista. Esihuuhteluvesi voi olla uudelleenkierrätettyä jonkin aikaa, mutta yleensä se kuitenkin johdetaan viemäriin. Esihuuhtelu kestää usein 3-10 minuuttia, ja on valmis, kun vesi on kirkasta. (11, s. 318) Esihuuhtelussa voidaan käyttää kylmää (25 °C) tai lämmintä (40 °C) vettä pestävistä tuotejäämistä riippuen. Lämpimällä vedellä pestessä rasva liukenee helpommin, mikä mahdollistaa lyhemmän CIP-pesun sekä pienemmän määrän pesuaineita. (9, s. 147)

Emäspesussa laitteistossa kiertää kuuma (75–80 °C) emäksinen pesuliuos, joka sitoo vaikeammin irtoavan lian laitteistosta. Emäsluoksen pitoisuus on tyypillisesti noin 1-3 %. Emäspesuaine vaatii kohtuullisen pitkän kontaktiajan, tyypillisesti 10–30 minuuttia, ja tämän takia se usein kierrätetään useampaan pesuun. Käytetyt emäspesuaineet ovat useimmiten natrium- ja/tai kaliumhydroksidipohjaisia. (7, s. 110; 11, s. 318)

Välihuuhtelussa laitteistosta huuhdellaan jäljelle jäänyt lika sekä emäspesuaine. Välihuuhtelussa käytetään lämmintä, juomakelpoista vettä, ja se kestää tyypillisesti 3-10 minuuttia riippuen pestävästä laitteistosta. Välihuuhtelu päättyy, kun huuhteluvedessä ei ole kemikaaleja jäljellä. Tätä voidaan seurata esimerkiksi pH:ta tai johtavuutta mittaamalla. (11, s. 318–319)

Happopesu tehdään tarvittaessa. Happo neutraloi emäspesuaineet ja poistaa jäljellä olevat mineraalit. Emäspesuaineet voivat muodostaa filmejä laitteiston pinnalle, mikä voi

olla vaikeaa poistaa pelkällä vesihuuhtelulla. Happopesuliuoksen pitoisuus on tyypillisesti 0,5-2 %, ja lämpötila 50–70 °C. Tyypillinen pesuaika on 3-20 minuuttia. Happamat pesuaineet ovat usein tyypihappopohjaisia. (7, s. 110; 11, s. 319)

Mikäli desinfiointia ei tehdä, suoritetaan happopesun jälkeen loppuhuuhtelu lämpimällä vedellä. Mikäli pesu jatkuu desinfioinnilla, huuhdellaan happopesun jälkeen jäljellejäänyt happo sekä muu irronnut lika kylmällä vedellä. Vaihe on valmis, kun jäljellä ei ole enää kemikaaleja, mitä voi seurata mittaamalla pH:ta tai johtavuutta. Huuhtelu-aika on tyypillisesti 3-10 minuuttia. (11, s. 319)

Kemiallisen tai lämpöön perustuvan desinfioinnin tehtävänä on vähentää mikro-organismien määrää aiemmin pestyillä pinnoilla. Kemiallinen desinfektio käyttää tyypillisesti tuoretta, huoneenlämpöistä vettä, johon on lisätty desinfioivaa kemikaalia. (10, s. 332) Desinfiointiaineena voidaan käyttää esimerkiksi vetyperoksidi- tai peretikkahappopohjaisia aineita (8, s. 24). Desinfiointiainetta kierrätetään yleensä kylmissä tai lämpimissä lämpötiloissa 10–30 minuuttia. Lämpimät desinfiointiliuokset voivat antaa paremmat puhtaustulokset. (11, s. 319–320)

Kemiallisen desinfioinnin lisäksi tai sen tilalla voidaan käyttää kuumaa, paineistettua vettä sterilointiin, jolloin tuoretta vettä lämmitetään höyryksi. Järjestelmä pidetään höyryn avulla yli 121 °C:ssa vähintään 20 minuuttia. (11, s. 319–320)

Kemikaaleilla desinfioidussa järjestelmässä suoritetaan loppuhuuhtelu puhtaalla vedellä. Loppuhuuhtelua ei tarvita, mikäli aseptinen linja desinfioidaan höyryllä aiemmassa vaiheessa. Loppuhuuhtelun kesto on tyypillisesti 5-10 minuuttia ja se voidaan tehdä kylmällä tai lämpimällä vedellä. Loppuhuuhteluveden pH:ta, johtavuutta tai resistiivisyyttä mittaamalla voidaan varmistaa, että kemikaalit on täysin huuhdeltu järjestelmästä. (11, s. 320)

2.4 Avonaisten järjestelmien pesu elintarviketeollisuudessa

Avonaisen järjestelmän voi pestä tunneli- tai vaahtopesulla. Tunnelipesuri on suljettu tunneli, jossa on melko pieni paine ja suuri nestevirtaus. Pestävät kappaleet liikkuvat pesurissa kuljetinta pitkin. Tunnelipesun ensimmäinen vaihe on usein esihuuhteluosasto, jota seuraa varsinainen liuospesu. Lopuksi on jälkihuuhteluosasto, jossa pesuaine huuhdellaan pois. Pesutulokseen vaikuttavat tulevan veden paine, suutinten määrä

sekä tunnelin pesuosan pituus. Halutun puhtaustason mukaan voidaan säädellä pesun lämpötilaa sekä pesuaineiden väkevyyttä. (7, s. 112)

Avoimien prosessilaitteiden pintojen pesussa käytetään vaahtopesua, jossa puhdistettavat pinnat ensin huuhdellaan liasta, jonka jälkeen niille levitetään vaahtokerros ruiskuttamalla. Vaahdon annetaan vaikuttaa noin 15–30 minuuttia, jonka jälkeen se huuhdellaan pois kuumalla vedellä. (7, s. 111)

2.5 Pesuihin vaikuttavia tekijöitä

Pesutulokseen vaikuttavat pesujen mekaaninen ja kemiallinen energia, lämpötila ja kontaktiaika. Nämä tulee suunnitella tarkkaan riittävän puhtaustuloksen saamiseksi. Lisäksi on tärkeää ymmärtää puhdistettavan tuotteen tyyppi, sekä pestävien pintojen vaatimukset. (6, s. 59) Tekijät ovat riippuvuussuhteessa keskenään ja yhden osa-alueen heikentäminen on korvattava muita osa-alueita voimistamalla samaan pesutulokseen päästäkseen (7, s. 108).

Mekaanista energiaa voidaan lisätä nesteen turbulentilla virtauksella putkistoissa. Virtausnopeuden on oltava vähintään 1,5 m/s, mutta käytännössä jopa nopeampi. Putkistoissa on erilaisia virtausesteitä, jotka aiheuttavat painehäviötä sekä hidastavat virtausta. Säiliöiden kiertopesuissa myös sekoittimiin ja jäähdytysankkureihin on saatava riittävä mekaaninen vaikutus. Avoimilla pinnoilla mekaanista energiaa saadaan esimerkiksi harjaamalla tai raaputtamalla (6, s. 59; 7, s. 111–112; 12, s. 510).

Kemiallista energiaa pesuihin tuovat likaa hajottavat puhdistuskemikaalit. Huuhtelu kuljettaa irtonaisen lian pois. (12, s. 510) Pesuaineen valintaan vaikuttaa keskeisesti käytettävä pesumenetelmä. Esimerkiksi suljetussa CIP-pesussa pesuaine ei saa vaahtota, kun taas pintapesuissa se on vaadittava ominaisuus. (7, s. 108)

Lämpötila parantaa useiden kemiallisten ja fysikaalisten puhdistusmenetelmien toimivuutta (12, s. 510). Lämpötilaa valittaessa on huomioitava pesuaineen vaatimukset sekä pestävä lika ja laitteiston materiaali. Happamat pesuaineet vaativat 60–70 °C lämpötilat ja emäkset vähintään 70–80 °C. Korkeammissa lämpötiloissa kemialliset reaktiot nopeutuvat ja pesuteho paranee. Proteiinipohjainen lika irtoaa alhaisemmissa lämpötiloissa, kun taas rasva vaatii korkeammat lämpötilat. Korkeissa lämpötiloissa myös mikrobien

selviytymismahdollisuudet ovat pienemmät. (7, s. 108) Avonaisten järjestelmien pesuissa pesuaineet on suunniteltu toimimaan 35–50 °C:ssa ja suljettujen järjestelmien pesuissa 55–80 °C:ssa (6, s. 59).

Vaikutusajalla on suuri merkitys puhdistuksessa. Mitä pidempään puhdistuskemikaalit ovat kosketuksissa puhdistettavien pintojen kanssa, sitä onnistuneempi puhdistusprosessi tulee olemaan. (12, s. 510) Pitkä puhdistusaika on kuitenkin pois tuotantoajasta, ja liian pitkät pesut voivat olla taloudellisesti kannattamattomia.

2.6 Pesuaineet

2.6.1 Puhdistusaineet

Märkäpesuissa pääaineena on talousvesilaatuinen vesi, johon likaa irrottavat kemikaalit liukenevat. Se huuhtelee ja kuljettaa pois puhdistuksessa irronneen lian, ja sen avulla pesuun saadaan tarvittava lämpö- sekä kemiallinen energia. Ionittomat yhdisteet eivät kuitenkaan liukene pelkkään veteen. (8, s. 23) Erilaisia puhdistusaineita ovat esimerkiksi emäkset, hapot, orgaaniset pinta-aktiiviset aineet, kelatoivat aineet sekä entsyymaattiset puhdistusaineet (8, s. 22–24).

