

Opinnäytetyö (AMK)

Bio- ja elintarviketekniikka

Elintarviketekniikka

2015

Jussi Varpula

VIININ VALMISTUS- JA SUODATUSPROSESSISSA SYNTYVÄN HÄVIKIN TUTKIMINEN



TURUN AMMATTIKORKEAKOULU
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Bio- ja elintarviketekniikka | Elintarviketekniikka

Kevät 2015 | 55 sivua

Ilari Suominen, Yliopettaja, Turun ammattikorkeakoulu

Sami Reinikainen, Siiderimestari, Laitilan Wirvoitusjuomatehdas Oy

Jussi Varpula

VIININ VALMISTUS- JA SUODATUSPROSESSISSA SYNTYVÄN HÄVIKIN TUTKIMINEN

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia omenaviinin valmistus- ja suodatusprosessissa syntyvää hävikkiä. Opinnäytetyön toimeksiantaja on Laitilan Wirvoitusjuomatehdas Oy, jonka Laitilassa sijaitsevassa tehtaassa opinnäytetyö suoritettiin. Tehtaassa valmistetaan omenaviiniä, josta tehdään lukuisia erilaisia siidereitä ja lonkeroita.

Omenaviinin vierre valmistetaan omenamehutiivisteestä, glukoosista ja vedestä. Lisäksi vierreeseen lisätään vähän rikkiä ja hiivaravinnetta. Käyminen saadaan aikaan hiivalla, joka otetaan jo käyvästä viinierästä. Viinin annetaan käydä kunnes sen ominaispaino on alle 1.000, jonka jälkeen se suodatetaan. Omenaviinistä valmistetaan, sekä lonkeroita, että siidereitä. Siidereihin omenaviini suodatetaan crossflow suodattimella ja lonkeroihin viini suodatetaan, sekä crossflow suodattimella, että käänteisosmoositekniikkaan perustuvalla nanosuodattimella.

Viinin valmistus- ja suodatusprosesseissa syntyvä hävikki saatiin selville suodattimien virtausmittareiden avulla. Suodatusmäärät taulukoitiin ja niitä verrattiin viinierien reseptikohtaisiin valmistusmääriin. Työssä mitattiin alkoholipitoisuus jokaisesta viinierästä ja selvitettiin vaikuttavako erot viinien alkoholipitoisuudessa syntyviin eroihin hävikissä.

Tuloksista saatiin selville, että viinierien välisissä hävikeissä on suuria eroja. Eroavaisuuksia syntyy sekä viinin valmistuksessa että suodatuksessa. Opinnäytetyössä on esitetty erilaisia tekijöitä, mistä nämä eroavaisuudet johtuvat ja kuinka eroavaisuuksia ja hävikkiä olisi mahdollista pienentää.

ASIASANAT:

alkoholijuomat, viini, suodatus, tuotantohävikki, hävikkien minimointi

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Biotechnology and Food Technology | Food Technology

Spring 2015 | 55 pages

Ilari Suominen, Principal Lecturer, Turku University of Applied Sciences

Sami Reinikainen, Master of the cider, Laitilan Wirvoitusjuomatehdas Oy

Jussi Varpula

INVESTIGATION OF WINE LOSS IN APPLE WINE PREPARATION PROCESS

The objective of this thesis was to investigate the loss of apple wine in the production and preparation process. This Bachelor's thesis was commissioned by Laitilan Wirvoitusjuomatehdas Oy. Laitilan Wirvoitusjuomatehdas uses apple wine to make different ciders and longdrinks.

The base of the apple wine is made from apple juice concentrate, glucose and water. Yeast is used to ferment the wine. Yeast is obtained from another fermenting wine batch. Sulfur and yeast nutrient are also added. The wine is allowed to ferment until its density is lower than 1.000. After fermentation the wine is filtered. The apple wine is used to produce ciders and long drinks. For ciders the apple wine is filtered with a crossflow filter and for the long drinks the wine is filtered with a crossflow filter and a nanofilter. The function of the nanofilter is based on reverse osmosis.

The loss of wine during the production and preparation process was determined with flow meters. The filtered volumes were tabulated and the results were compared to the recipe – specific production volumes. The alcohol content was also measured from every batch of wine to see if it affected the loss.

The results show that there are significant differences in the loss of wine in different batches. The differences are found during both the wine production process and preparation process. In this Bachelor's thesis different reasons for the large differences are discussed. Ways to decrease the loss are also considered.

KEYWORDS:

alcoholic beverages, wine, filtering, production loss, minimizing product loss

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	7
2 ALKOHOLITEOLLISUUS SUOMESSA	8
2.1 Alkoholi	8
2.2 Etyylialkoholi	8
2.3 1.1 Alkoholijuoma	9
2.4 Valmistukseen vaadittavat luvat	9
2.5 Myynti	10
3 LAITILAN WIRVOITUSJUOMATEHDAS OY	11
3.1 Historia	11
3.2 Nykytilanne	12
4 HEDELMÄVIININ VALMISTUS	13
4.1 Raaka-aineet	13
4.1.1 Marjat ja hedelmät	13
4.1.2 Vesi	14
4.1.3 Sokerit	14
4.1.4 Hiivat	14
4.1.5 Lisäaineet	15
4.2 Mehustus	16
4.3 Vierteen valmistus	17
4.4 Käyminen	18
4.5 Kirkastus	20
4.6 Suodatus	21
4.7 Kypsytytys	22
4.8 Pullotus	22
5 KALVOSUODATTIMET VIINITEOLLISUUDESSA	24
5.1 Tangentiaalisvirtaussuodatus	25
5.1.1 Periaate	25
5.1.2 Laitteistot	26
5.1.3 Käyttö	26
5.2 Käänteisosmoositeknikka	28

5.2.1 Periaate	28
5.2.2 Laitteisto	29
5.2.3 Sovellukset	31
6 OMENAVIININ VALMISTUS- JA SUODATUSPROSESSI LAITILAN WIRVOITUSJUOMATEHTAASSA	33
6.1 Vierteen valmistus	33
6.2 Käyminen	33
6.3 Suodatus siiderituotteeseen	34
6.4 Suodatus lonkerotuotteeseen	35
7 MITTAUSTEN TOTEUTUS	38
8 TULOKSET	39
9 TULOSTEN TULKINTA JA KEHITYSIDEAT	48
9.1 Viinin valmistus ja crossflow suodatus	48
9.2 Nanosuodatin	51
LÄHTEET	53

KUVAT

Kuva 1. Etanolin rakennekaava. (Napari 2012, 165)	8
Kuva 2. Etanolin valmistus. (McMurry 2003, 266)	9
Kuva 3. Tangentiaalivirtaussuodatuksen periaate. (Saarela ym. 2010, 324)	25
Kuva 4. Viinin suodatusprosessi.	27
Kuva 5. Osmoosin ja käänteisosmoosin –periaate	29
Kuva 6. Velo:n valmistama käänteisosmoosisuodatin. (Veloacciai 2015)	30
Kuva 7. Viinin alkoholipitoisuuden vähentäminen.	31
Kuva 8. Laitilan Wirvoitusjuomatehtaan crossflow mikrosuodatin.	35
Kuva 9. Laitilan Wirvoitusjuomatehtaan Nanosuodatin.	36

KUVIOT

Kuvio 1. Perusviinin 1 eräkohtaiset hävikit	41
---------------------------------------------	----

Kuvio 2. Perusviinin 1 alkoholipitoisuuden suhde hävikkiin	42
Kuvio 3. Perusviinin 2 eräkohtaiset hävikit	44
Kuvio 4. Perusviinin 2 alkoholipitoisuuden suhde hävikkiin	45
Kuvio 5. Nanosuodatuksissa syntyneet eräkohtaiset hävikit	47

TAULUKOT

Taulukko 1. Alkoholijuomien myynti Suomessa tammi-joulukuussa 2013. (Valvira 2015)	10
Taulukko 2. Vierteen sokeripitoisuus. (Saarela ym. 2010, 222)	18
Taulukko 3. Kalvosuodatusmenetelmät huokoskoon ja paine-eron mukaan. (Saarela ym. 2010, 324)	24
Taulukko 4. Perusviinin 1 crossflow -suodatuksen mittaukset	39
Taulukko 5. Perusviinin 2 crossflow -suodatuksen mittaukset	43
Taulukko 6. Perusviinin 1 nanosuodatuksen mittaukset	46

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia viinin valmistus- ja suodatusprosesseissa syntyvää hävikkiä. Työ tehtiin Laitilan Wirvoitusjuomatehtaalla. Laitilan Wirvoitusjuomatehdas valmistaa omenaviinistä siidereitä ja lonkeroita. Siidereihin omenaviini suodatetaan tangentiaalivirtaus, eli crossflow suodattimella. Lonkeroihin viini suodatetaan sekä crossflow -suodattimella, että käänteisosmoositekniikkaan perustuvalla nanosuodattimella.

Tehtaalla oli huomattu, etteivät viinien valmistusmäärät pysyneet tasaisina suodatusten jälkeen, vaan välillä saatiin saman kokoisista viinieristä vähemmän ja välillä enemmän valmista suodatettua viiniä. Tämän takia viinien määrät eivät olleet tarkkaan ennustettavissa.

Työ aloitettiin tutustumalla tarkemmin hedelmäviinin valmistusprosessiin, sekä molempien suodattimien toimintaperiaatteisiin. Työssä kerättiin mittauksia suodattimien virtausmittareilta. Mittaukset taulukoitiin ja niitä verrattiin viinierien reseptikohtaisiin valmistusmääriin. Mittausten avulla saatiin selville kuinka paljon viiniä oli oikeasti valmistettu ja kuinka paljon sitä oli jäljellä suodatusten jälkeen. Mittauksia tehtiin kahdelta eri viiniltä vuoden ajalta. Näitä viinejä kutsutaan Laitilan Wirvoitusjuomatehtaan pyynnöstä tässä opinnäytetyössä viiniksi 1 ja viiniksi 2.

Mittaustuloksista selvisi viinierien välillä eroavaisuuksia hävikin suhteen. Työssä selvitettiin mistä eroavaisuudet voivat johtua ja miten hävikin määrää voitaisiin vähentää. Lisäksi työssä selvitettiin vaikuttavatko erot viinien alkoholipitoisuudessa syntyviin eroihin hävikissä.

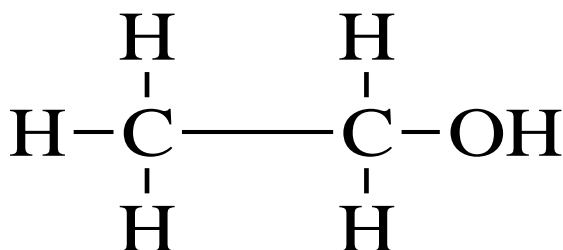
2 ALKOHOLITEOLLISUUS SUOMESSA

2.1 Alkoholi

Alkoholi on yhteinen nimitys orgaanisille yhdisteille, joissa hiiliatomi on liittynyt tyydyttyneellä sidoksella happiatomiin. Alkoholit luokitellaan primäärisiin, sekundäärisiin ja tertiäärisiin alkoholeihin sen mukaan minkälaiseen hiiliatomiin OH-ryhmä on liittynyt. Alkoholien kiehumispisteet ovat yleensä aika korkeita, korkeampia kuin samanpainoisten hiilivetyjen, koska ne muodostavat vetysidoksia nestemäisessä tilassa. Alkoholit liukenevat vaihtelevasti veteen. Täydellisesti veteen liukenevat metanoli, etanoli, propanolit ja tert-butanoli. Muut butanolit liukenevat huonommin. (Napari 2012, 149 – 150, 156 – 157; McMurry 2003, 244, 247)

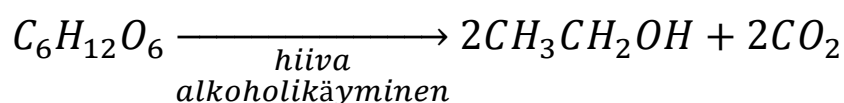
2.2 Etyylialkoholi

Yleensä kun puhutaan alkoholista, tarkoitetaan etyylialkoholia eli etanolia. Etanoli on kirkasta väritöntä nestettä, jolla on tunnusomainen haju ja polttava maku. Sen rakennekaava on $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$. Etanolia käytetään laajasti teollisuudessa. Sitä käytetään sekä liuottimena, että raaka-aineena. Lisäksi siitä valmistetaan erilaisia alkoholijuomia, kuten oluita ja siidereitä. (Napari 2012, 165; Australian Government Department of the Environment 2015)



Kuva 1. Etanolin rakennekaava. (Napari 2012, 165)