Emäksiset pesuaineet ovat tehokkaita ruokajäämille ja biofilmin poistoon. Lämpötilan nousu lisää niiden tehoa biofilmiä vastaan. Emäksistä tyypillisesti käytettyjä ovat natriumhydroksidi, eli lipeä, sekä kaliumhydroksidi. Emäkset ovat edullisia ja saippuoivat rasvoja. Niiden hydroksyyli-ioni hajottaa proteiinin rakennetta, ja korkeina pitoisuuksina ne saattavat olla myös bakteriosidisiä. Vahvat emäkset ovat tehokkaampia, mutta myös myrkyllisempiä kuin heikot emäkset. Lisäksi vahvat emäkset ovat syövyttäviä. Emästen heikkouksia on myös niiden veden kovuutta aiheuttavien ionien saostus, vaahdon muodostus ja haastava huuhtelu. (8, s. 23; 13, s. 75–79)

Hapoista tyypillisesti käytettyjä ovat fosfori- ja typpihappo. Niiden avulla saadaan karbonaateista ja mineraaleista muodostuneet kiinteät saostumat liukoiseen muotoon. Voimakkaampi happo on tehokkaampi, mutta se aiheuttaa enemmän korroosiota pinnoille. Happojen käyttö pesussa on harvinaisempaa kuin emästen. (8, s. 23; 14, s. 404)

Orgaaniset pinta-aktiiviset aineet koostuvat pitkästä poolittomasta, hydrofobisesta hännästä sekä polaarista pääosasta. Polaarinen pää häiritsee veden vetysidosten muo-

dostumista ja saa näin veden pintajännityksen pienenemään. Tällöin vesi pääsee paremmin tunkeutumaan likapartikkeliin ja puhdistaminen helpottuu. Rasvojen emulgoituminen helpottuu, kun pinta-aktiivisten aineiden hydrofiiliset päät hakeutuvat veteen ja hydrofobiset päät rasvaan. (8, s. 23)

Kelatoivat aineet estävät mineraaleja muodostamasta saostumia muodostamalla niiden kanssa liukoisen kompleksin. Kelaatit vaikuttavat vedenkovuutta aiheuttaviin ioneihin vähentäen veden kovuutta. Kelaatteja lisätään pinta-aktiivisten aineiden joukkoon, jotta pystytään säätelemään niiden kykyä dispergoida. Kelaattien lisääntyminen edistää myös pesuaineen poishuuttomista. Käytetyin kelaatti on EDTA. (8, s. 24)

Entsymaattisten puhdistusaineiden etuna on, että niiden käyttö vähentää pintojen kulumista sekä jätevesien kemikaalipitoisuutta. Entsymaattiset pesuaineet mahdollistavat myös alhaisemmat pesulämpötilat, minkä seurauksena energiankulutus vähenee. (8, s. 24)

2.6.2 Desinfiointiaineet

Desinfiointiaineet tuhoavat mikro-organismeja sekä voivat estää niiden kasvua. Ne saattavat kuitenkin tahrata, aiheuttaa korroosiota sekä jättää pinnoille kalvon, minkä takia kaikki desinfiointiaineet eivät sovellu elintarvikkeiden kanssa kosketuksissa oleville pinnoille. Monet aineet voivat olla myrkyllisiä, eivätkä siksi sovellu käyttöön elintarvikkeiden kanssa. Erilaisia elintarviketeollisuuden desinfiointiaineita ovat esimerkiksi peroksidit, alkoholipohjaiset desinfektioaineet sekä klooriyhdisteet. (8, s. 24)

Yleisimmin desinfiointiin käytettävät peroksidit ovat peretikkahappo sekä vetyperoksidi. Molempien hajoamistuotteet ovat vaarattomia elintarvikkeille ja ympäristölle. Peretikkahappoa suositetaan vetyperoksidia enemmän mikrobien hävittäjänä, koska se toimii tehokkaammin matalissa lämpötiloissa ja pitoisuuksissa. Lisäksi se on stabiilimpi orgaanisen aineksen läsnä ollessa. (8, s. 28–29)

Peretikkahappo on hapetin, jonka on todistettu olevan tehokas biofilmin poistaja. Se tehoaa moniin eri mikro-organismeihin, kuten bakteerien itiöihin sekä viruksiin. Peretikkahappo ei vaahtoa, eikä syövytä ruostumatonta teräspintaa, eikä se ole herkkä veden kovuudelle. Orgaaninen aines häiritsee jonkin verran peretikkahapon toimintakykyä. Peretikkahapon biosidisuus kasvaa sen pitoisuuden kasvaessa ja se toimii parhaiten hap-

pamissa olosuhteissa. Peretikkahappo toimii hyvin eri lämpötiloissa, ja se säilyttää bakteriosidisen aktiivisuutensa gram-positiivisia ja -negatiivisia bakteereja vastaan myös matalissa lämpötiloissa. (6, s. 460; 8, s. 28)

Vetyperoksidi on laajasti antimikrobinen ja toimii hiivoja, homeita, viruksia ja bakteereja vastaan. Vetyperoksidilla voi korkeina pitoisuuksina (> 8 %) aiheuttaa iho-, limakalvo- ja silmävaurioita. Vetyperoksidin desinfiointitehoon vaikuttavat konsentraatio, pH, lämpötila ja orgaaninen lika. (6, s. 460; 8, s. 28–29)

Alkoholipohjaisia desinfektioaineita käytetään pääosin käsien ja pintojen desinfiointiin. Alkoholeilla on havaittu pitoisuudesta ja vaikutusajasta riippuvia bakteriosidisiä ja bakteriostaattisia vaikutuksia. Niiden teho viruksiin on kuitenkin epäselvä. Alkoholien pesuteho perustuu rasvaliukoisuuteen ja matalaan pintajännitykseen. Ne vaikuttavat haitallisesti solukalvon proteiineihin ja lipideihin. Proteiinit koaguloituvat ja denaturoituvat ja solukalvojen rakenne kääntyy. Alkoholin teho on parempi vesiliuoksena, ja tyypillisesti käytetäänkin 70 % vesiliuosta etanolia. (8, s. 30) Yli 80 % etanoliliuos ei ole yhtä tehokas kuin 70 % (15, s. 194).

Klooriyhdisteitä käytetään paljon elintarviketeollisuudessa, mutta ne kuitenkin inaktivoituvat orgaanisen lian vaikutuksesta. Lämpötila ja pH vaikuttavat niiden tehokkuuteen. Klooriyhdisteitä ovat esimerkiksi kalsium- ja natriumhypokloriitit. (8, s. 25)

2.7 Fysikaaliset puhdistusmenetelmät

Erilaisia fysikaalisia puhdistusmenetelmiä ovat esimerkiksi höyry, ultraviolettivalo, ultraääni sekä ilmansuodatus. Höyry soveltuu hyvin suljettuihin prosesseihin, mutta avoimilla pinnoilla sen käyttö on sekä epätaloudellista, että vaarallista. Höyry on tehokas sterilointimenetelmä kontaminaation poistamiseen. Sen etuina on helppo saatavuus, edullisuus ja myrkyttömyys. Steriloinnissa höyryn lämpötilan tulee olla vähintään 60 °C, mutta mitä korkeampi lämpötila, sitä lyhemmän käsittelyajan sterilointi vaatii. (8, s. 30–31)

Puhdistuksessa ultraääntä käytetään taajuusalueella 20–120 kHz, ja pesun väliaineena toimii vesi. Pesutulokseen vaikuttavat pestävien, liukoisten epäpuhtauksien kemialliset reaktiot pesukemikaalien kanssa, epäpuhtauksien dissoluutio pinnoilta nesteeseen sekä lian ja liuksen kemiallisten reaktioiden synnyttämä kavitaatio, joka poistaa liukenematomat epäpuhtaudet pestävän kohteen pinnalta. (8, s. 32–33)

UV-valoa käytetään elintarviketeollisuudessa pintojen, nesteiden, elintarvikkeiden ja huoneilman desinfektiossa. UV-valo tappaa mikroorganismeja aiheuttamalla vaurioita deoksiribonukleiinihappoon (DNA). UV-valo voidaan jakaa valonpituuden perusteella kolmeen ryhmää: UVA (320 – 400 nm), UVB (280 – 320 nm) ja UVC (200 – 280 nm), joista tehokkain mikro-organismeja vastaan on UVC-alue. UV-valo tehoaa bakteereihin, viruksiin, alkueläimiin, sieniin, hiivoihin ja leviin. Nesteessä olevat bakteerit kestävät UV-säteilyä paremmin kuin kuivassa ilmassa olevat. UV-valon tehokkuus riippuu myös sen lampun iästä, ja lamppu tulisikin vaihtaa säännöllisesti. Suora altistuminen UV-valolle on haitallista silmille ja iholle. UV-valo voidaan sijoittaa joko ilmastointikanaviin tai korkean hygienian tiloissa kattoon (7, s. 130; 8, s. 31–32; 15, s. 194). UV-valon lisäksi ilman puhdistamiseen käytetään erilaisia suodattimia (8, s. 33).

2.8 Elintarviketeollisuuden tilaratkaisut

Erilaisia bakteereja, hiivoja ja homeita esiintyy elintarviketuotantotiloissa. Niiden tuloa tuotantotiloihin ei voida täysin estää, mutta niiden leviäminen on pyrittävä minimoimaan. Laitteiden sijoittelussa tulee huomioida puhdistuksen aiheuttamat vaatimukset jättämällä niiden ympärille riittävästi tilaa, jotta niiden käyttö ja puhdistus eivät hankaloitu. Tiloissa tulee huomioida myös riittävä ilmanvaihto, sillä tuotteiden saastuminen ilmajälkeisesti pilaajamikrobeilla, esimerkiksi maitohappobakteereilla, on mahdollista. Korkean hygienian tiloissa tulisi olla ylipaine, jotta ilma ei kulkeudu näihin tiloihin päin. (7, s. 23-26)

2.9 Elintarviketeollisuuden materiaalit

Elintarviketeollisuudessa käytettävän teräksen tulee olla sileää, jotta sen puhdistaminen on helppoa. Suositeltu pinnankarheusarvo on enintään 0,8 µm. Tätä suuremman pinnankarheusarvon omaavat pinnat tulee kiillottaa mekaanisesti sekä tarvittaessa elektrolyttisesti. Metallin hitsaussaumojen tulee olla yhtä sileitä kuin materiaali, johon sauma on tehty. (7, s. 64–66)

Elintarviketeollisuuden laitteessa on käytössä paljon erilaisia muoveja, esimerkiksi polypropyleeniä (PP) sekä polyvinyylidikloridia (PVC). Muovien etuina on edullinen hinta, myrkyttömyys sekä useimmilla muoveilla hyvä kesto happoja, emäksiä ja pesuaineita vastaan. Muovien haittapuolena on, että ne eivät kestä kovin korkeita lämpötiloja (> 90 °C). Lisäksi ne kuluvat helpommin kuin metallit, ja kuluminen lisää niiden puhdistuksen haastavuutta. (7, s. 67)

Elastomeerit sekä kumit ovat käytössä tiivisteissä ja tiivistysrenkaissa. Käytössä olevia materiaaleja ovat esimerkiksi nitrilikumi sekä silikonikumi (NBR). Lika ja ravinteet kertyvät helposti laitteiden tiivisteisiin. Lisäksi tiivisteet voivat kovassa puristuksessa vaurioitua ja tuotteen kanssa kosketuksissa olevilla pinnoilla se voi vaikuttaa heikentävästi puhdistettavuuteen. (7, s. 68)

3 Viinin pilaantuminen

3.1 Viinin pilaantumiseen vaikuttavia tekijöitä

Selviä merkkejä pilaantumisesta on esimerkiksi pullistunut hanaviini, tai pulloviinissä pullostasta noussut korkki, mikä johtuu pullossa tapahtuvasta sekundäärisestä käymisestä. Lisäksi viinipussissa tai pullon pohjalla voi olla muodostuneena sakkaa. Myös virhemakuja ja -aromeja esiintyy. (16)

Pullossa tapahtuva ikääntyminen on monimutkainen prosessi, johon vaikuttavat useat eri seikat, kuten rypäleen ja viinin kemiallinen koostumus, eli pH sekä sokerin, alkoholin ja vitamiinien määrä (17, s. 464–465). Mitä matalampi viinin pH on, sitä epätodennäköisempää pilaantuminen on. Kun pH nousee, herkästi reagoivien fenolihdisteiden suhteellinen osuus kasvaa ja viinit hapettuvat helpommin. Pilaantuminen on herkkää erityisesti jos viinissä on paljon jäännössokeria (19, s. 345). Jäännössokeri on käymisen loputtua viiniin jäänyttä sokeria. Jäännössokeria on kuivassakin viinissä alle 4 g/l. (19, s. 345; 21)

Viinin ominaisuuksien lisäksi pilaantumiseen vaikuttavat hapen imeytyminen viininvalmistuksen ja pulloituksen aikana, tuotteeseen jäävä ilmamäärä sekä valmiiseen tuotteeseen pääsevän hapen määrää. Lisäksi tuotteessa olevan vapaan rikkidioksidin määrällä on vaikutusta tuotteen pilaantumiseen. (17, s. 464–465)

Lisäksi viinin säilymiseen vaikuttavat varastointiolosuhteet, esimerkiksi lämpötila, kosteus ja valoaltistus (17, s. 464–465). Säilytyslämpötilalla on suuri vaikutus ja lämpötilanousu 15 °C:sta 20 °C:een voi kaksinkertaistaa mikrobipilaantumisen astetta viinissä. Viinin pilaantuminen on nopeinta 20–35 °C:ssa, mikä on optimilämpötila viinissä yleisesti esiintyville mesofiilisille bakteereille (18, s. 46–47)

3.2 Happi

Liunneen hapen määrä viinissä tulisi minimoida. Sopivana viinin pullotusta edeltävänä liunneen hapen määränä pidetään tyypillisesti 0,2-0,4 mg/l. (22, s. 238–239) Hapettuminen aiheuttaa viiniin asetaldehydinin, sherryn tai ylikypsän omenan aromia (20, s. 217).

Pullottaessa viiniin liukenevan hapen määrään vaikuttavat monet tekijät, esimerkiksi suljennan tyyppi, täytön nopeus ja täyttökoneen tyyppi. Suljetussa tuotteessa on happea viinissä sekä pussiin tai pulloon jäävässä ilmatilassa. Vastapakatun viinin happitasolla ja ajan myötä viiniin pääsevän hapen määrällä on keskeinen vaikutus säilyvyyteen sekä kehittymiseen. (22, s. 238–239) Tutkimukset, joissa viiniä on pullotettu ja säilötty identtissä olosuhteissa, mutta eri sulkemismetodeilla, ovat osoittaneet, että sulkemismenettelmällä on suuri vaikutus ikääntymiseen (17, s. 464–465).

Hapen määrää viinissä voidaan vähentää syöttämällä typpeä viiniin säiliössä, tai jotta pullotettuun tuotteeseen jäisi mahdollisimman vähän happea, myös ennen pullotusta (19, s. 345). Typpi syötetään suuttimesta suoraan tuoteputkeen. Pienten typpikuplien ja viinin hapen välille muodostuu osapaine-ero, mikä aiheuttaa liunneen kaasun poistumisen viinistä. Puhaltamisen tehokkuus riippuu viinistä, lämpötilasta, vaikutusajasta, kaasun tilavuudesta sekä kuplien koosta. Typpeä käytetään, koska se liukenee viiniin heikosti (14mg/l). Myös hiilidioksidia voidaan käyttää. (23, s. 224)

BIB-, eli Bag in Box -hanaviinipakkauksen heikkous pulloon verrattuna on, että suljetussa pakkauksessa viini säilyy heikommin, sillä BIB-pakkaus päästää enemmän happea viiniin, ja rikkidioksidia ja aromaattisia yhdisteitä pois viinistä. Tämä johtaa tuotteen nopeaan kehittymiseen ja lyhyeen myyntiaikaan. (24, s. 634–635; 25)

BIB-pakkauksen yleisimpiä pussimateriaaleja ovat metallisoitu polyesteri sekä etyyliivinyylialkoholi (EVOH). Metallipolyesteripussit voivat kärsiä halkeilusta kuljetuksen aikana mikä voi nelinkertaistaa hapen pääsyn viiniin. EVOH-muovi puolestaan toimii heikommin korkeissa lämpötiloissa ja kosteuksissa. Pakkausfilmiä suurempi vaikutus hapen pääsyyn on kuitenkin BIB-pakkauksen hanalla. Hapensaanti hanan kautta voi vaihdella 0,02-7 ml/m²/päivä. Tämä johtaa BIB-pakkauksen vain 9kk myyntiaikaan. (24, s. 634–635; 25)

Korkean hapenpääsyn takia on tärkeää, että täyttäessä viiniin ja täytetyn pussin ilmatilaan jää mahdollisimman vähän happea. Pakkauskoolla on merkitystä hapen määrään, sillä pienemmässä pakkauksessa ilmatilan osuus pussin tilavuudesta on suurempi. Myös säilytyslämpötilalla on suuri vaikutus, sillä lämpö vaikuttaa hapensiirron sekä kemiallisten reaktioiden nopeuteen. (24, s. 634–635; 25)

Avattuna viini säilyy paremmin BIB-pakkauksessa kuin pullossa. Pussiin ei pääse ilmaa poistuneen viinin tilalle, kuten pullostasta kaadettaessa. (24, s. 634–635)

3.3 Viinin säilöntä- ja hapettumisenestoaineet

3.3.1 Rikkidioksidi

Vapaa rikkidioksidi toimii viinissä antioksidanttina, joten sillä on vaikutusta viinin hapettumiseen. Rikkidioksidi ei estä hapettumista, sillä sen reagointi hapen kanssa on hidasta. Se kuitenkin sitoo asetaldehydejä, jolloin hapettumisen aromit eivät ole aistittavissa. Lisäksi vapaa rikkidioksidi rajoittaa mikro-organismien, kuten villihiivojen ja maitohappobakteerien kasvua, ja stabiloi värin säilymistä viinissä. Ilman rikkidioksidin lisäämistä valmistetut viinit ovat alttiita hapettumiselle, ja villihiivojen ja bakteerien aiheuttamille haitta-omaisuuksille. (19, s. 345; 26, s. 121; 27; 28, s. 709; 29)

Rikkidioksidia on viinissä vapaana sekä sidottuna, ja näiden yhteismäärä on kokonaisrikkimäärä. Sidottu rikkihappo on reagoinut tai liittynyt viinin eri ainesosien kanssa. Vain vapaa rikkidioksidi suojaa viiniä. (28, s. 709)