Etanolin valmistaminen käymisteitse sokerien ja viljojen avulla on yksi maailman vanhimmista tunnetuista orgaanisista reaktioista. Se on tunnettu vähintään 2500 vuotta. Nykyään etanoli valmistetaan samalla periaatteella sokerista, maltaista, tärkkelyksestä, marjoista ja hedelmistä käymisen avulla. Käymiseen tarvitaan raaka-aineiden mikrobien lisäksi entsyymejä, jotka saadaan hiivasta. Käymisessä hiivan entsyymit hajottavat hiilihydraatit etanoliksi ja hiilidioksidiksi, kuten kuvasta 2 nähdään. (Napari 2012, 165; McMurry 2003, 266)



Kuva 2. Etanolin valmistus. (McMurry 2003, 266)

2.3 1.1 Alkoholijuoma

Alkoholijuoma on juoma, joka sisältää enemmän kuin 2,8 tilavuusprosenttia, mutta enintään 80 tilavuusprosenttia etyylialkoholia. Yli 80 tilavuusprosenttia sisältävää etyylialkoholia kutsutaan väkiviinaksi. Sitä ei ole tarkoitus nauttia alkoholijuomana, mutta sitä voidaan käyttää alkoholijuomien, elintarvikkeiden, tai lääkkeiden valmistuksessa. Alkoholijuomiin kuuluvat esimerkiksi olut, siideri, viini, väkeväviini, katkero, likööri, viina, viski, vodka, rommi ja konjakk. (Valvira 2015)

Alkoholijuomat jaetaan mietoihin ja väkeviin. Mieto alkoholijuoma sisältää enintään 22 tilavuusprosenttia etyylialkoholia, kun taas väkevä alkoholijuoma sisältää yli 22 tilavuusprosenttia. (Alkoholilaki 8.12.1994/1143)

2.4 Valmistukseen vaadittavat luvat

Suomessa alkoholijuomien valmistaminen on luvanvaraista toimintaa ja sitä valvoo Valvira. Valmistuspaikka on oltava Valviran hyväksymä ja valmistus ja varastointi on oltava tehokkaasti valvottavissa. Alkoholijuoman valmistajan on saa-

tava lupa verottomalle varastolle ja tehtävä ilmoitus elintarvikehuoneistosta. Ilmoitukseen on liitettävä mukaan omavalvontasuunnitelma. Valvira tekee valmistuspaikassa tarkastuksen ja hyväksyy valmistuspaikan ja valmistuslaitteet. Tämän jälkeen voidaan aloittaa alkoholijuomien valmistus. (Valvira 2015)

Alkoholijuomien valmistusluvanhaltijan on pidettävä tarkkaa kirjanpitoa alkoholipitoisista raaka-aineista, puolivalmisteista ja tuotteista. Lisäksi hänen on toimitettava Valviralle valmistus, tuote- ja toimitustiedot ohjeiden mukaisesti. Valvira voi peruuttaa valmistusluvan tai kieltää valmistuksen valmistuspaikassa, jollei annettuja säädöksiä, määräyksiä, rajoituksia tai asetettuja ehtoja noudateta. (Valvira 2015)

2.5 Myynti

Suomessa myytiin tammi-joulukuussa 2013 yhteensä 605 miljoonaa litraa alkoholijuomia. Taulukosta 1 nähdään, miten myynti jakaantui eri juomaryhmien osalta. (Valvira 2015)

Taulukko 1. Alkoholijuomien myynti Suomessa tammi-joulukuussa 2013. (Valvira 2015)

Juomaryhmä	Myynti Milj. litraa	Osuus %
Oluet	427,41	71
Viinit ja viinijuomat	62,58	10
Käymisteitse valmistettu siideri	40,21	7
Käymisteitse valmistettu lonkero	30,03	5
Väkevöidyt viinit	3,41	1
Tislatut alkoholijuomat	41,80	7

3 LAITILAN WIRVOITUSJUOMATEHDAS OY

Laitilan Wirvoitusjuomatehtaan päätoimiala on virvoitusjuomien ja panimotuotteiden valmistaminen ja tukkukauppa. Tehdas sijaitsee nimensä mukaisesti Laitilassa. Kaupparekisteriin Laitilan wirvoitusjuomatehdas rekisteröityi vuonna 1994. Yhtiöllä on lisäksi aputoiminiminä Helsingin Wirvoitusjuomatehdas, Mes-taripanimo, Aletrade Finland, Fisutta ja Monessa. (Laitilan Wirvoitusjuomatehdas 2015)

3.1 Historia

Yhtiö aloitti toimintansa valmistamalla käsityönä vanhanajan limonadeja Fazerin vanhassa munaporaamossa. Idea limonaditehtaaseen saatiin, kun Markku Pilpula löysi kotitalonsa vintiltä vanhoja Laitilan Uuden Wirvoitusjuomatehtaan pulloja 1930-luvulta. Vanhanajan limonadit menivät hyvin kaupaksi, joten muutama vuoden päästä Wirvoitusjuomatehdas muutti parempiin tiloihin ja osti pullo-tus-, sekä etikettikoneen. Koneiden ansiosta valmistusmäärät nousivat huomattavasti. (Laitilan Wirvoitusjuomatehdas 2015; Kemppainen & Laakio 1999, 64 – 67)

Vuonna 1997 Laitilan Wirvoitusjuomatehdas valmisti ensimmäisen myyntiin tarkoitetun siiderierän. Sen reseptistä vastasi siiderimestari Kari Lehto. Oiva-siideri kasvatti toiminnan hurjaan kasvuun ja vuonna 1999 sitä valmistettiin jo melkein puoli miljoonaa pulloa. Samana vuonna yritys hankki itselleen ensimmäisen panimolaitteiston ja alkoi valmistaa Kukko-höyryolutta. (Laitilan Wirvoitusjuomatehdas 2015; Kemppainen & Laakio 1999, 70)

Vuonna 2001 Laitilan Wirvoitusjuomatehtaan oma tuotantolaitos valmistui. Tuotantolaitokseen tehtiin pullotuslinjan lisäksi myös tölkityslinja. Samana vuonna aloitettiin Kukko-oluen myynti ravintoloihin. (Laitilan Wirvoitusjuomatehdas 2015)

3.2 Nykytilanne

Nykyään Laitilan Wirvoitusjuomatehdas on suomen suurin pienpanimo ja suomen neljänneksi suurin panimo. Yrityksen liikevaihto oli vuonna 2013 22,6 miljoonaa ja liikevoittoa syntyi 2,5 miljoonaa euroa. Keskimäärin vuonna 2013 virvoitusjuomatehtaassa työskenteli 61 työntekijää. Toimitusjohtajana toimii Rami Aarikka. (Laitilan Wirvoitusjuomatehdas 2015)

Laitilan Wirvoitusjuomatehtaalla on voimassa ISO 14001:n mukainen sertifioitu ympäristöjärjestelmä. Yhtiö käyttää sähköenergian lähteenä ainoastaan tuulienergiaa. Tehtaalla syntyvä mallasjäte toimitetaan hyötykäyttöön. Tehtaan panimolaitteisto käyttää 70 % vähemmän energiaa, kuin perinteinen panimolaitteisto. (Laitilan Wirvoitusjuomatehdas 2015)

Laitilan Wirvoitusjuomatehtaalla valmistettiin vuonna 2013 melkein 26 miljoonaa litraa erilaisia juomia. Laitilassa valmistetaan Kukko-, sekä Kievari-oluita, Oiva-siideriä, Into-lonkeroa, Oiva-skumppaa ja vanhan ajan limonaatteja. Lisäksi tehtaalla valmistetaan sopimuksesta privat-label tuotteita. (Laitilan Wirvoitusjuomatehdas 2015)

4 HEDELMÄVIININ VALMISTUS

Hedelmäviinillä tarkoitetaan mietoa alkoholijuomaa, joka on valmistettu pääasiassa tuoreista tai kuivatuista marjoista tai hedelmistä tai niistä valmistetuista täysmehuista tai täysmehutiivisteistä. Viinin aistinvaraiset ominaisuudet on myös oltava peräisin pääasiallisesti valmistukseen käytetyistä raaka-aineista tai aromiaineista. Hedelmä- tai marjaviiniä nimitessä on hedelmä tai marja sanan tilalle lisättävä se hedelmä tai marja, joka on juoman pääasiallinen raaka-aine. Esimerkiksi omenasta valmistettua hedelmäviiniä on kutsuttava omenaviiniksi. Väkevästä hedelmäviinistä puhutaan silloin, kun edellä mainitut ehdot täyttyvät, mutta alkoholipitoisuus on yli 15 tilavuusprosenttia. (Asetus alkoholijuomista ja väkiviinasta 22.12.1994/1344)

4.1 Raaka-aineet

Hedelmäviinin valmistamiseen tarvitaan vettä, marjoja ja/tai hedelmiä, sokeria ja hiivaa, lisäksi voidaan käyttää erilaisia lisäaineita. (Saarela ym. 2010, 218)

4.1.1 Marjat ja hedelmät

Hedelmäviinin valmistamiseen voidaan käyttää lähes kaikkia syötäväksi tarkoitettuja hedelmiä ja marjoja. Hedelmät tai marjat voivat olla tuoreita tai kuivattuja tai niistä on voitu valmistaa täysmehua tai täysmehutiivistettä. Suomalaisten hedelmäviinien valmistamiseen käytetään yleensä viljeltyjä raaka-aineita, kuten mansikkaa, herukoita, raparperia ja omenoita. Rypäleisiin verrattuna marjat ja hedelmät poikkeavat huomattavasti kemialliselta koostumukseltaan. Ne sisältävät paljon vähemmän sokeria, kuin rypäleet. Marjoissa on myös yleensä paljon korkeampi happopitoisuus. Marjat ja hedelmät kuitenkin sisältävät rypäleiden tapaan tietyn tyypisiä fenolisia yhdisteitä, jotka muodostavat viinin tyypillisen värin. Niissä on lisäksi paljon hienoja aromiaineita, jotka saavat aikaan viinille

omanlaisen maun ja tuoksun. (Saarela ym. 2010, 218 - 219; Asetus alkoholi-juomista ja väkiviinasta 22.12.1994/1344)

4.1.2 Vesi

Viinin valmistuksessa käytettävän veden tulee olla kirkasta ja väritöntä. Vedessä ei saa esiintyä vieraita hajuja tai makuja. Veden laatu pitää valvoa, ja se on tarkistettava ennen vierteeseen lisäämistä aistinvaraisesti. Viinissä käytettävää vettä koskevat Sosiaali- ja terveysministeriön antaman asetuksen mukaiset määräykset talousveden laatuvaatimuksista (461/2000). Kyseinen asetus perustuu Euroopan yhteisön direktiiviin 98/83/EY ihmisten käyttöön tarkoitetun veden laadusta. (Saarela ym. 2010, 219)

4.1.3 Sokerit

Viini voidaan valmistaa kide- tai nestesokerista. Tavallinen kidesokeri eli sakkaroosi voi olla joko juurikas- tai ruokosokeria. Se muodostuu glukoosista ja fruktoosista. Nestesokerit ovat taas koostumukseltaan erilaisia puhtaita sokerin vesiliuoksia. (Saarela ym. 2010, 219)

Nestesokereita käytetään yleensä jos viiniä tehdään suuria määriä, koska sen voi suoraan pumpata valmistettavaan viiniin sellaisenaan, kun taas kidesokeri täytyy ensin sulattaa kuumaan veteen. Sokereista hiiva pystyy suoraan käyttämään glukoosin ja fruktoosin, mutta sakkaroosin hiiva joutuu ensin hajottamaan rypäle- ja hedelmäsokeriksi. (Saarela ym. 2010, 219)

4.1.4 Hiivat

Hedelmäviinin valmistuksessa käytetään puhtasviljeltyjä viinihiivoja, jotka kuuluvat yleensä *Saccharomyces*-sukuun. Tärkeimmät hiivat ovat *Saccharomyces*

cerevisiae ja *S. bayanus*. Hiivoja on saatavilla teollisesti valmistettuna rakeena tai jauheena. (Saarela ym. 2010, 219; Domine 2004, 122)

Hiivat valitaan käymisprosessin ja sen aikana vallitsevien olosuhteiden mukaan, koska hiivat reagoivat herkästi ympäristön lämpötilaan. Ympäristön lämpötilan ollessa liian alhainen hiivat eivät kykene lisääntymään riittävästi ja käymisprosessin alkaminen viivästyy. Lämpötila voi myös olla liian korkea, jolloin hiivojen aktiivisuus laskee tai voi loppua kokonaan. (Saarela ym. 2010, 219; Domine 2004, 122 - 123)