Liiallinen rikkidioksidi saatetaan aistia epämiellyttävän pistävänä hajuna. Valkoviinissä, pH:sta riippuen, jopa 30 mg/l vapaata rikkidioksidia saattaa vaikuttaa selvästi aromiin ja viinin makuun. (28, s. 709) Lisäksi vähähappisessa viinissä täysin happea läpäisemätön pakkaus voi aiheuttaa rikin pelkistymisen, mikä voidaan aistia mädän kananmunan hajusta viinissä. (29)

Euroopan Unioni on säätänyt enimmäismäärät rikkidioksidille viinissä. Esimerkiksi väkevissä viineissä, joissa on jäännössokeria alle 5 g/l, tulee kokonaisrikkidioksidimäärän olla enintään 150 mg/l. (27) Pullotuksen jälkeen rikkidioksidin määrä vähenee nopeasti, sillä se reagoi tuotteessa olevan hapen kanssa. Vähentäminen hidastuu, kun pakkaukseen ja sulkimeen jäänyt happi on kulutettu. (29)

Hanaviinipakkausten heikkoutena lasipulloon verrattuna on rikkidioksidin ja aromaattisten yhdisteiden poispääsy tuotteesta. Tämän, ja korkean hapenläpäisyn vastineeksi hanapakkauksiin pakattaviin viineihin laitetaan tyypillisesti enemmän rikkidioksidia. Tuotteessa tulisi avaamiseen asti olla vähintään 10 mg/l vapaata rikkidioksidia, jolloin sen määrä on riittävä viinin suojaamiseksi. (24, s. 634–635; 25, s. 226)

3.3.2 Sorbiinihappo

Pullossa tapahtuvan jälkikäymisen ehkäisyksi viiniin voidaan lisätä hiivan aineenvaihduntaa häiritsevää sorbiinihappoa. Tämän seurauksena hiiva ei kuole, mutta sen kasvu lakkaa. Viiniin ei synny hiilidioksidia eikä sameutta, mutta hiiva saattaa tuottaa viiniin sakkaa. Euroopan Unionin yläraja sorbiinihapon käytölle on 200 mg/l. Tyypillisesti käytettävä määrä on 150 mg/l. (30)

Sorbiinihappo on tehokas *Saccharomyces*-suvun hiivoja vastaan makeiden viinien pulloituksessa, mutta sen teho on rajattu muita pilaajahiivoja, kuten *Brettanomyces*-, *Dekkera*- ja *Zygosaccharomyces*-sukujen hiivoja vastaan. Hiivojen lisäksi sorbiinihappo on tehokas homeita vastaan. Sorbiinihapon haittapuoli on, että maitohappobakteereilla infektoituneessa viinissä sorbiinihapon käyttö saattaa tuottaa pelargonian aromia. (31, s. 149; 27)

3.3.3 Dimetyylidikarbonaatti

Dimetyylidikarbonaatti on vaihtoehtoinen tapa estää hiivaa ennen pulloitusta. Se tuottaa pieniä määriä metanolia, mutta viinissä tyypillisesti käytettävä määrä ei ole terveydelle haitaksi. Sitä myydään kauppanimellä Velcorin®. Dimetyylidikarbonaatti tappaa hiivat ja suurimman osan maitohappobakteereista 200mg/l pitoisuudessa. Sen tehokkuus riippuu viinin alkoholikonsentraatiosta ja lämpötilasta. Teho on kuitenkin heikko viinistä tyypillisesti löydettyjä bakteereja kohtaan. (32, s. 160–163)

Dimetyylidikarbonaatti reagoi välittömästi ilman jäljellejäävää aktiivisuutta, jolloin sekundäärikontaminaatio voi olla ongelma. Täten pulloituslinjan sterilointi on tärkeää pulloitetun viinin mikrobimäärän alhaalla pitämiseksi. Dimetyylidikarbonaatti on lisäksi työntekijöille vaarallista, ja voi polttaa ihoa ja aiheuttaa vaaraa nieltynä. (32, s. 160–163)

3.4 Viinin pilaajamikrobit

3.4.1 Hiivat

Vain osa viinin hiivoista on pilaantumista aiheuttavia. 0,8 µm suodattimilla voidaan poistaa kaikki hiivat viinistä, mutta niitä voi päästä viiniin tuotannon aikana puutteellisen hygienian johdosta. Hiivaa voidaan ehkäistä suodattamisen lisäksi varmistamalla riittävä rikkidioksidin määrä, sekä matala lämpötila. (20, s. 228; 33, s. 167–169) Tyypillisiä pilaajahiivoja viinissä ovat *Zygosaccharomyces* ja *Brettanomyces* -sukujen hiivat (34, s. 44–45).

Hiivainfektiota suodatuksen jälkeen voivat aiheuttaa likainen täyttö- tai korkituskone, kontaminoituneet pullot tai korkit, sekä linjaston osat, jotka eivät ole täysin steriloituja, esimerkiksi umpikujaputket, lämpö- ja painemittarit sekä turvaventtiilit. Näiden pilaantumien aiheuttajana ovat usein rikkidioksidille resistentit teolliset pilaajalajit kuten *Zygosaccharomyces bailii* tai *Saccharomyces ludwigii*. (18, s. 46–47)

Useat seikat vaikuttavat pilaako hiiva viinin. Hiivat ovat resistenttejä alkoholille, ja suurin osa hiivoista kestää 15 % etanolissa. Hiivaa sisältämä viini ei välttämättä pilaannu, jos jäännössokerin määrä on pieni, sillä sokeri tarjoaa hiivan kasvulle hiilenlähteen. Lisäksi pienikin määrä happea voi stimuloida hiivan kasvua. (18, s. 46–47)

Pullotetussa viinissä yleinen pilaajahiiva on *Zygosaccharomyces bailii*. *Z. bailii* on resistentti rikkidioksidille ja pystyy kasvamaan yli 12 % alkoholissa. Pilaantumisen voi aiheuttaa jo pieni solumäärä. *Z. bailii* -hiivan aiheuttama pilaantuminen on helppoa havaita samentumisesta, sakkautumisesta, kaasuntuotosta sekä makuvirheistä. Lisäksi voi ilmetä etikkamaista virrehajua. (34, s. 44–45; 35, s. 395) *Z. bailii* tuottaa tavanomaisesti flokkuloituneita sekä rakeisia kasvustoja, erityisesti valko- ja roséviineihin. Kasvusto johtuu yleensä huonosti puhdistetuista tai steriloiduista pullotuslaitteistoista. (34, s. 44–45)

Toinen yleinen pullotetun viinin pilaajahiiva on *Saccharomyces cerevisiae*. *S. cerevisiae* tuottaa rikkiä vähentäviä yhdisteitä sekä aiheuttaa makeissa, paljon jäännössokeria sisältävissä viineissä uudelleenkäymistä, sameutta sekä viinin pullokäymistä. Pullotetun viinin pilaajahiivoihin kuuluu myös *Saccharomyces ludwigii*, joka aiheuttaa makeiden viinien uudelleenkäymistä, sumeutta sekä pullokäymistä. (33, s. 167–169)

Brettanomyces-hiivat tuottavat samentumia viiniin. Niiden kasvaessa syntyy makuun ja aromiin vaikuttavia sivutuotteita, esimerkiksi haihtuvia fenoleja. Haihtuvista fenoleista 4-etyylifenoli aiheuttaa hevosmaista hajua, ja sen löytäminen viinistä on lähes varma viite *Brettanomyces*-hiivan läsnäoloon. (28, s.108; 34, s. 44–45)

Dekkera bruxellensis esiintyy erityisesti puutynnyreissä kypsytetyissä punaviineissä. Se voi tuottaa haituvia fenoleja varastoidussa tai pulloitetussa punaviinissä. (33, s. 164; 33, s. 167–169)

3.4.2 Bakteerit

Valtaosa viinin bakteereista saadaan poistettua steriilisuodatuksessa, jossa suodattimen huokoskoko on 0,45 µm. (20, s. 228) Tyypillisimpiä viinin pilaajabakteereita ovat maito- ja etikkahappobakteerit (19, s. 169).

Maitohappobakteerit ovat viinin yleisimpiä pilaantumiseen liittyviä bakteereja. Viinissä on tyypillisimmin *Leuconostoc*-, *Lactobacillus* ja *Pediococcus*-sukujen maitohappobakteereita. Maitohappobakteerit suosivat matalaa alkoholi- ja rikkidioksidipitoisuutta, korkeaa pH:ta (yli 3,5) sekä lämpimiä olosuhteita. Maitohappobakteerit tarvitsevat vitamiineja kasvaakseen, ja mitä enemmän vitamiineja viinissä on, sitä todennäköisemmin se pilaantuu maitohappobakteereista (19, s. 345; 36).

Leuconostoc- ja *Lactobacillus*-sukujen bakteerit aiheuttavat happanemista, virhemakuja, sameutta sekä ajoittain limantuottoa (35, s. 398–395). *Lactobacillus*-suvun bakteerit voivat hajottaa viinihappoa etikkahapoksi ja hiilidioksidiksi. Tätä voidaan hillitä pitämällä viinin pH matalana ja huolehtimalla riittävästi rikkidioksidimäärästä. Viiniin tulee etikkamainen aromi ja epäsuotuisa maku. Joissain tapauksissa viiniin voidaan viitata hiirimäisenä. (36; 37, s. 350)

Maitohappobakteerit voivat hajottaa glyserolia, erityisesti punaviineissä, jolloin syntyy akroleiinia. Akroleiini reagoi fenolisten yhdisteiden kanssa, ja viiniin syntyy kitkerää makua. Jo 10 mg/l akroleiinia on aistittavissa. (37, s. 350) Lisäksi maitohappobakteerit voivat käyttää sorbiinihappoa, mikä muodostaa pelargoniamaista aromia, jonka makukynnys on alhainen. (31, s. 149; 38, s. 315).