4.1.5 Lisäaineet

Rikkioksidi

Rikkioksidia on jo pitkään käytetty säilöntäaineena. Se on erityisen tehokas tehokkaita bakteereita vastaan ja sen lisäksi se estää hapettumista. Rikkioksidia valmistetaan kemiallisesti. Viinien lisäksi rikkioksidia käytetään mm. kuorittuihin perunoihin, perunahiutaleisiin, kuivattuihin hedelmiin ja siidereihin. (Saarela ym. 2010, 219; Evira 2009)

Sorbiinihappo

Sorbiinihappoa käytetään suojaamaan elintarviketta hiivoja, homeita ja tiettyjä bakteereita vastaan. Sitä valmistetaan kemiallisesti, mutta sitä myös esiintyy luontaisesti pihlajanmarjoissa. Sorbiinihappoa käytetään yleensä happamissa ja lievästi happamissa elintarvikkeissa. (Saarela ym. 2010, 220; Evira 2009)

Askorbiinihappo

Askorbiinihappoa käytetään pääasiassa hapettumisenestoaineena, mutta sitä käytetään myös muissa tarkoituksissa. Esimerkiksi lihavalmisteteissa askorbiinihappo ja sen suolat ylläpitävät lihan punaista väriä ja ehkäisevät nitrosamiinien muodostumista. Askorbiinihappoa valmistetaan kemiallisesti, mutta sitä esiintyy myös luonnossa useimmissa tuoreissa hedelmissä ja marjoissa. (Saarela ym. 2010, 220; Evira 2009)

Maitohappo

Maitohappoa käytetään säilöntäaineena, happamuudensäätöaineena ja maun vuoksi. Sen säilövä vaikutus perustuu pääasiassa pH:n alentamiseen. Maitohappo on orgaaninen happo. Sitä muodostuu sokereista maitohappobakteerien vaikutuksesta. (Saarela ym. 2010, 220; Evira 2009)

Omenahappo

Omenahappoa käytetään säilöntäaineena. Sitä esiintyy luonnossa yleisesti, mutta sitä voidaan myös valmistaa kemiallisesti. (Saarela ym. 2010, 220; Evira 2009)

Sitruunahappo

Sitruunahappoa käytetään viinissä säilöntäaineena. Sen suoloihin kuuluu myös happamuudensäätöaineita. Sitä valmistetaan bioteknisesti homesienten avulla, mutta sitä esiintyy myös luontaisesti elintarvikkeissa erityisesti sitrushedelmissä. (Saarela ym. 2010, 220; Evira 2009)

Hiivaravinne

Hiivaravinne sisältää hiivan käymisessä tarvittavia hivenaineita ja vitamiineja. Ravinteiden avulla viini saadaan käymään loppuun asti vähemmällä vaivalla. Lisäksi ne ovat kohtalaisen edullisia ja helppoja käyttää. Tyypillisiä hiivaravinteita ovat DAP (diammoniumfosfaattia), FermaxTM ja Fermaid. (Grapestompers 2015)

4.2 Mehustus

Mehustuksen ensimmäinen vaihe on viiniin tarkoitettujen hedelmien tai marjojen murskaaminen. Raaka-aine voi olla joko tuoretta tai pakastettua. Murskaustulos ei saa olla liian hieno eikä liian karkea. Jos raaka-aineet murskataan liian hienoiksi, niistä aiheutuu kirkastusvaiheessa ongelmia. Jos taas raaka-aineet murskataan liian karkeiksi, niistä saatavan mehun saanti jää vähäiseksi. Murskaamiseen käytetään yleensä telamurskainta. (Saarela ym. 2010, 222)

Ennen mehustuksen aloittamista, varsinkin marjoille tehdään entsyymikäsittely, niiden korkean pektiinipitoisuuden vuoksi. Entsyymikäsittelyssä murskatun marjamäskin sekaan lisätään pektinaasia ja muita marjan solurakenteita pilkkovia entsyymivalmisteita. Käsittelyn ansiosta marjoista saadaan enemmän mehua ja väriaine liukenee paremmin mehuun. (Saarela ym. 2010, 219)

Mehustusmenetelmiä on useita. Menetelmä valitaan puristettavan määrän, viinityypin, sekä käytössä olevan henkilökunnan mukaan. Ratkaisevinta menetelmän valinnassa on kuitenkin tavoiteltu lopputuote. Marja- ja hedelmäviinien mehu puristetaan yleensä levy- tai painepuristimella. Viineissä voidaan myös käyttää valmiita mehutiivisteitä, jolloin mehustusvaihe jää kokonaan pois prosessista. (Saarela ym. 2010, 219; Domine 2004, 120)

4.3 Vierteen valmistus

Vierteen valmistuksen alkuvaiheessa käytettävä mehu on analysoitava, jos kyseessä ei ole valmis mehutiiviste. Mehusta analysoidaan pH, kuiva-ainepitoisuus, happopitoisuus, sekä sokeripitoisuus. Analyyseistä saatavien tulosten perusteella viinille voidaan laatia lopullinen resepti. Marjaviinin vierteen valmistus perustuu yleensä siihen, että korkea happopitoisuus lasketaan halutulle tasolle laimentamalla mehua vedellä. Vähän happoa sisältävien hedelmien, kuten esimerkiksi omenaviinien kohdalla, vierteen valmistus perustuu halutun mehupitoisuuden optimoimiseen laimentamalla mehua vedellä. (Saarela ym. 2010, 221)

Mehujen runsaan laimentamisen vuoksi ne eivät enää välttämättä sisällä tarpeeksi hiivan toiminnalle elintärkeitä typpiyhdisteitä ja vitamiineja. Tämän vuoksi vierteeseen lisätään hiivaravinnetta, joka sisältää näitä molempia. Hiivaravinne siis varmistaa hiivan normaalin käymisen ja ehkäisee virheikäymistä. (Saarela ym. 2010, 221)

Vierteeseen on lisättävä käymisen aikana sokeria, jotta haluttu alkoholipitoisuus saavutetaan. Sokeria lisätessä on myös huomioitava mehun oma sokeripitoisuus, jotta vierteen kokonaissokeripitoisuus saadaan halutulle tasolle. Mitä

enemmän vierteeseen lisätään sokeria, sitä vahvempaa viiniä saadaan tiettyyn rajaan asti. Taulukossa 2 on esitetty vierteeseen lisätyn sokerin määrän suhdetta käymisessä muodostuneeseen alkoholipitoisuuteen olettaen että viini käy loppuun asti. (Saarela ym. 2010, 221-222)

Taulukko 2. Vierteen sokeripitoisuus. (Saarela ym. 2010, 222)

Vierteen sokeripitoisuus (g/l)	Alkoholipitoisuus (vol-%)
136	8,0
144,5	8,5
153	9,0
161,5	9,5
170	10,0
178,5	10,5
187	11,0
195,5	11,5
204	12,0
212,5	12,5
221	13,0
229,5	13,5
238	14,0

4.4 Käyminen

Käymisen aikana sokeri muuttuu hiivan vaikutuksesta alkoholiksi. Reaktiossa vapautuu hiilidioksidia ja lämpöä. Sokeri voidaan käyttää kokonaan alkoholiksi tai haluttaessa käyminen voidaan keskeyttää, jolloin vain osa sokerista muuttuu alkoholiksi. Hiiva pystyy teoriassa tuottamaan sokerista 51,1 painoprosenttia alkoholia, mutta käytännössä lukema jää 47 painoprosenttiin, koska hiiva käyttää osan sokerista muiden aineenvaihduntatuotteiden tuottamiseen, sekä kasvuunsa. Käyminen koostuu erilaisista kemiallisista tapahtumista. Sen aikana

tapahtuu lukuisia kemiallisia reaktioita. Niitä on laskettu olevan noin 30. Käymisen kemiallinen kaava on esitetty kuvassa 2. (Saarela ym. 2010, 222; Domine 2004, 122)

Käyminen voi tapahtua spontaanisti tai kontrolloidusti. Spontaanissa käymisessä villihiivat aloittavat epäedullisen käymisen. Virheikäymisen seurauksena viiniin voi syntyä epämiellyttäviä hajuja tai makuja. Villihiivat eivät kuitenkaan siedä alkoholia kun muutaman tilavuusprosentin. Kontrolloidussa käymisessä käytetään tarkkaan valittuja teollisesti valmistettuja viljelyhiivoja. Viljelyhiivat nopeuttavat käymisprosessia ja muuttavat sokeria runsaasti alkoholiksi. Niiden avulla saadaan haluttu lopputulos. Valmistettavan viinin sekaan voidaan lisätä rikkiä, joka estää villihiivojen ja bakteerien kasvua. (Saarela ym. 2010, 222)

Hiivan käymiselle optimi lämpötila vaihtelee 22 – 27 °C välillä. Korkeammassa lämpötilassa kärsivät mehun aromiaineet, jonka seurauksena viinistä voi tulla aromiltaan köyhä. Lämpötilan noustessa yli 45 °C tai laskiessa alle 15 °C alkaa hiivan käyminen hidastua. Marja- ja hedelmäviinien käyminen toteutetaan yleensä 18 – 20 asteisessa käymisympäristössä. (Saarela ym. 2010, 222)

Viinien käyminen voi olla mehu- tai mäsikäymistä. Mäsikäymisessä mäski jätetään mukaan käymisvaiheeseen, jolloin raaka-aineiden kuorissa oleva väriaine liukenee vierteeseen. Mäsikäymistä käytetään varsinkin rypäleviinien valmistuksessa. Mehukäyminen on mäsikäymistä yksinkertaisempaa. Siinä käytetään pelkästään valmista mehua tai mehutiivistettä. Marja- ja hedelmäviinit tehdään suurimmaksi osaksi mehukäymisellä, koska niissä on yleensä väriainetta myös itse marja-, hedelmälihassa, eikä mäsikäymisellä saavuteta etua tuotteen aistinvaraisiin ominaisuuksiin. (Saarela ym. 2010, 222)

Hiiva tarvitsee käymisen alussa kasvuunsa riittävästi happea, hivenaineita, tyyppiyhdisteitä ja vitamiineja. Vierre sisältää happea, jonka hiiva käyttää kasvuunsa todella nopeasti. Valmistettava viini liikkuu ja kuohuu käymisen alussa runsaasti, joten käymissäiliöön on syytä jättää jonkin verran tyhjää tilaa. Käymissäiliössä on oltava myös jonkinlainen aukko, josta käymisessä syntyvä hiilidioksidi

pääsee tulemaan ulos, mutta säiliöön ei pääse takaisin ilmaa. (Saarela ym. 2010, 222 - 223)

Alkukäymisen aikana valmistettava viini lämpenee voimakkaasti ja sen jäähdyttämisestä on huolehdittava. Viini voidaan jäähdyttää, joko valelemalla käymissäiliö vedellä, tai jäähdyttämällä ilma käymisastian ympärillä. Käymisastiat voivat myös olla ns. tuplaseinällisiä, jolloin jäähdyttävää nestettä voidaan kierrättää seinien välissä. (Saarela ym. 2010, 223)

Alkukäyminen kestää yleensä noin viikon, jonka jälkeen alkaa ns. pääkäyminen, joka on paljon alkukäymistä hitaampaa. Pääkäyminen voi kestää muutamasta viikosta jopa kuukausiin. Luonnollisesti käyminen pysähtyy, kun hiiva on saanut käytettyä kaiken sokerin alkoholiksi. Käyminen voidaan myös pysäyttää ennen tätä fysikaalisesti tai kemiallisesti. Valmistettavasta viinistä voidaan esimerkiksi separoida hiiva pois tai siihen voidaan lisätä rikkiä. Käyminen voi pysähtyä myös ennen kuin hiiva saa muutettua kaiken sokerin alkoholiksi, jos ravintoaineet loppuvat, alkoholipitoisuus nousee yli 16 tilavuusprosenttiin tai vierteessä on väärä happokoostumus. (Saarela ym. 2010, 223)

Valmistettavan viinin käymisen päätyttyä, on viini erotettava pois hiivasakan päältä. Erotus on tehtävä tarkasti, jottei viini sekoitu sakkaan. On tärkeää että viinin sekaan jää mahdollisimman vähän sakkaa, jotta viinin selkeytys olisi helppompaa eikä viinin joukkoon tarvitsisi lisätä paljoa selkeyttämisaineita. Ennen kirkastusta viinin sekaan lisätään vielä rikkioksidia, joka estää mikro-organismien toimintaa ja viinin hapettumista. (Saarela ym. 2010, 223)