Maitohappobakteereilla voi olla vaikutus myös viinin viskositeettiin. Ne voivat aiheuttaa öljymäisyyttä, lievää hiilidioksidintuottoa ja eltaantunutta makua. Tämä tapahtuu kun maitohappobakteerit syntetisoivat glukaania. Vain pieni määrä jäännössokeria vaaditaan. Pilaantuminen huomataan usein vasta pullossa pitkään pulloituksen jälkeen. *Pediococcus damnosus* ja *P. parvulus* ovat yleisimmät viskositeettia aiheuttava bakteerit. (39, s. 408; 40, s. 83–84)

Maitohappobakteerit aiheuttavat viinissä malolaktista käymistä, mistä on sekä hyötyä että haittaa. Pullossa tapahtuva malolaktinen käyminen ei ole toivottua, sillä se voi tuottaa viiniin samentumia, hiilidioksidin tuottoa ja haittahajua. (19, s. 345; 24, s. 121) Pulloitetussa viinissä myös esimerkiksi *Oenococcus oeni* voi aiheuttaa virhemakua ja -hajua tuottamalla diasetyyliä. (37, s. 347)

Etikkahappobakteerit ovat ensimmäisiä tunnistettuja viinin pilaantumisen aiheuttajia. Etikkahappobakteereista yleisimpiä ovat *Acetobacter* sekä *Gluconobacter* -suvun bakteerit, joista viineistä on yleisesti löydetty *A. aceti*, *A. pasteurianus* ja *G. oxydans*. (24, s. 419)

Happi viinissä mahdollistaa etikoitumisen, jossa viinin etanoli hapettuu ensin asetalehdiksi, ja asetalehdin edelleen etikkahapoksi. Pieninä määrinä haihtuvat hapot, kuten etikkahappo, pirteyttävät viinin tuoksua ja makua, mutta liiallinen määrä haihtuvia happoja tekee viinistä etikkaisen. (41, s. 249)

Pelkkä rikkidioksidi ei riitä estämään etikkahappobakteerin kasvua kypsyvässä viinissä. Siten pitää yhdistellä erilaisia tekniikoita kuten pH:n alentaminen, hapen saannin pienentäminen ja viileät varastointilämpötilat. Etikkahappobakteeripilaantumiset viinipullossa ovat harvinaisia ja johtuvat usein viallisesta suljennasta ja hapen pääsystä pulloon. Etikkahapon tunnistamiskynnys on 0,7 g/l. (24, s. 498)

3.4.3 Homeet

Homeet pilaavat viiniä harvoin, mutta niitä voi syntyä esimerkiksi huonosti suljettuihin korkkeihin, ja ne voivat aiheuttaa tunkkaisuutta viiniin. Joskus homerihmasto läpäisee korkin, ja kasvustoa tulee viinin pinnalle. Homeetta voi esiintyä myös puutteellisesti puhdistetuissa ja harvoin käytetyissä pulloituslaitteissa. (35, s. 398–395)

TCA, eli 2,4,6-trikloorianisoli on klooriyhdisteitä ravinnokseen käyttävän homesieniryhmän aineenvaihdunnantuote. Nämä homesienet ovat osa korkkitammimetsien tavanomaista kasvillisuutta. Korkkitammen kuoret desinfioidaan ennen jatkokäsittelyä homesienikasvustojen tuhoamiseksi, mutta ne voivat tulla korkkiin myöhemmin, viinin varastoinnin aikana. TCA tuottaa viiniin tunkkaista ja kitkerää hajua, ja sen virhemaku peittää viinin maun. (42)

3.5 Viinin pullotuksen hygienia

Steriilin pullotuksen tarkoitus on poistaa kaikki viinissä olevat mikrobit ja varmistaa, että valmiissa tuotteessa ei ole uhkaa pullotuksen jälkeisestä käymisestä. Onnistunut pullotus sisältää monta tärkeää näkökulmaa: pullotuslinjan ja suodattimien sterilointi, viinin steriilisuodatus ja steriili pullotusympäristö. (32, s. 160–163)

Tuotelinja tulisi pestä ennen ja jälkeen pullotuksen. Heti pullotuksen jälkeen jäljelle jäänyt viini tulisi huuhdella kuumalla vedellä tai höyryllä. Myös suodattimet tulee pestä välittömästi jokaisen tuote-erän jälkeen, jotta saadaan tapettua kaikki mikro-organismit suodatinpinoilta. (32, s. 152)

Viini voidaan steriloida pullotuksen yhteydessä suodattamalla. Vaihtoehtoina suodattamiselle on kuuma- tai kemiallinen sterilointi. Kuumasteriloinnin heikkoutena on, että se ei sovi välttämättä kaikille viineille, sillä tuotteen aistinvaraiset ominaisuudet voivat kärsiä. (32, s. 148; 32, s. 160–163; 39, s. 411)

Suodatuksen tarkoituksena on poistaa viinistä ei-toivotut mikrobit. Ilman suodatusta viini on herkkä pilaantumiselle ja sen mikrobiologiset riskit ovat suuret. Suodatuksen haittapuolena on, että viini voi menettää myös tärkeitä ainesosia. Lisäksi viini altistuu hapelle suodatuksen aikana. (32, s. 138; 32, s. 143)

Viinissä olevien mikro-organismien kokoja (39, s. 413):

- Hiiva: 3-20 µm
- Home: 3-15 µm
- Maitohappobakteeri: 0,45–10 µm
- Etikkahappobakteeri: 0,6-4 µm

Membraanisuodattimen huokoskooksi suositellaan 0,45 µm, mutta ideaalisesti koon tulisi olla 0,2-0,3 µm johtuen todellisen huokoskoon vaihtelusta. Liian tiukka suodatus voi kuitenkin poistaa viinistä tärkeitä pigmenttejä, tanniineja ja mannoproteiineja. (24, s. 566; 32, s. 160–163)

Membraanisuodattimet rakentuvat erilaisista synteettisistä materiaaleista, kuten nylo- nista ja teflonista. Nopean tukkeutumisen välttämiseksi suodattimet saattavat ohjata vir- tauksen suodattimien suuntaisesti, eikä kohtisuoraan. Tämän ansiosta partikkelit huu- toutuvat virtaaman mukana ja membraani ei tukkeudu yhtä herkästi. Tällaista suodatusta kutsutaan cross-flow -suodatukseksi. (24, s. 565)

Suodatuksen jälkeenkin kontaminaatioita voi tulla täyttösäiliöstä, korkeista ja täyttö- päistä. Lisäksi suodattaminen vähentää viinin sulfiitteja, jolloin viini on tässä vaiheessa myös heikommin suojattu kontaminaatioita vastaan. (16)

Ideaalisesti pullotushuoneessa on ainoastaan huuhtelukone, täyttökone ja korkkikone sekä kuljetin, joka kuljettaa pulloja eri laitteiden välillä. Liiallista ihmisliikennettä tulisi vält- tää ja työntekijöillä tulisi olla puhtaat vaatteet tai laboratoriotakki. Kädet tulisi pestä rutiin- ominaisesti, jotta ristikontaminaation riski on pienempi. (32, s. 160–163) BIB-pakkaus- sarjoilla korkean hygienian tila on vain täyttölaite, sillä täytön jälkeen tuote suljetaan ha- nalla välittömästi täytön jälkeen.

Viiniläikät, kourut ja viemärit ovat mahdollisia kontaminaation lähteitä, sillä niistä saattaa vapautua ilmaan mikro-organismeja. Ilmavälitteisen kontaminaation ehkäisemiseksi vii- nitahrat tulisi pestä ja pinnat desinfioida. Pullottamon kourut ja viemärit tulisi pestä steri- loivalla pesuaineella ja huuhdella runsaalla vedellä. Nämä pesutoimenpiteet tulisi tehdä

rutiininomaisesti. (32, s. 151) BIB-pakkauslinjoilla ennen täyttöä pussien kontaminaattoriski on pienempi kuin pullojen, sillä ne eivät kulje pullottamossa avonaisena.

Ilmavälitteisten kontaminaatioiden estämiseksi pullottamossa tulisi olla positiivinen ilmanpaine, ja ilma tulisi olla suodatettua. Ilmasuodattimien käyttö voi vähentää ilmavälitteisten organismien määrää noin 89 %. (32, s. 160–163)

Täyttölaitteiston hygieniasta voidaan huolehtia huuhtelemalla täyttöpillit suihkuttamalla käsisumuttimella esimerkiksi 90 % isopropanolia tai 70 % etanolia. On kannattavaa suihkuttaa täyttöpillit tunneittain sekä linjan seisahduksien jälkeen. (32, s. 151)

Näytteidenotto pullotuslinjasta ja -huoneesta tulisi olla osa laadunvalvontaa. Näin voidaan määrittellä pesutoimenpiteiden tehokkuus sekä tunnistaa paikkoja, joissa on paljon mikrobeja. Lisäksi laboratorioanalyysiin tulisi ottaa viininäytteitä pullotuksen aikana säännöllisin väliajoin, esimerkiksi alussa, kesken ajon ja lopussa. (32, s. 152)

4 BIB2-sarjan toiminta ja puhtaus

4.1 BIB2-sarjan täyttölaitteisto

Työssä tutkimuksen kohteena oli Altia Oyj:n Rajamäen alkoholijuomatehtaan BIB2-hanaviinisarja. Sarja on nimetty sillä pakattavan tuotteen, eli Bag-in-Box -hanaviinin mukaan. Sarjalla olevassa täyttökoneessa viini syötetään EVOH-muovifilmistä tehtyyn pussiin. Pussi täytetään hanan kautta, ja hana suljetaan tiiviisti välittömästi täyttämisen jälkeen. Täytetty pussi pakataan pahviseen laatikkoon. Sarjaa ajetaan pääsääntöisesti kolmessa vuorossa, ja sen enimmäiskapasiteetti on 2 400 kolmen litran pakettia tunnissa.

Ennen tuotantoa viinit siirretään viinisäiliöalueelle, joka on samassa salissa täyttölaitteiston kanssa. Sarjan operaattorit hoitavat viinin tuonnin koneeseen viinisäiliöalueella käsin siirrettävällä tuoteletkulla. Säiliöalueelta viini kulkee katossa olevia kiinteitä metalliputkia pitkin täyttökoneen välisäiliöön ja siitä edelleen kahden suodattimen kautta täyttökoneen katolla olevaan täyttösäiliöön. Sarjalla on Schollen valmistama täyttökone, jossa on kuusi täyttöpäätä.

Sarjalla pussit ja laatikot, jotka eivät täytä laadullisia vaatimuksia, puretaan purkusäiliöön, josta viini kulkeutuu siivilän ja suodattimien kautta takaisin täyttösäiliöön. Tällaisia laadullisia virheitä voivat olla esimerkiksi yli- tai alitäyttöiset pussit sekä kolhuja saaneet laatikot.

4.2 CIP-pesuohjelma

Täyttökoneen ja suodattimien pesuja ohjataan sarjan luona olevasta pesukeskuksesta. Suodattimille on oma pesuohjelma. Täyttökoneen ja tuotelinjojen CIP-pesuohjelman kestoihin vaikuttaa järjestelmän rakenne. BIB2-sarjan CIP-pesuohjelmaan kuuluvat taulukossa 2 esitetyt vaiheet.

Taulukko 2 BIB2-sarjan CIP-pesun vaiheet ja kestot

Vaihe	Kesto
Esihuuhtelu	12 min
Emäspesu (NaOH 1,5 %)	20 min
Välihuuhtelu	15 min
Desinfiointi	8 min
Vaikutusaika	man.
Huuhtelu	14 min
Tyhjennys	8 min

Taulukossa 2 esitetty desinfioinnin manuaalinen vaikutusaika johtuu ohjelmoinnista, jossa huuhtelu laitetaan päälle manuaalisesti pesujen ohjauspaneelilta, kun emäspesu ja desinfiointi on suoritettu. Viikon päätteeksi ja ajotaukojen alkaessa pesu jätetään tähän vaiheeseen, eli desinfiointiaine on seisontadesinfioinnissa putkessa.

Insinöörityön alkaessa CIP-pesu on ohjeistettu tehtäväksi neljän säiliön (24 000 litraa/säiliö) tai 32 tunnin ajon välein. CIP-pesua käynnistettäessä operaattorit kiinnittävät käsin pesuletkut täyttöpäihin, ja siirtävät säiliöalueella tuoteletkun pesukeskukseen kiinni. Kun pesu on valmis, varmistetaan pesuaineiden huuhtoutuminen loppuhuuhteluveden johtokykyarvosta, joka myös kirjataan ylös seurantalomakkeelle. Liian korkea johtokyky viittaa, että kaikki desinfiointiaine ei ole huuhtoutunut järjestelmästä.

Pesuaineena on käytössä 1,5 % natriumhydroksidi (NaOH). Emäksisen NaOH-pesun jälkeen tulee vesihuuhtelu, jonka perään tulee desinfiointi. Desinfiointipesuaine on Ecolab P3-Oxonia Active S, jossa on vetyperoksidia (25–30 %), etikkahappoa (5-10 %) ja peretikkahappoa (2,5-5 %). Pesuaine toimii kylmissä olosuhteissa sekä tehoaa useisiin mikrobeihin. Pesuaine sopii hyvin CIP-järjestelmiin sillä se on vaahtoamaton. Aineen käytön jälkeen pinnat huuhdellaan huolellisesti. (43)

CIP-pesun päätteeksi sarjalla suoritetaan sterilointi höyryllä täyttölaitteiston suodattimen jälkeisille osille. Operaattorit varmistavat, että höyrytyksen aikana lämpötila on pysynyt yli 100 °C:ssa 20 minuutin ajan. Höyrytyksen kesto on yhteensä noin 45 minuuttia.

4.3 Pesujen syyt

Selvitettiin, miksi BIB2-sarjalla on suoritettu pesuja (liite 1). Pesujen eri syyt sekä niiden määrä 1.5.–31.8.2015 välisenä aikana:

- Enimmäisajan (32 h) tai enimmäisajomäärän (neljä säiliötä) tuleminen täyteen: 35 pesua (54 %)
- Ajotauon alkaminen, esim. viikonloppu: 15 pesua (23 %)
- Viinin vaihtuminen tummemmasta vaaleampaan: 10 pesua (26 %)
- Herkän viinin ajon alkaminen: 8 pesua (8 %)

Herkkiä viinejä ovat pilaantumiselle erityisen alttiit, korkean jäännössokerin omaavat viinit. CIP-pesu suoritetaan aina ennen näiden viinien pakkaamista.

4.4 Laadunseuranta

4.4.1 Tuotannon aikainen laadunseuranta

Sarjan operaattorit kuittaavat tuotannonaikaiseen laadunseurantalomakkeeseen tunnin välein suoritettavat toimenpiteet. Näitä ovat esimerkiksi happimäärän mittaus yhdestä pussista sekä täyttöpäiden suihkuttaminen etanolilla. Mikäli happea mitatessa määrä on liian suuri (>2 mg/l), pysäytetään tuotanto. Hapen määrää säädellään suoraan tuoteputkeen syötettävällä tyypellä. Ylimääräinen tyyppi pääsee poistumaan ensimmäisestä väli-säiliöstä. Koko viinilinja on typpisuojustu.

Lisäksi on ohjeistettu, että viiniläikät tulee huuhdella sarjalla välittömästi. Mikäli viinipussi hajoaa sarjalle, pysäytetään tuotanto, ja pestään viini runsaalla vedellä. Tämän jälkeen pestyt osat kuivataan paineilmalla ja paperilla.

4.4.2 Yleinen laadunseuranta

Tuotannon alusta otetaan viisi BIB-pussia näytteiksi. Näytteistä tehdään aistinvaraiset arvioinnit sekä kemialliset ja mikrobiologiset analyysit. Kemiallisissa analyyseissä määritellään mm. hapen ja rikkidioksidin määrä ja mikrobiologisissa analyyseissa hiivojen, homeiden ja bakteerien määrä. Jokaisen tuotteen kaksi viimeistä laatikkoa otetaan myös

näytteeksi, ja näistä toisesta tehdään mikrobiologiset analyysit. Lisäksi kolme näytettä otetaan aina säiliön vaihduttua (eränäytteet), ja näistä yhdestä otetaan mikrobiologiset analyysit.

BIB2-sarjan puhtautta seurataan myös ATP-mittauksilla. Mittaukset suoritetaan Hygiena SurePlus-mittarilla. ATP-mittaukset on ohjeistettu suoritettavan BIB-sarjoilla kahden viikon välein CIP-pesun jälkeen. Mittauskohteet BIB2-sarjalla ovat kuusi täyttöpäätä, hanoja kuljettava hihna sekä pussifilmien sisäpinnat.

BIB2-sarjalla suoritetaan hygieniakontrollimittaukset kaksi kertaa vuodessa. Mittausten aikana otetaan viljelynäytteet kohteista, joista otetaan ATP-mittaukset kahden viikon välein. Lisäksi otetaan ilmanpuhtausnäytteet täyttökoneen sisältä mallasuute- ja PCA-agarilla.

Sarjalla on pesuohjeet päivittäiseen, viikoittaiseen ja kuukausittaiseen siivoukseen. Lisäksi kerran vuodessa suoritetaan suurempi, kaksipäiväinen siivous. Pesuohjeet ovat tarkat, mutta pesuja ei alun perin kuitattu tehdyiksi. Projektin aikana sarjalle luotiin pesujen kuittauslomakkeet, joilla voitiin varmentaa, että sarjan pesut on suoritettu säännöllisesti.

4.5 Suodatus BIB2-sarjalla

BIB2-sarjalla viini suodatetaan kaksivaiheisesti. Ensimmäinen suodatin on 0,30 µm Begerow Beco Protect TS -syväsuodatin, josta viini johdetaan 0,45 µm Begerow Beco Membran PSplus -membraanisuodattimeen. Suodatinpareja on sarjalla kaksi, jolloin suodattimien pesu onnistuu toisella suodatinparilla ajettaessa. Suodattimet pestään jokaisen tuotteen jälkeen.

5 Menetelmät

Kokeiden suorittaminen ja kokeiden tulokset on esitetty ainoastaan yritykselle toimitetussa versiossa. Julkisessa versiossa esitellään ainoastaan kokeissa käytetyt menetelmät.