4.5 Kirkastus

Kirkastus suoritetaan yleensä mahdollisimman nopeasti viinin sakan erotuksen jälkeen noin 1 – 2 viikon kuluessa. Kirkastuksessa viiniin lisätään erilaisia aineita, jotka auttavat viinin kirkastumista ja kehittymistä. Tavoitteena on saada terve, hyvän värinen, hyvän makuinen ja tuoksuinen kehitystasoaan vastaava viini. (Saarela ym. 2010, 223)

Yleensä ennen kirkastamisen aloittamista viinille tehdään laboratoriossa ns. kirkastuskoe, jonka avulla määritetään tarvittavat kirkastusaineet ja ainemäärät. Ennen kirkastusaineiden lisäystä on varmistettava, ettei viini enää käy eikä liiku ja, että kirkastusaineet on valmisteltu oikein. Yleensä kirkastusaineet lisätään samassa suhteessa koko viinierään kirkastuskokeen pohjalta. (Saarela ym. 2010, 223)

Viiniä ei ole pakko kirkastaa, jos halutaan säilyttää kaikki makuvivahteet. Tällöin viinistä poistetaan sakkaa muutaman kuukauden välein. Vaarana tällöin on, että viiniin jää hiivaa ja bakteereja, joiden vuoksi viini voi pilaantua. (Saarela ym. 2010, 223)

Kolme yleisintä kirkastusainetta ovat bentoniitti, gelatiini ja piihappo. Bentoniitti on kerrosrakenteista alumiinisilikaattia. Bentoniitin kirkastava vaikutus perustuu sen negatiiviseen varaukseen, jolloin se sitoo viinistä positiivisesti varautuneita yhdisteitä ja hiukkasia. Bentoniitti laajenee huomattavasti kun sen upottaa veteen. Tällöin adsorptioon ja sähkökenttään vaikuttava pinta-ala kasvaa. Gelatiini eli liivate on proteiinia, joka on valmistettu eläinkudoksista. Gelatiinilla on positiivinen varaus, jolloin se poistaa viinistä negatiivisesti varautuneita hiukkasia. Yleensä gelatiinin kanssa lisätään piihappoa, joka nopeuttaa gelatiinin sakkautumista. Piihappo on veden ja piioksidin liuos ja sillä on puolestaan negatiivinen varaus, kuten bentoniitilla. Piihappo ja gelatiini muodostavat yhdessä hyytelömäisen sakan, joka reagoi viinissä olevien kirkkauden kannalta epäedullisten aineiden kanssa, jolloin ne sitoutuvat sakkaan ja laskeutuvat sen mukana astian pohjalle. (Saarela ym. 2010, 223 - 224)

4.6 Suodatus

Kirkastamisen jälkeen viini vielä yleensä suodatetaan. Ennen suodattamisen aloittamista on varmistettava, että viini on silmämääräisesti kirkasta, jottei suodatin tukkeudu nopeasti. Itse suodattamista kerrotaan enemmän seuraavassa kappaleessa. Yleensä viini suodatetaan kaksi kertaa valmistusprosessin aikana. Toinen tarkempi suodatus suoritetaan pullotuksen yhteydessä. Suodatusten

yhteydessä on syytä myös mitata viinin kirkkautta tai ainakin seurata sitä aistinvaraisesti. (Saarela ym. 2010, 224)

4.7 Kypsytytys

Kypsytyksen tavoitteena on saada aikaan tasapainoinen viini, jossa tuotteen kaikki kemialliset tekijät ovat keskenään mahdollisimman tasapainossa. Kypsytyksen aikana viinin maku, tuoksu ja väri kehittyvät kohti tavoitetta. (Saarela ym. 2010, 225)

Viinien kypsytyksajat vaihtelevat huomattavasti. Aikaan vaikuttavat raaka-aineet, sekä viinin kemiallinen koostumus. Toisille viineille riittää muutaman kuukauden kypsytyisaika, kuten omenaviinille, kun taas joitain rypäleviinejä kypsytetään vuosia. Suurin osa hedelmä- ja marjaviineistä kypsytetään terästankeissa, mutta voidaan käyttää myös elintarvikekäyttöön soveltuvia muovikontteja tai perinteisiä tammitynnyreitä. (Saarela ym. 2010, 225)

Kypsytyksistä on tärkeä saada mahdollisimman täyteen, jotta tankkiin jää mahdollisimman vähän ilmatilaa. Tällöin hapettuminen ja mikrobitoiminta estyvät. Viinin lisätään myös rikkiä ja joissakin tapauksissa voidaan tankkiin jäänyt ilma korvata esimerkiksi hiilidioksidilla. (Saarela ym. 2010, 225)

Viinin optimaalinen kypsytyslämpötila on 10 ja 15 asteen välillä. Jos lämpötila on liian kuuma esimerkiksi normaali huoneenlämpötila, viini kehittyy nopeammin, mutta tällöin viinin laatu heikkenee. Jos kypsytyslämpötila on taas liian kylmä, viini kehittyy todella hitaasti. (Saarela ym. 2010, 225)

4.8 Pullotus

Viinin kypsyttyä oikeanlaiseksi se voidaan pullottaa. Viini voidaan pullottaa suoraan tai siihen voidaan yhdistää samaa, mutta eri erän viiniä, jotta laatuerot tasaantuisivat mahdollisimman hyvin. Viinin voidaan myös sekoittaa jotain toista

viiniä, jos halutaan usean eri raaka-aineen ominaisuuksia. (Saarela ym. 2010, 225 - 226)

Ennen viinin pullotusta siitä tehdään bakteeri- ja hiivaviljelyt sekä hapettumis- ja lämpötesti. Viljelyillä varmistetaan että viini on mikrobiologisesti puhdasta. Hapettumistestillä tutkitaan viinin ominaisuuksien reagointia ilman kanssa. Lämpötestillä testataan kuinka viiniin vaikuttaa korkea lämpötila. (Saarela ym. 2010, 225 - 226)

Testien jälkeen viini pullotetaan joko käsin eli manuaalisesti tai automaattisella pullotuslinjalla. Viini on aina pullotettava puhtaisiin pulloihin ja pullotuslinjaston hygieniasta on pidettävä hyvää huolta. (Saarela ym. 2010, 225 - 226)

5 KALVOSUODATTIMET VIINITEOLLISUUDESSA

Suodatus perustuu nestettä läpäiseviin huokosiin kalvoihin. Kalvo pidättää halutun kokoiset partikkelit sen huokoisuuden perusteella. Nestettä kuljetetaan suodattimen läpi paineen avulla. Paine saadaan aikaan joko imu- tai syöttöpumpun avulla. Jossain tapauksissa voidaan myös käyttää painovoimaa. (Saarela ym. 2010, 324; Aittomäki ym. 2002, 185; Lydersen ym. 1994, 121)

Suodatuksessa neste voi virrata joko suodatinpinnan mukaisesti tai sitä kohden. Perinteisessä suodatuksessa neste virtaa suodatinpintaa kohden, jolloin suodatinpinnalle syntyy kiinteä kakku. Tällöin puhutaan ns. dead-end - suodatuksesta. Suodatinpinnan mukaista suodatusta kutsutaan tangentiaalisvirtaussuodatuksiksi eli crossflow – suodatuksiksi. Tangentiaalisvirtaussuodatuksen suosio on kasvanut viiniteollisuudessa tasaisesti lähivuosien aikana. Esimerkiksi Saksassa noin 75 % viinistä suodatetaan jo crossflow suodatuksella. Perinteistä dead-end – tekniikkaa ja levysuodatinta käytetään vielä ainakin pienillä viinitiloilla. (Aittomäki ym. 2002, 185;)

Kalvon huokoskoon mukaan kalvosuodatusmenetelmät voidaan jakaa käänteisosmoosiin, nanosuodatuksen, ultrasuodatuksen ja mikrosuodatuksen. Huokoskoko ja paine-ero on esitetty taulukossa 3. (Saarela ym. 2010, 324; Aittomäki ym. 2002, 187)

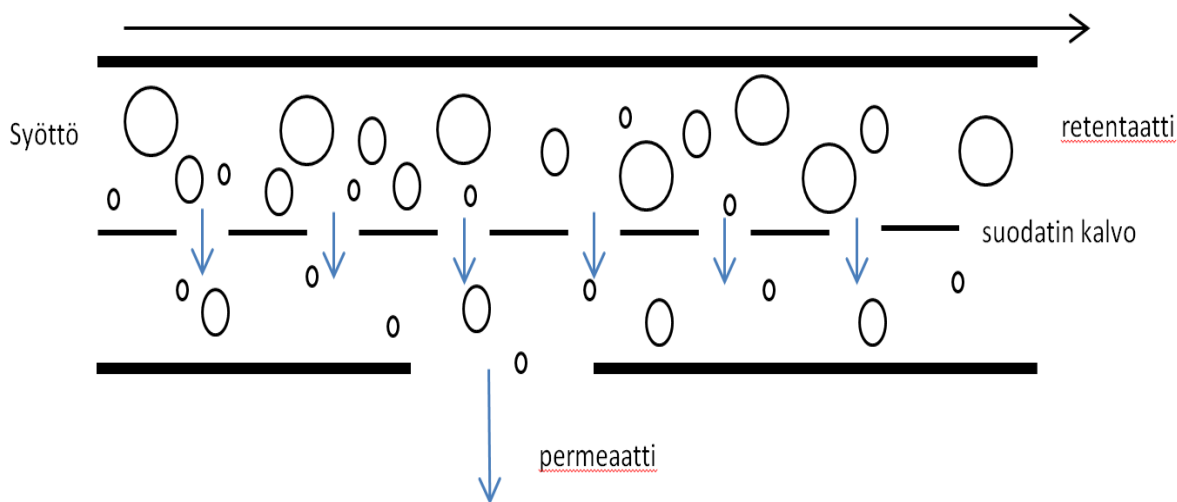
Taulukko 3. Kalvosuodatusmenetelmät huokoskoon ja paine-eron mukaan. (Saarela ym. 2010, 324)

Kalvosuodatusmenetelmä	Huokoskoko	Paine-ero
Käänteisosmoosi	< 1 nm	30 – 80 bar
Nanosuodatus	1 nm	5 – 15 bar
Ultrasuodatus	2 nm – 0,1 µm	0,5 – 5 bar
Mikrosuodatus	0,1 µm – 10 µm	< 1 bar

5.1 Tangentiaalisvirtaussuodatus

5.1.1 Periaate

Tangentiaalisvirtaussuodatuksessa virtaus kulkee suodattimen kalvon pinnan mukaisesti, jollain paine-eron vaikutuksesta permeaatti kulkee suodatinkalvon läpi. Osa kiintoainepartikkeleista muodostaa ohuen kiintoainekerroksen suodatinkalvon päälle. Tangentiaalinen virtaus kuitenkin huuhtoo suurimman osan kalvon pinnalle jääneistä kiintoainepartikkeleista mukaansa, jonka vuoksi kalvon tukkeutuminen on paljon vähäisempää, kuin perinteisessä dead-end tyypissä suodatuksessa. Crossflow – suodatuksen periaate on esitetty kuvassa 3. (Saarela ym. 2010, 324; Aittomäki ym. 2002, 185; Lydersen ym. 1994, 122 - 123)



Kuva 3. Tangentiaalivirtaussuodatuksen periaate. (Saarela ym. 2010, 324)

5.1.2 Laitteistot

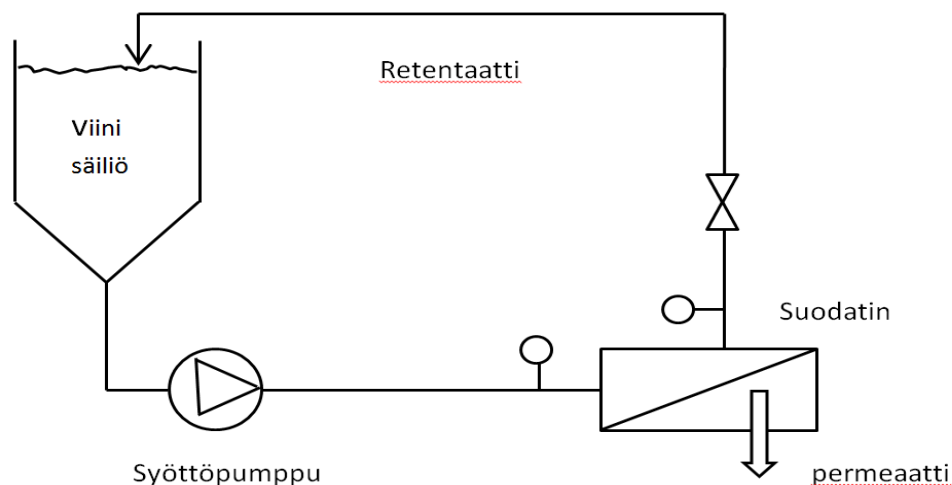
Perinteisesti suodatinkalvon materiaali on valmistettu orgaanisista polymeereistä, kuten selluloosa-asetaattista, polyeteenistä tai polyamidiasta. Nykyään on kuitenkin alettu suosimaan epäorgaanisia kalvomateriaaleja, kuten keraamisia, koska ne kestävät paremmin kovaa pesua, pesuaineita ja lämpösterilisointia. (Aittomäki ym. 2002, 187; Palacios ym. 2002)