Kokeellisessa osassa kartoitettiin nykyisten toimintatapojen sekä todennäköisten tuotannon aikaisten riskien vaikutusta viinin laatuun pitkissä tuotantoajoissa. Lisäksi tehtiin koeajoja, joissa pidennettiin tuotantoaikaa 32 tunnista 50–60 tuntiin. Pitkien testiajojen aikana seurattiin riskikohtien puhtautta. Näiden tulosten pohjalta tehtiin päätelmät pidemmän pesuvälin kannattavuudesta.

Kokeita suoritettiin BIB2-sarjan lisäksi BIB1-sarjalla, joka sijaitsee samassa tilassa BIB2-sarjan kanssa. BIB1-sarjalla täyttölaitteisto on yksinkertaisempi kuin BIB2-sarjalla, sillä siellä on kaksi täyttökoneetta, joissa kummassakin on vain yksi täyttöpää.

5.1 Suoritettavat kokeet

5.1.1 Taustan selvittäminen

Selvitetään toimenpiteitä, joilla mahdolliset riskin pidetään mahdollisimman pieninä. Nykyisistä toimintatavoista kartoitetaan viinin suodattamisen tehokkuus, sekä miten viiniä suojaavan vapaan rikkidioksidin määrä muuttuu tuotteen myyntiaikana, joka on 12 kuukautta.

5.1.2 Kontaminaatiokokeet

Suoritetaan kontaminaatiokokeita, joissa täyttöpäähän kosketaan tarkoituksellisesti. Kokeen tarkoituksena on selvittää, miten täyttöpään puhtaus muuttuu ja miten täyttöpään puhtaus vaikuttaa viinin mikrobiologiseen laatuun. Samalla selvitetään, montako pilaantunutta tuotetta tulee ennen mikrobiologisen laadun palaamista. Kontaminaatiokokeessa suoritetaan seuraavat osakokeet:

- Täyttöpäähän koskeminen paljaalla kädellä
- Täyttöpäähän koskeminen työkäsineellä
- Täyttöpäähän koskeminen ja etanolihuuhtelu
- Täyttöpäähän koskeminen käsidesinfiointiaineella pestyllä kädellä

5.1.3 Tuotannonaikaiset mittaukset

Tuotannonaikaisista riskeistä tutkitaan täyttöpäiden etanolisuihkutusväliä, tuotannonaikaisen taukojen vaikutus täyttöpään puhtauteen sekä täyttökoneen ilmanpuhtautta. Näitä seurataan myös pitkissä viiniajoissa.

5.1.4 Pitkät viiniajot

Suoritettiin testiajoja, joissa tuotantoaika nostettiin 32 tunnista yli 50 tuntiin. Samalla seurattiin riskikohtien puhtautta mikrobiologisin mittauksin.

Ensimmäinen pitkän viiniajon tuotantoaika oli 51 tuntia 45 minuuttia, ja säiliöitä ajettiin noin 5,3. Kokeen ensimmäinen säiliö oli vajaa, ja siinä oli viiniä noin 8 000 litraa. Kokeen näytteenottosuunnitelma on liitteessä 1.

Toisessa pitkässä viiniajossa tuotantoa oli 59 tuntia 30 minuuttia, ja säiliöitä ajettiin neljä. Tämän ajon ylimääräinen näytteenotto suoritettiin vain lopetuksesta ottamalla sivelynäytteet PCA- alustalle kaikista täyttöpäistä. Lisäksi viimeisestä tunnista otettiin ilmanpuhtausnäyte.

Kolmannen pitkän viiniajon kesto oli 59 tuntia 45 minuuttia, ja säiliöitä ajettiin viisi. Kokeen näytteenottosuunnitelmaa muokattiin ensimmäisen kokeen näytteenotosta sitomalla näytteenotto aikaan, eikä ajettuihin säiliöihin. Koneen näytteenottosuunnitelma ja viinien tausta on liitteessä 2.

5.2 Mikrobiologiset määritysmenetelmät

Kokeissa päätettiin tutkia puhtautta ottamalla täyttökoneen täyttöpäistä sivelynäytteitä, jotka viljeltiin eri alustoille. Viinin laatua seurataan mikrobiologisilla mittauksilla, eli analysoimalla hiivojen, homeiden ja bakteerien määrää. Ilmanpuhtautta seurataan laskeumanäytteillä.

5.2.1 Sivelynäytteet

Sivelynäytteet otetaan pyyhkimällä täyttökoneen täyttöpäätä steriiliveteen kastetulla vanunäytepuikolla. Näytteenoton jälkeen vanupuikko upotetaan 10 ml steriilivettä sisältävään korkilliseen koeputkeen. Sivelynäytteet siirrostetaan maljoille Altia Oyj:n laboratoriossa. Ravistellusta näytekoeputkesta pipetoidaan joko, 0,1 ml näytettä maljalle (laimennos 1:100) tai 1,0 ml näytettä kolmelle maljalle (laimennos 1:10).

Täyttöpäistä otetut sivelynäytteet viljellään WL Nutrient agar (WLN) ja Plate Count Agar (PCA) maljoille. PCA-alustoina käytetään valmiita maljoja, joiden valmistaja on VWR Chemicals. PCA-maljalta voidaan laskea kokonaisbakteerimäärä sekä itiöivien sienten määrä.

WLN-agar on erityisesti panimoalalla ja teollisissa fermentointiprosesseissa käytetty kasvatusalusta, jossa kasvaa eri hiivoja ja bakteereja. Valmistetaan WLN-agaria punnitsemalla 77,3 g WL Nutrient Agaria (Merck KGaA) ja sekoittamalla 1000 ml ionivaihdettua vettä. Keitetään agarseos tasaiseksi. Autoklavoidaan agaria 121 °C:ssa 15 minuuttia. Autoklavoinnin jälkeen valetaan maljat.

Testataan WLN-agarit seuraavilla KwikStik (Microbiologics) mikrobeilla:

- *L. acidophilus* (ATCC® 4356™)
- *E. coli* (ATCC® 25922™)
- *C. albicans* (ATCC® 10231™)
- *S. cerevisiae* (ATCC® 9763)

5.2.2 Viinien mikrobiologiset mittaukset

Viininäytteiden mikrobiologiset mittaukset suorittaa Altia Oyj:n laboratorio, joten niitä varten ei tehdä valmisteluja. Laboratoriossa viininäytteet suodatetaan kalvojen läpi ja kalvot viljellään WLN-maljoille. Toisen kontaminaatiokokeen viininäyte viljellään PCA-alustalle.

5.2.3 Ilmanpuhtausmittaukset

Ilmanpuhtausnäytteet otetaan laskeumanäytteinä PCA- ja mallasuuteagarille. Tähän käytetään valmiita maljoja, joiden valmistaja on VWR Chemicals. Maljoja pidetään avoimena kohteessa 60 minuuttia, jonka jälkeen niiden kansi suljetaan.

5.2.4 Inkubointiajat

Maljat inkuboidaan ylösalaisin 30 °C:ssa lämpökaapissa. WLN-agarille valettua näytettä inkuboidaan viisi vuorokautta, ja mallasuuteagarille valettua näytettä seitsemän vuorokautta. PCA-agarilla inkuboidaan ensin viisi vuorokautta, jonka jälkeen lasketaan bakteerien kokonaismäärä. Osassa kokeista maljaa inkuboidaan tämän jälkeen edelleen niin, että kokonaisinkubointiajaksi tulee 14 vuorokautta, jolloin lasketaan itiöivät sienet. Kaikissa kokeissa itiöiviä sieniä ei lasketa pitkän inkubointiajan vuoksi.

6 Yhteenveto

6.1 Yhteenveto

Kokeiden suorittaminen ja kokeiden tulokset on esitetty ainoastaan yritykselle toimitetussa versiossa. Työssä selvitettiin, mitkä seikat vaikuttavat viinin laatuun, mikäli viinin ajomäärää pesujen välillä lisättäisiin. Työssä panostettiin erityisesti tuotannonaikaisen hygienian tutkimiseen. Koska pakkaus on avoimena vain täytön ja hanan kiinnittämisen välisen ajan, tulevat mahdolliset kontaminaatiot tässä vaiheessa. Tällöin kontaminanttina toimii joko likainen täyttöpää tai täyttökoneen ilma. Täyttöpäiden puhtautta tutkittiin likamalla täyttöpäätä tarkoituksella. Lisäksi seurattiin, miten tuotantopysähdykset vaikuttavat täyttöpään puhtauteen. Täyttökoneen ilmanpuhtautta seurattiin tuotannon aikana ottamalla laskeumanäytteitä.

Työn aikana selvitettiin myös muita hygieniaan liittyviä näkökulmia. Näitä ovat esimerkiksi CIP-pesun onnistumiseen vaikuttavat tekijät, kuten vuotavat tuoteletkut ja tiivisteet.

6.2 Päätelmät

Ennen kokeita tehdyn selvityksen sekä tehtyjen kokeiden ja pidempien testiajojen perusteella pidempi pesuväli olisi mahdollinen. Sarjalla nykyisin käytössä olevat hygieniaohjeet ovat riittävät myös pidemmässä tuotannossa, mutta tiukan hygienian rooli korostuu ajomäärän kasvaessa. Yritykselle on toimitettu esitys, jossa työssä tehtyjen kokeiden perusteella on suunniteltu BIB2-sarjalle uusi pesuväli.