Suodatinkalvot on pakattu tiiviisti suodatinmoduuleihin siten, että suodatuspinta-alaa saadaan mahdollisimman paljon pieneen kokoon, eikä moduuliin jää yhtään turhaa tilaa. Suodatinmoduuli voi olla avoinkanavainen tai turbulenssia muodostava. Avoinkanavaisia moduuleja käytetään yleensä silloin, kun käsitellään nesteitä, jotka sisältävät joko paljon liuenneita kiintoaineita tai isoja partikkeleja. Yleisimmin suodatinmoduulit ovat levymäisiä, spiraalisia tai putkimaisia. Suodatinkalvojen tukkeutumista voidaan vähentää monella tapaa. Suodatinkalvon pinnalle voidaan lisätä mekaaninen kiekko tai akseli, joka kaappii kalvon pinta. Suodatinkalvo tai koko suodatin voidaan myös laittaa pyörimään tai voidaan käyttää täriseviä kalvoja. (Aittomäki ym. 2002, 188; Lydersen ym. 1994, 124 – 125; Cojocar ym. 2009)

5.1.3 Käyttö

Viinin valmistusprosessissa suodatuksilla on tarkoituksena saada aikaan kirkasta ja mikrobiologisesti stabiilia tuotetta. Kirkastuksessa viinistä poistetaan suuret partikkelit, jotka haittaavat viinin ulkonäköä. Viinistä saadaan mikrobiologisesti stabiili suodattamalla siitä hiiva ja bakteerit pois. Tarkoituksena on vähentää viinin mahdollisuutta pilaantua tai ruveta käymään uudelleen. Yleensä viini suodatetaan ainakin kaksi kertaa valmistusprosessin aikana. Ensimmäinen suodatus tapahtuu heti fermentoimisen jälkeen ja toinen juuri ennen pullotusta. (Filtration & Separation 1998)

Crossflow-suodattimet ovat helposti automatisoitavia, jonka vuoksi niiden käyttö on taloudellisesti hyvin kannattavaa etenkin yrityksille, joissa suodatetaan paljon viiniä. Suodattimen voi ohjelmoida tekemään itse huuhtelut aina tarvittaessa tai tietyn suodatusmäärän jälkeen. Crossflow – suodattimen kalvot joudutaan vaihtamaan paljon harvemmin kuin perinteisten suodattimien, joiden kalvoihin jää lisäksi myös paljon viiniä. Tämän vuoksi syntyy vähemmän hävikkiä ja jätettä. Oikein käytettynä crossflow – suodatuksen jälkeen viinin maku on myös parempi kuin perinteisten suodatusten jälkeen. Tämä johtuu siitä, että makua pilaavat entsyymit jäävät suodatinkalvoon, mutta makukomponentit pääsevät läpi paljon tasalaatuisemmin. Suodatinkalvon ”parhaasta” huokoskoosta viinin suodatuksessa on tehty paljon tutkimuksia. Tutkimuksissa päädyttiin siihen tulokseen, että huokoskoko $0,2\ \mu\text{m}$ on paras, sekä permeaatti vuon, että viinin laadun kannalta. Kuvassa 4 on esitetty viinin suodatusprosessi. (Filtration & Separation 1998; Cassano ym. 2013, 148)



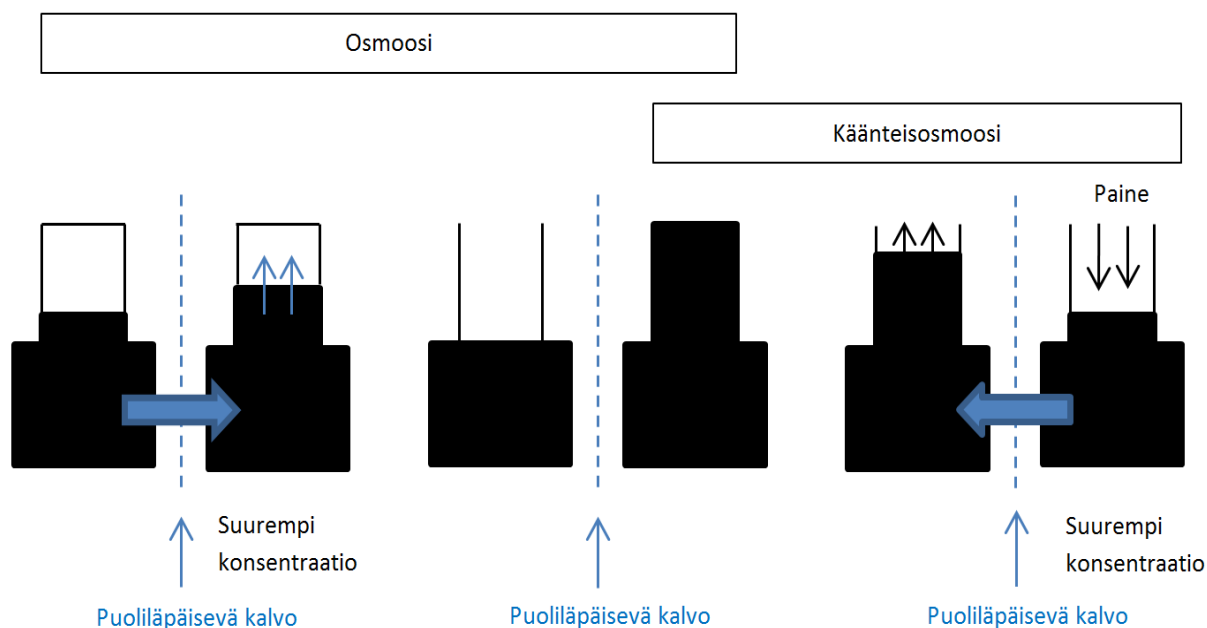
Kuva 4. Viinin suodatusprosessi.

5.2 Käänteisosmoositekniikka

5.2.1 Periaate

Osmoosi tarkoittaa veden kulkemista diffuusiolla puoliläpäisevän kalvon läpi. Vesi pyrkii tasoittamaan kalvon eri puolilla olevia pitoisuuseroja siirtyen sille puolella kalvoa, jossa vesipitoisuus on pienempi ja liuenneiden aineiden konsentraatio on suurempi kuten kuvassa 5. (Solunetti 2006)

Käänteisosmoosisuodatuksessa suodatettava neste pakotetaan paineen avulla puoliläpäisevän kalvon läpi väkevämmästä liuoksesta laimeampaan. Tällöin siis neste siirtyy kalvon sille puolelle, jossa liuenneiden aineiden pitoisuus on pienempi eli juuri päinvastoin kuin luonnollisessa osmoosissa. Käänteisosmoosin periaate on esitetty kuvassa 5. Käänteisosmoosilla voidaan saada nesteestä suodatettua liuenneita mineraaleja yli 99 %, sekä orgaanisista yhdisteistä noin 95 %. Käänteisosmoosi vaatii toimiakseen kohtalaisen suuren paine-eron, joka on suuruudeltaan noin 30 – 80 bar. Nanosuodatus on samanlainen prosessi kuin käänteisosmoosi, mutta siinä kalvon huokoskoko ei ole niin pieni, eikä vaadi niin kovaa painetta ja siksi niitä käsitellään yleensä kirjallisuudessa yhdessä. (American Water Works Assoc. 2007, 45 – 47)



Kuva 5. Osmoosin ja käänteisosmoosin –periaate

5.2.2 Laitteisto

Suodatinkalvo on tyypiltään joko epäsymmetrinen homogeeninen tai yhdistelmä. Kalvoja on tehty lukuisista eri materiaaleista kuten selluloosa-asetateista tai polymeereistä. Uusimmat käytössä olevat suodatinkalvot ovat eri polymeerien yhdistelmiä. (American Water Works Assoc. 2007, 12 - 14)

Suodatinkalvo on pakattu moduuleihin niin, että painevuodot jäävät mahdollisimman pieniksi, mutta päästävät riittävällä nopeudella suodatettavaa ainetta, jottei kalvon pinta tukkeudu liian nopeasti. Suodatinkalvo on itsessään todella hauras, joten se on myös pakattava suodatinmoduuleihin todella tarkasti. Lisäksi kalvojen suodatinpinta-ala on maksimoitava kuten crossflow-suodattimissakin. Suodatinkalvomoduuleita on tällä hetkellä ainakin neljää erilaista. Niitä on putkimaisia, levymäisiä, onttoja hienokuituisia ja spiraalimaisia.

Ylivoimaisesti eniten käytettyjä ovat spiraalimaiset. (American Water Works Assoc. 2007, 15 – 18)

Käänteisosmoosisuodatinyksikkö koostuu yleensä 6 – 9 suodatinmoduuliyksiköstä, jotka ovat kiinnitetty ruostumattomasta teräksestä valmistettuun tukitelineeseen. Lisäksi siihen kuuluu syöttöpumppu, venttiileitä, putkisto ja ohjausyksikkö. Ohjausyksiköstä voidaan säätää mm. tietty suodatus määrä. Kuvassa 6 on esitetty Velo:n valmistama käänteisosmoosisuodatinyksikkö. (American Water Works Assoc. 2007, 92 - 94)

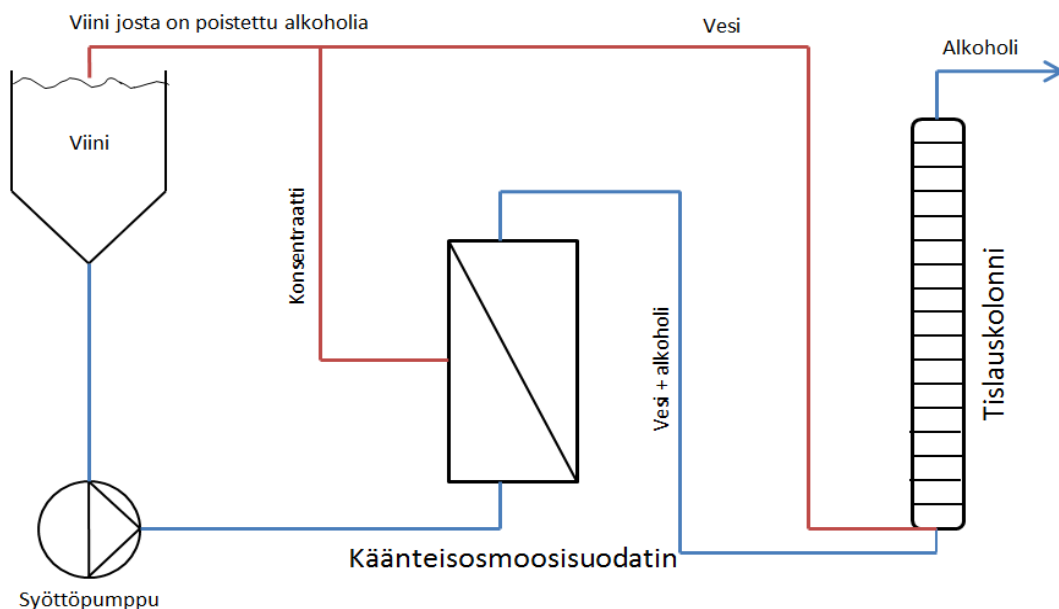


Kuva 6. Velo:n valmistama käänteisosmoosisuodatin. (Veloacciai 2015)

5.2.3 Sovellukset

Käänteisosmoositekniikkaa käytetään viininteollisuudessa esimerkiksi alkoholin poistamiseen tai vähentämiseen viinistä, rypälemehun sokeripitoisuuden nostoon, sekä käymispohjaisten lonkeroiden viinin kirkastamiseen. (Cassano ym. 2013, 157 - 160)

Käänteisosmoosi on tällä hetkellä eniten käytetty tekniikka viinin alkoholipitoisuuden vähentämiseen. Viini ajetaan kovalla paineella suodatinkalvoon. Kalvon läpi pääsee vesi ja alkoholi, muttei suurin osa viinin komponenteista. Käänteisosmoosisuodattimen läpäissyt vesi on kierrätettävä, jotta alkoholipitoisuus saadaan laskettua, mutta hävikki minimoitua. Usein käänteisosmoosisuodattimen perään lisätään vielä tislauksolonni. Kuvassa 7 on esitetty viinin alkoholipitoisuuden vähentämisprosessi käänteisosmoosisuodatuksella, jonka perässä on tislauksolonni. (Cassano ym. 2013, 158 - 159)



Kuva 7. Viinin alkoholipitoisuuden vähentäminen.

Huonoina satokausina tai vaikeissa kasvatusolosuhteissa rypälemurskalla ei välttämättä ole potentiaalia saavuttaa haluttua alkoholipitoisuutta valmistettavaan viiniin. Tämän vuoksi on tärkeää nostaa vierteen sokeripitoisuutta. Viinin tasapaino voi mahdollisesti kärsiä, jos pelkästään lisätään sokeria tai muita aineita. Tämän korjaamiseksi viiniteollisuudessa on alettu kiinnostua erilaisista tekniikoista kuten pervaporaatiosta tai käänteisosmoosisuodattuksesta. (Cassano ym. 2013, 157)

Käänteisosmoosia käytetään eliminoimaan hydrostaattisella paineella osa rypälemurskan vedestä, jolloin murskan sokeripitoisuus kasvaa. Käänteisosmoosisuodatuksella on monia etuja verrattuna muihin sokeripitoisuuden nostotekniikoihin. Se kuluttaa vähän energiaa, aiheuttaa vain hyvin vähän lämmöstä johtuvaa laatuvaurioita ja säilyttää viiniin aistinvaraiset ominaisuudet sekä ravintoarvot. (Cassano ym. 2013, 157 - 158)

6 OMENAVIININ VALMISTUS- JA SUODATUSPROSESSI LAITILAN WIRVOITUSJUOMATEHTAASSA

6.1 Vierteen valmistus

Vierre valmistetaan puhtaaseen käymissäiliöön. Käymissäiliö puhdistetaan työohjeen mukaisesti ennen kuin omenaviinin valmistus aloitetaan. Kun säiliö on puhdistettu, niin omenaviinille tulostetaan resepti. Reseptistä nähdään omenaviinierän tarvittavien raaka-aineiden ja lisäaineiden määrät. (Laitilan Wirvoitusjuomatehdas 2014)

Valmistus aloitetaan pumpaamalla käymissäiliöön reseptin mukaiset määrät omenamehutiivistettä ja glukoosia sekä lisäämällä kylmää vettä. Raaka-aineita sekoitetaan valmistuksen ajan propellisekoittimella. Vierteeseen lisätään myös rikkiä ja hiivaravinnetta. Kun raaka-aineet ja lisäaineet ovat annosteltu, niin vierteen lämpötila säädetään hiivalle optimaaliseksi 18 – 20 °C. Valmistuksen lopussa omenaviiniin lisätään hiiva, joka otetaan käymässä olevasta omenaviinierästä tai uudesta kasvatetusta hiivaerästä. Kun kaikki raaka-aineet ja hiiva on lisätty sekä tilavuus on säädetty halutuksi, niin vierteestä otetaan näyte analyysyä varten. (Laitilan Wirvoitusjuomatehdas 2014)

6.2 Käyminen

Omenaviinien käymistä seurataan viikoittaisilla mittauksilla. Jokaisesta käyvästä omenaviinierästä mitataan ominaispaino ja lämpötila. Ominaispaino mitataan pyknometrillä. Mittaustulokset kirjataan viininseuranta järjestelmään, jonka avulla seurataan omenaviinien käymistä. Kun omenaviinin ominaispaino on laskenut alle 1.000, niin se on valmista. Yleensä omenaviinien annetaan kypsyä tämän jälkeen vielä keskimäärin noin kaksi viikkoa, jonka jälkeen ne suodatetaan. (Laitilan Wirvoitusjuomatehdas 2014)

6.3 Suodatus siiderituotteeseen

Omenaviinien suodatukset suunnitellaan ja toteutetaan viikko-ohjelman tuotantomäärien perusteella. Käymispohjaiseen siideriin omenaviini suodatetaan crossflow suodattimella. Ennen suodattamista omenaviinistä poistetaan hiilidioksidi. Hiilidioksidi poistetaan pyöräyttämällä sekoitinta muutamia kertoja käymissäiliössä juuri ennen suodattamisen aloittamista. Tämän jälkeen omenaviini voidaan pumpata käymissäiliöstä suodattimelle, joko suodattimen omalla pumpulla, tai suodattimen ohjauksessa olevalla siirrettävällä pumpulla. (Laitilan Wirvoitusjuomatehdas 2014)

Suodatin on Velon valmistama Crossflow microfiltration unit TMC 7 – 35 A Automatic (kuva 8). Se on kalvosuodatin, jossa virtaus kulkee suodatinpinnan mukaisesti. Kalvo pidättää kaikki 0,1 µm suuremmat partikkelit. Kalvot on valmistettu polypropeenista ja pakattu tiiviisti putkimaisiin moduuleihin. Suodatinmoduuleita on yhteensä 14 kappaletta. Suodatusyksikössä on lisäksi ruostumattomasta teräksestä valmistettu sihti. Sihti varmistaa, ettei suodattimeen pääse mitään sinne kuulumatonta, esimerkiksi paperipussin palaa. Suodatusjärjestelmä on automatisoitu. Suodattimelle voidaan ohjelmoida näyttöpäätteen avulla mm. suodatusnopeus, ja -määrä, kalvojenpuhdistusajat, huuhtelut, sekä pesut. Näyttöpäätteestä pystytään myös seuraamaan suodattimen toimintaa reaaliaikaisesti. (Laitilan Wirvoitusjuomatehdas 2014; Veloaccai 2015; Velo, 2007)



Kuva 8. Laitilan Wirvoitusjuomatehtaan crossflow mikrosuodatin.

Suodatuksen alusta otetaan näyte jokaisesta omenaviinierästä analyysijä varten. Suodatuksen etenemistä seurataan suodattimen näyttöpäätteen avulla ja tarvittaessa suodattimelle syötettyjä asetuksia voidaan muuttaa suodatuksen aikana. (Laitilan Wirvoitusjuomatehdas 2014)

6.4 Suodatus lonkerotuotteeseen

Omenaviini suodatetaan lonkerotuotteeseen kahdella eri suodattimella. Ensin se suodatetaan crossflow -suodattimella nanosuodattimen kierrätys säiliöön. Tämän jälkeen omenaviini suodatetaan nanosuodatusjärjestelmällä. Nanosuodatin kierrättää omenaviiniä. Se pumppaa konsentraatin takaisin kierrätys säiliöön ja valmiin suodatetun omenaviinin omaan säiliöön. Suodattimen te-

hokkuus on noin 90 %, joten loput 10 % jää konsentraattiviininä kierrätyssäiliöön. (Laitilan Wirvoitusjuomatehdas 2014)

Laitilan Wirvoitusjuomatehtaan nanosuodatin on käänteisosmoositekniikkaan perustuva suodatin, jonka on valmistanut Velo (kuva 9). Suodattimella saadaan poistettua viinistä kaikki 1 nm suuremmat partikkelit. Nanosuodatettu omenaviini on kirkasta ja maultaan se on hyvin neutraali. Sitä voidaan käyttää tislatus alkoholien tapaan lonkeroiden pohjatuotteena. Alle 4.7 alkoholiprosenttia sisältävät lonkerot valmistetaan yleensä suodatetusta omenaviinistä. (Laitilan Wirvoitusjuomatehdas 2014; Veloaccai 2015)



Kuva 9. Laitilan Wirvoitusjuomatehtaan Nanosuodatin.

Suodattimessa on kahdeksan spiraalimaista suodatinmoduulia, jotka on kiinnitetty ruostumattomasta teräksestä valmistettuun tukikehikkoon. Suodattimessa on lisäksi kaksi aktiivihilisuodatinta, jotka poistavat omenaviinistä makua ja tuoksua. Suodattimessa on kaksi omaa pumppua. Toinen on omenaviinin imuun tarvittava syöttöpumppu ja toinen suodattimeen tarvittavan paineen luova painepumppu. Suodatuksessa käytetään yleensä noin 13 bar:in painetta, jolla saadaan alkuun noin 1500 l/h virtausnopeus. Suodatuksen jatkuessa virtausnopeus laskee kalvon tukkeutuessa. Tätä voidaan kompensoida lisäämällä painetta aina 40 bar:iin, jonka jälkeen suodatin on pestävä. Painetta korotetaan kirsittämällä paineenkorotusventtiiliä. (Laitilan Wirvoitusjuomatehdas 2014; Veloaccai 2015)

Suodatusjärjestelmässä on erillinen ohjaustaulu, kuten crossflow -suodattimessakin. Taulusta voidaan säätää haluttu suodatusmäärä, pysäyttää suodatus, sekä seurata suodatus parametreja. Kun suodatin on käynnistetty, niin se hoitaa tämän jälkeen suodatuksen automaattisesti ja sammuu, kun haluttu suodatusmäärä on saavutettu, tai jos paineet nousevat yli sallitun rajan. (Laitilan Wirvoitusjuomatehdas 2014)

7 MITTAUSTEN TOTEUTUS

Crossflow -suodatusprosessissa ja viinin valmistuksessa syntynyt hävikki mitattiin crossflow -suodattimen omalla virtausmittarilla. Säiliöihin oli valmistettu reseptin mukaiset määrät viiniä. Tätä määrää verrattiin suodattimen suodattamaan määrään ja tulokset taulukoitiin. Jokaisesta viinierästä mitattiin virtausmittarin tuloksen lisäksi viinin alkoholipitoisuus. Mittauksia otettiin kahdesta eri viinistä, joita Laitilan Wirvoitusjuomatehtaan pyynnöstä tässä opinnäytetyössä kutsutaan viiniksi 1 ja viiniksi 2. Mittaustuloksia kerättiin vuoden ajan, jotta saatiin tarpeeksi luotettava tulos.

Nanosuodatusprosessissa syntynyt hävikki saatiin selville vertaamalla crossflow -suodattimesta saatua suodatusmäärää nanosuodattimelta saatuun määrään. Nanosuodattimen suodattaman viinin määrä mitattiin suodattimen virtausmittarilla. Jokaisesta nanosuodatetusta viinierästä mitattiin myös alkoholipitoisuus. Alkoholipitoisuus mitattiin automaattisella alkoholipitoisuusmittarilla. Näitäkin mittaustuloksia kerättiin vuoden ajan.

Suodattimien virtausmittarien oikeellisuus varmistettiin erillisen virtausmittarin avulla, sekä suodattamalla viiniä tietty määrä mittasäiliöön. Myös viinin valmistuksessa käytetty veden määrä varmistettiin virtausmittarilla.

Työssä mitattiin myös paljonko viinisäiliöiden pohjalle jää viiniä suodatuksen jälkeen. Mittaus toteutettiin valuttamalla säiliön alimmasta venttiiliaukosta kaikki viini pois mittakannuun. Kun kaikki viini oli valutettu pois säiliöstä, laskettiin montako mittakannullista, sitä oli säiliössä yhteensä ollut. Viinisäiliöihin jäävä viini mitattiin kahdesta eri säiliöstä, jotka olivat tilavuudeltaan 1000 hl ja 500 hl.

8 TULOKSET

Mittauksista saadut tulokset taulukoitiin ja niiden perusteella laskettiin jokaisen erän hävikin määrä hehtolitroina, sekä hävikin suhde prosentteina. Taulukosta on poistettu yksi varmasti väärä mittaus, jossa unohdettiin nollata virtausmittari ennen suodatuksen aloittamista. Taulukossa 4 on esitetty perusviinin 1 mittaukset crossflow -suodatuksen jälkeen ja lasketut hävikit. Suodatettu määrä kertoo, paljonko crossflow -suodattimen jälkeen viiniä oli vielä jäljellä.