Lähteet

1. Elintarvikelaki. 2006. <<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2006/20060023>> Luettu: 21.9.2015
2. HACCP. 2013. Verkkodokumentti. Evira. <<http://www.evira.fi/portal/fi/tietoa+evirasta/asiakokonaisuudet/omavalvonta/haccp/>> Luettu 23.10.2015
3. Durkee, John. 2006. Management of Industrial Cleaning Technology and Processes. Elsevier
4. ATP-mittari. Verkkodokumentti. Tamatek. <<http://www.tamatek.fi/site/index.php/uutuudet1/puhtauden-valvonta-ja-mittaus/mittari2>> Luettu: 23.10.2015
5. Mikrobiologiset testit. Verkkodokumentti. Labema. <<http://www.labema.fi/tuotteet/omavalvonta-ja-hygienia/mikrobiologiset-testit>> Luettu: 11.11.2015
6. Lelieveld, Huub. Monstert, M A. Holah, John. 2005. Handbook of Hygiene Control in the Food Industry. Elsevier.
7. Wirtanen, Gun. 2002. Laitehygienia elintarviketeollisuudessa - Hygieniaongelmien ja Listeria monocytogeneksen hallintakeinot. Verkkodokumentti. <<http://www.vtt.fi/inf/pdf/publications/2002/P480.pdf>> 2002. Luettu: 18.9.2015.
8. Perkiömäki, Jonna. Koivunen, Hanne. Tuominen, Pirkko. Kirjallisuuskatsaus virusriskeistä elintarviketeollisuudessa. Verkojulkaisu. <<http://www.evira.fi/files/attachments/fi/riskinarviointi/viruskirjallisuuskatsaus.pdf>>. Luettu 18.9.2015
9. Tamine, A. Y. 2009. Cleaning-in-Place: Dairy, Food and Beverage Operations. John Wiley & Sons.
10. Golberg, E. 2012. Handbook of Downstream Processing. Springer Science & Business Media.
11. Lelieveld, Huub. Holah, John. Napper, David. 2014. Hygiene in Food Processing: Principles and Practice. Elsevier.
12. Devine, C. Dikerman, M. 2014. Encyclopedia of Meat Sciences: 3-volume set. Elsevier.
13. Blaschek, Hans P. Wang, Hua H. Agle, Meredith E. 2008. Biofilms in the Food Environment. John Wiley & Sons.
14. Stringer, Michael. Dennis, C. 2000. Chilled Foods: A Comprehensive Guide. Woodhead Publishing.
15. Souba, Wiley W. Wilmore, Douglas Wayne. 2001. Surgical Research. Academic Press.

16. Contamination. 2014. RJS Craft Winemaking. Verkkodokumentti. <http://www.rjscraftwinemaking.com/assets/client/File/Winemaking101/Contamination_Nov2014.pdf>. Luettu 9.9.2015
17. Decker, Eric A. Elias, Ryan J. McClements, D Julian. 2010. Oxidation in Foods and Beverages and Antioxidant Applications: Management in Different Industry Sectors. Elsevier.
18. Watson, David. 1996. Food Science Reviews: Food Hygiene and Safety. Elsevier.
19. Paine, Frank A. Paine, H Y. 2012. A Handbook of Food Packaging. Springer Science & Business Media.
20. Jacobson, Jean L. 2006. Introduction to Wine Laboratory Practices and Procedures. Springer Science & Business Media
21. Jäännössokeri. Verkkodokumentti. <<http://www.winenergy.fi/viinikoulu/jaannossokeri/>>. Luettu: 9.9.2015
22. Robertson, Gordon L. 2009. Food Packaging and Shelf Life: A Practical Guide. CRC Press.
23. Zoecklein, Bruce, Fugelsang, Kenneth C. Gump, Barry. Nury, Fred S. 2013. Wine Analysis and Production. Springer Science & Business Media.
24. Jackson, Ronald S. 2014. Wine Science: Principles and Applications. Elsevier.
25. Shea, Patrick. Vidal, Jean-Claude. Vialis, Sophie. The measurement of Total Oxygen in filled BIB wine. 29.11.2010. Verkkodokumentti. <<http://www.b-i-b.com/bib/web/downloads/7O2SheaVidalVialisPerfBIB29nov2010EN2.pdf>>. 2010.
26. Goode, Jamie. 2005. The Science of Wine: From Vine to Glass. University of California Press.
27. Lisä- ja vierasaineet alkoholijuomissa. 2008. Verkkodokumentti. Alko Oy. <http://www.alko.fi/contentassets/fa8595d0f9254b3cbbb61e99a1e72a68/fi/lisa_ja_vierasaineet_alkoholijuomissa.pdf>. Luettu 22.10.2015.
28. Harding, Julia. 2015. The Oxford Companion to Wine. Oxford University Press.
29. Vanne, Mika. 2012. Tiivis pakkaus. <<https://viinilehti.fi/2012/12/tiivis-pakkaus/>>. 5.12.2012. Luettu: 4.11.2015
30. Vuorio, Sirkka. 2005. Viinivalmistus. <http://www.vinnature.fi/journal.php?modePage=CLUB_VINS&type=4&article_id=218> 7.11.2005. Luettu: 8.10.2015
31. Fugelsang, Kenneth C. 2013. Wine Microbiology. Springer Science & Business Media.
32. Butzke, Christian E. 2010. Winemaking Problems Solved. Elsevier.

33. Rai, Mahendra. Bridge, Paul D. 2009. Applied Mycology. CABI.
34. Jackson, Ronald S. 2009. Wine Tasting: A Professional Handbook. Academic Press.
35. Varnam, A. Sutherland. J M. 1994. Beverages: Technology, Chemistry and Microbiology. Springer Science & Business Media.
36. Dharmadhikari, Murli. Lactic Acid Bacteria and Wine Spoilage. Verkkodokumentti. <<http://www.extension.iastate.edu/wine/lactic-acid-bacteria-and-wine-spoilage>> Luettu 9.9.2015
37. Lahtinen, Sampo. Ouwehand, Arthur C. Salminen, Seppo. von Wright, Atte. 2011. Lactic Acid Bacteria: Microbiological and Functional Aspects. CRC Press.
38. Saxby, M J. 1995. Food Taints and Off-Flavours. Springer Science & Business Media.
39. Delfini, Claudio. Formica, Joseph V. 2001. Wine Microbiology: Science and Technology. CRC Press.
40. Reynolds, A. 2010. Managing Wine Quality: Oenology and Wine Quality. Elsevier.
41. Carrascosa, Alfonso V. Munoz, Rosario. Gonzalez, Ramon. 2011. Molecular Wine Microbiology. Academic Press.
42. Korkki ja korkkivika. Wineserver. Verkkodokumentti. <<http://www.wineserver.fi/www/?sivu=korkki>> Luettu: 13.10.2015.
43. Käyttöturvallisuustiedote Ecolab P3-oxonia active. Ecolab. Verkkodokumentti. <http://productcatalogue.ecolab.fi/UserFiles/VarePDF/232_5_2.pdf>. Luettu: 7.9.2015

Ensimmäisen pitkän koeajon näytteenottosuunnitelma

Viininäytteet

- Viininäyte joka säiliöstä ennen aloitusta
- BIB joka säiliön aloituksesta ja lopetuksesta (osa normaalia laadunvalvontaa)
- Ylimääräiset näytteet
 - 5. ja 6. tankista BIB-näytteet myös puolivälissä heti mikrobiologisiin analyysiin
 - 5. ja 6. tankista lopetuksesta ylimääräinen näyte varastoon

ATP-näytteet

- Aloitettaessa CIP-pesun jälkeen normaaleista mittauskohteista (laadunvalvonta)

Ilmanpuhtausnäytteet täyttökoneen sisältä

- Kahdet näytteet
 - Otetaan 32 h jälkeen ja lopetuksessa
- Laskeumamaljoja pidetään avoimena täyttökoneessa tunnin ajan.
- Käytetään PCA-alustaa ja mallasuuteagarina

PCA- ja WLN näytteet täyttöpäistä

- Otetaan kahdesta täyttöpäistä sivelynäytteet
- Neljät näytteet
 - Viidennen tankin puolivälistä ja lopusta
 - Kuudennen tankin puolivälistä ja lopusta
- Viljellään näytteet PCA- ja WLN-agarille

Työohjeistus etukäteen

Operaattoreita ohjeistetaan noudattamaan tarkkaa hygieniää: täyttöpään pirtutuksesta huolehtiminen ajon aikana tunnin välein sekä pitkien taukojen jälkeen. Lisäksi viinitahrat tulee huuhdella välittömästi, erityisesti täyttökoneen sisältä.

Kolmannen pitkän koeajon näytteenottosuunnitelma

Viininäytteet

- Normaalin näytteenottokäytännön mukaisesti

Ilmanpuhtausnäytteet täyttökoneen sisältä

- Neljät näytteet
 - o Otetaan 29, 36, 52 ja 60 h jälkeen
- Laskeumamaljoja pidetään avoimena täyttökoneessa tunnin ajan.
- Käytetään PCA-alustaa ja mallasuuteagarია

PCA- ja WLN näytteet täyttöpäistä

- Otetaan kahdesta täyttöpäistä sivelynäytteet
 - o Neljät näytteet
 - 32, 37, 54, 60 h
- Viljellään jokaisella näytteenottokerralla molempien täyttöpäiden näytteet PCA-agarille ja yhden täyttöpään näyte WLN-agarille
- Laimennos 1:10

Työohjeistus etukäteen

Operaattoreita ohjeistetaan noudattamaan tarkkaa hygieniää: täyttöpään pirtutuksesta huolehtiminen ajon aikana tunnin välein sekä pitkien taukojen jälkeen. Lisäksi viinitahrat tulee huuhdella välittömästi, erityisesti täyttökoneen sisältä.