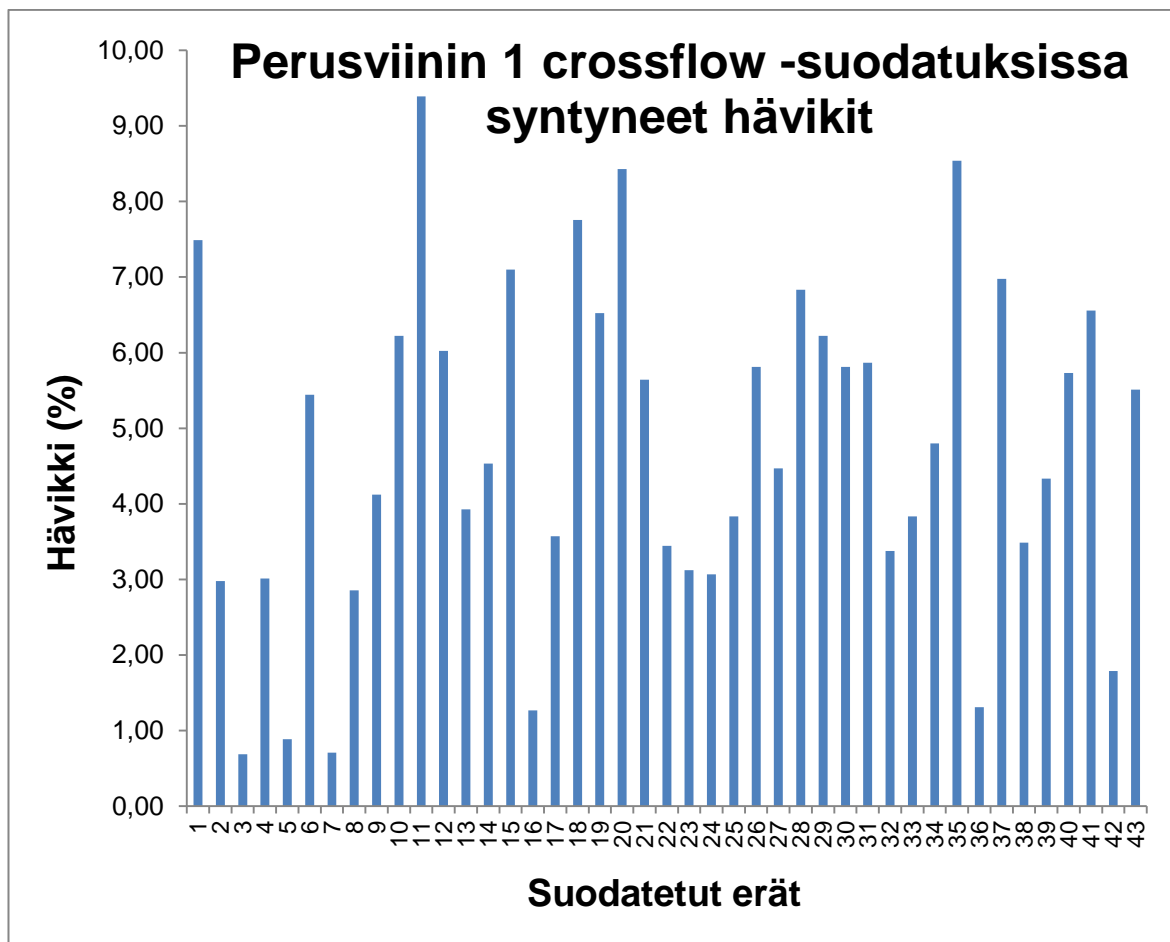
Taulukko 4. Perusviinin 1 crossflow -suodatuksen mittaukset

Perusviinin 1 cf -suodatuksessa syntynyt hävikki					
Erä	Valmistettu määrä (HL)	Suodatettu määrä (HL)	Hävikki (HL)	Hävikki (%)	Alkoholi (til-%)
1	450,0	416,3	33,7	7,49	10,2
2	450,0	436,6	13,4	3,0	9,7
3	450,0	446,9	3,1	0,7	10,4
4	450,0	436,5	13,6	3,0	9,3
5	450,0	446,0	4,0	0,9	9,6
7	450,0	425,5	24,5	5,4	10,1
8	450,0	446,8	3,2	0,7	10,0
9	450,0	437,2	12,9	2,9	10,6
12	450,0	431,5	18,6	4,1	10,3
13	450,0	422,0	28	6,2	10,5
14	450,0	407,8	42,3	9,4	10,3
15	450,0	422,9	27,1	6,0	10,5
16	470,0	451,5	18,5	3,9	10,1
17	450,0	429,6	20,4	4,5	9,8
18	450,0	418,1	32,0	7,1	10,06
19	500,0	493,7	6,4	1,3	10,0
20	500,0	482,2	17,9	3,8	10,1
21	450,0	415,1	34,9	7,8	10,1
22	450,0	420,7	29,4	6,5	10,1
23	490,0	448,7	41,3	8,4	10,4
24	450,0	424,6	25,4	5,6	10,2
25	450,0	434,5	15,5	3,4	10,2
26	450,0	436,0	14,1	3,1	9,7
27	450,0	436,2	13,8	3,1	10,1

28	450,0	432,75	17,25	3,83	9,91
29	500,0	470,95	29,05	5,81	10,11
30	500,0	477,65	22,35	4,47	10,01
31	450,0	419,25	30,75	6,83	9,96
32	450,0	422	28	6,22	9,96
33	450,0	423,85	26,15	5,81	10,33
34	450,0	423,6	26,4	5,87	10,04
35	450,0	434,80	15,20	3,38	10,32
36	450,0	432,75	17,25	3,83	9,84
37	450,0	428,40	21,60	4,80	9,58
38	475,0	434,45	40,55	8,54	10,09
39	450,0	444,10	5,90	1,31	9,81
40	450,0	418,60	31,40	6,98	9,59
41	450,0	434,30	15,70	3,49	10,23
42	450,0	430,50	19,50	4,33	10,25
43	450,0	424,20	25,80	5,73	10,26
44	450,0	420,50	29,50	6,56	9,94
45	450,0	441,95	8,05	1,79	10,36
46	450,0	425,20	24,80	5,51	9,78

Taulukon 4 perusteella laskettiin, että perusviiniä 1 oli valmistettu yhteensä 19635 hl. Tästä määrästä oli syntynyt yhteensä hävikkiä 928,7 hl. Hävikkiä oli syntynyt suhteessa valmistettuun määrään 4,73 %. Keskihajonta on 2,18.

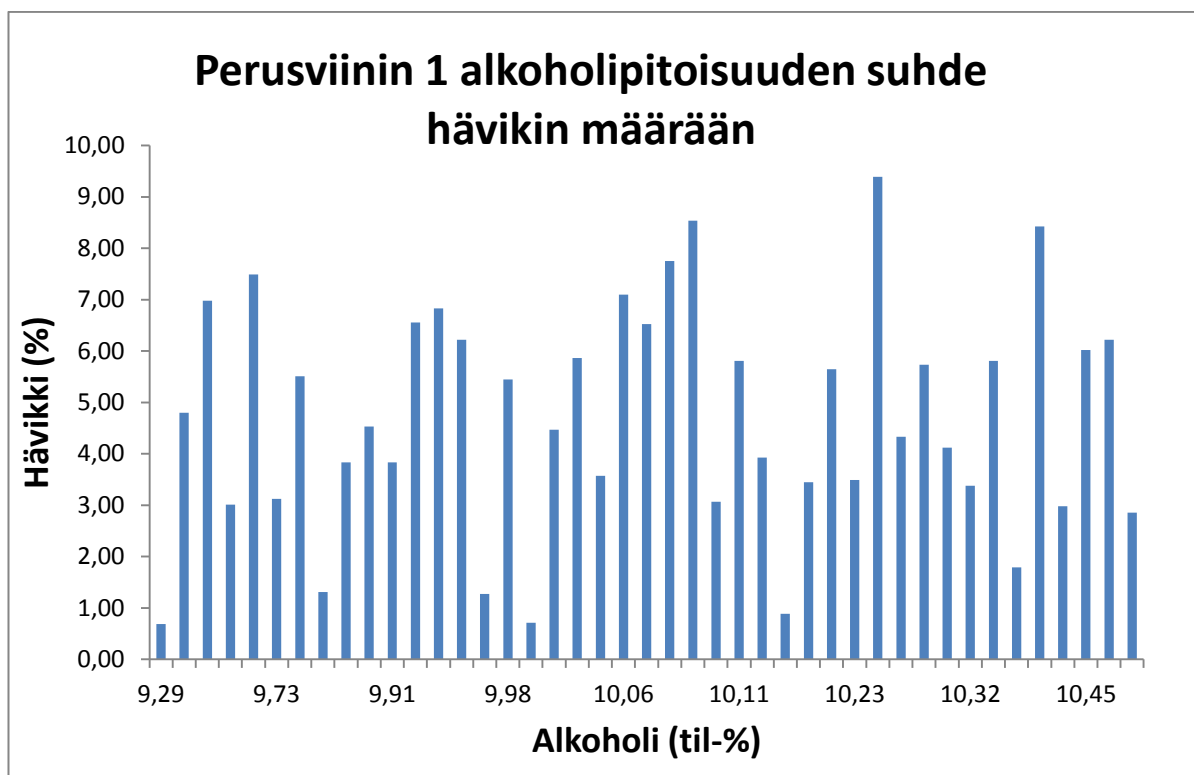
Taulukon 4 mittausten perusteella laadittiin kuvio 1. Kuvion avulla voidaan tarkastella paremmin eräkohtaisia eroja hävikin suhteen.



Kuvio 1. Perusviinin 1 eräkohtaiset hävikit

Kuviosta 1 nähdään kuinka paljon hävikin määrä vaihtelee eräkohtaisesti. Pienemmillään se on ollut 0,7 % ja suurimmillaan 9,4 %. Hävikin määrä voi siis vaihdella eräkohtaisesti jopa 8,7 %.

Taulukon 4 perusteella laadittiin myös toinen kuvaaja (kuvio 2), jonka avulla nähdään viinin alkoholipitoisuuden vaikutus hävikin määrään.



Kuvio 2. Perusviinin 1 alkoholipitoisuuden suhde hävikkiin

Kuviosta 2 nähdään, ettei alkoholipitoisuudella ole huomattavaa vaikutusta hävikin määrään. Kuitenkin kaksi pienintä hävikkiä on saavutettu keskivertoa pienemmällä alkoholipitoisuudella, ja kaksi suurinta keskivertoa korkeammalla.

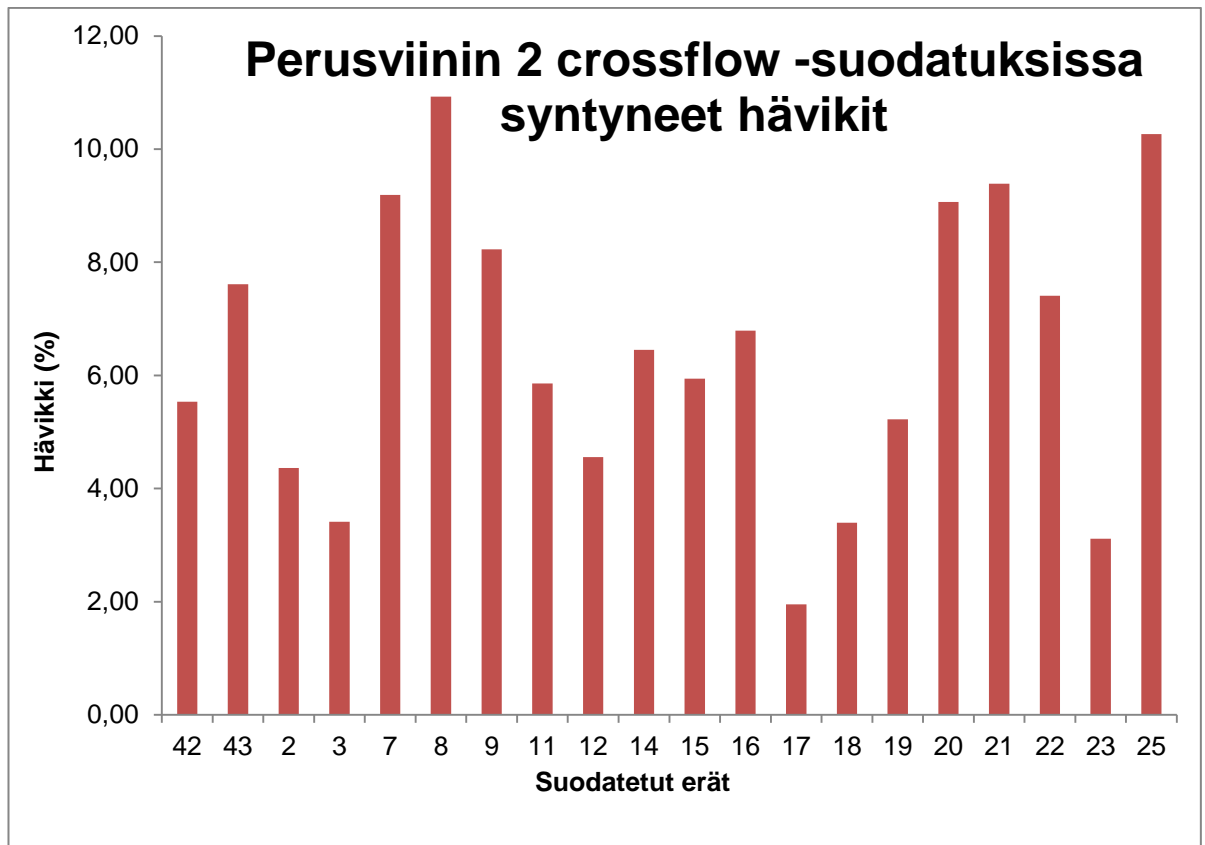
Sama mittaus- ja laskuprosessi toistettiin perusviinille 2. Taulukosta on poistettu kaksi varmasti väärää mittausta, joista toisessa ei nollattu virtausmittaria ja toisessa säiliöstä oli suodatettu jo hiukan viiniä, mutta sitä ei ollut otettu huomioon. Tulosten perusteella laadittiin taulukko 5.

Taulukko 5. Perusviinin 2 crossflow -suodatuksen mittaukset

Perusviinin 2 cf -suodatuksessa syntynyt hävikki					
Erä	Valmistettu määrä (HL)	Suodatettu määrä (HL)	Hävikki (HL)	Hävikki (%)	Alkoholi (til-%)
42	950,0	897,4	52,6	5,5	9,86
43	950,0	877,7	72,3	7,6	10,6
2	950,0	908,6	41,5	4,4	10,0
3	950,0	917,6	32,5	3,4	1,00
7	800,0	726,5	73,6	9,2	10,0
8	950,0	846,2	103,8	10,9	10,9
9	800,0	734,2	65,9	8,2	10,4
11	800,0	753,2	46,9	5,9	10,3
12	800,0	763,6	36,5	4,6	10,2
14	800,0	748,4	51,6	6,5	10,2
15	800,0	752,5	47,6	5,9	10,1
16	950,0	885,5	64,5	6,8	10,4
17	450,0	441,2	8,8	2,0	9,7
18	800,0	772,9	27,2	3,4	10,3
19	800,0	758,2	41,8	5,2	10,4
20	800,0	727,5	72,6	9,1	9,9
21	800,0	724,9	75,1	9,4	10,3
22	800,0	740,8	59,3	7,4	10,4
23	800,0	775,1	24,9	3,1	10,3
25	600,0	538,4	61,6	10,3	10,5

Taulukon 5 perusteella laskettiin, kuten taulukon 4, että perusviiniä 2 oli valmistettu yhteensä 16350 hl ja tästä määrästä oli syntynyt yhteensä hävikkiä 1060,1 hl. Hävikkiä oli syntynyt suhteessa valmistettuun määrään 6,48 %. Keskihajonta on 2,49.

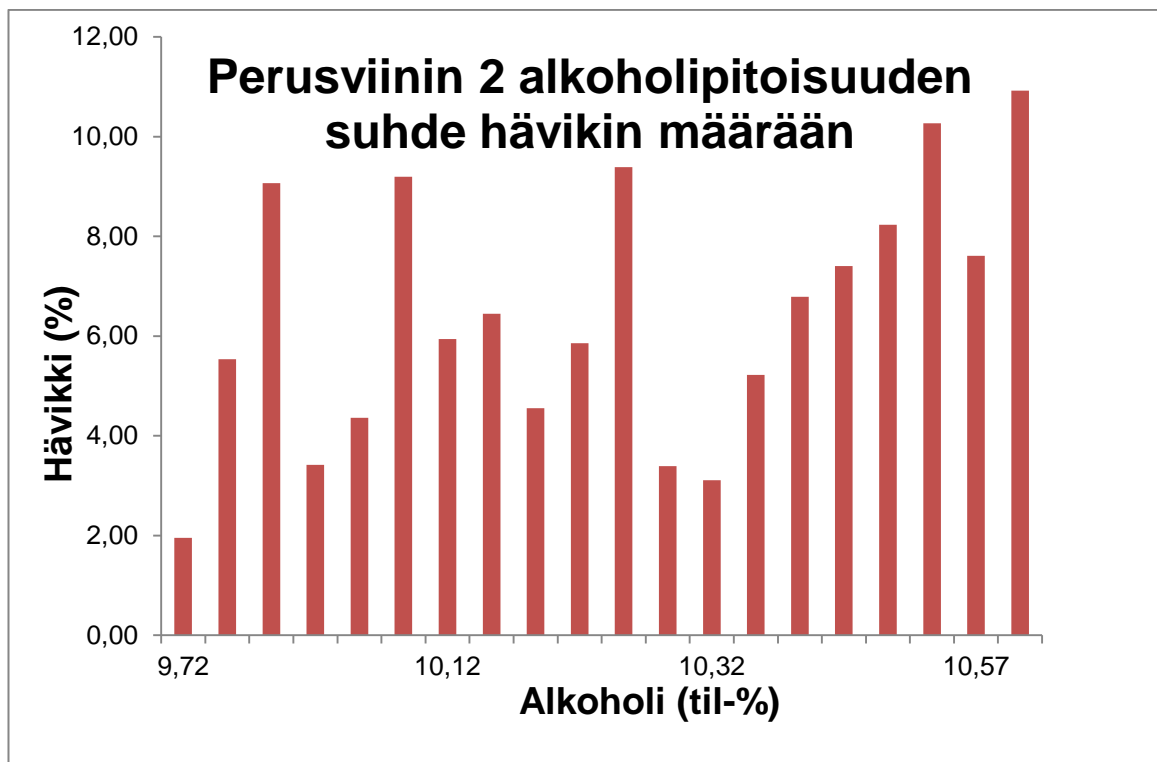
Taulukon 5 mittausten perusteella laadittiin kuvio 2. Kuviosta nähdään millaiset eräkohtaiset erot perusviinille 2 syntyi.



Kuvio 3. Perusviinin 2 eräkohtaiset hävikit

Kuviosta 2 nähdään selvästi kuinka paljon hävikin määrä vaihtelee eräkohtaisesti myös perusviinissä 2. Pienemmillään hävikki on 1,96 % ja suurimmillaan 10,93 %.

Taulukon 5 perusteella laadittiin myös toinen kuvaaja (kuvio 4), jonka avulla nähdään viinin alkoholipitoisuuden vaikutus hävikin määrään.



Kuvio 4. Perusviinin 2 alkoholipitoisuuden suhde hävikkiin

Kuviosta 4 nähdään, ettei alkoholipitoisuudella ole huomattavaa vaikutusta hävikin määrään. Hävikki ei nouse eikä laske alkoholipitoisuuden mukaan. Kuitenkin pienen hävikki saavutettiin pienemmällä alkoholipitoisuudella, ja suurin hävikki suurimmalla.

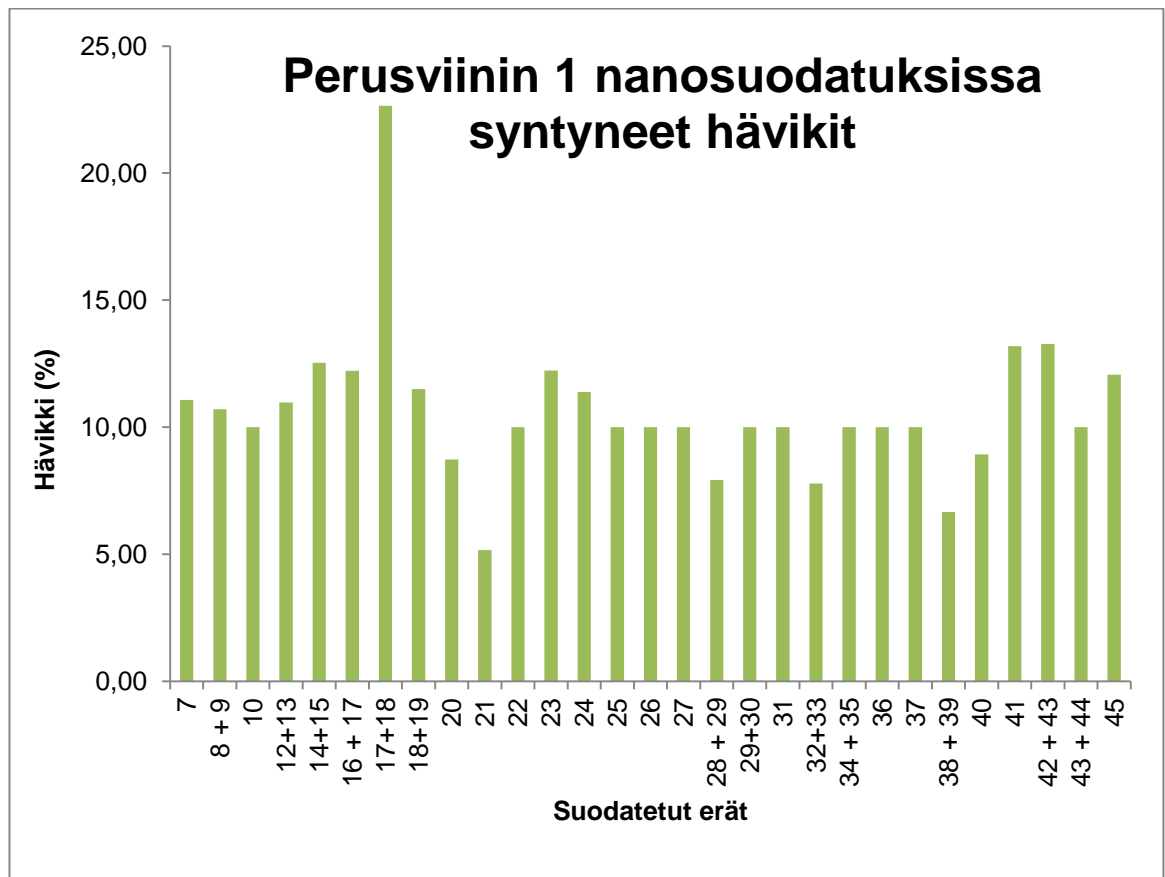
Perusviini 1 suodatetaan crossflow -suodatuksen jälkeen vielä nanosuodattimella. Työssä mitattiin myös nanosuodatuksen vaikutus viinin hävikkiin ja taulukointiin mittauksen tulokset. Taulukon "suodatettu kierrätysäiliössä" sarake kertoo viinin määrän nanosuodatuksen aloituksessa. Nanosuodatettu määrä kertoo, paljonko viiniä oli jäljellä nanosuodatuksen jälkeen. Nanosuodatuksesta syntynyt hävikki on esitetty taulukossa 6. Taulukointi aloitettiin vasta viinierästä 7.

Taulukko 6. Perusviinin 1 nanosuodatuksen mittaukset

Perusviinin 1 nanosuodatuksessa syntynyt hävikki				
Erä	Suodatettu kierrätys säiliöön (HL)	Nanosuodatettu määrä (HL)	Hävikki (HL)	Hävikki (%)
7	425,5	378,4	47,1	11,1
8 + 9	883,9	789,3	94,5	10,7
10	516,0	464,4	51,6	10,0
12+13	853,5	759,8	93,6	11,0
14+15	830,6	726,6	104,1	12,5
16 + 17	701,5	615,8	85,7	12,2
17+18	517,2	400,0	117,1	22,6
18+19	659,8	584,0	75,8	11,5
20	482,1	440,1	42,1	8,7
21	415,1	393,7	21,4	5,2
22	420,6	378,6	42,1	10,0
23	448,7	393,8	54,9	12,2
24	424,6	376,2	48,4	11,4
25	434,5	391,0	43,5	10,0
26	435,9	392,4	43,6	10,0
27	436,2	392,6	43,6	10,0
28 + 29	684,2	630,0	54,1	7,9
29+30	697,2	627,5	69,7	10,0
31	419,2	377,3	41,9	10,0
32+33	845,8	780,0	65,8	7,8
34 + 35	858,4	772,6	85,8	10,0
36	432,7	389,5	43,3	10,0
37	428,4	385,6	42,8	10,0
38 + 39	878,5	820,0	58,5	6,7
40	418,6	381,2	37,4	8,9
41	434,3	377,0	57,2	13,12
42 + 43	641,9	556,7	85,2	13,3
43 + 44	633,2	569,9	63,3	10,0
45	441,9	388,6	53,3	12,1

Taulukon 6 perusteella laskettiin, kuten crossflow -suodatuksissakin, paljonko kaiken kaikkiaan hävikkiä oli syntynyt. Perusviiniä 1 suodatettiin nanosuodattimella 16700,6 hl ja tästä määrästä hävikkiä syntyi 1767,8 hl. Hävikkiä syntyi 10,59 %. Keskihajonta on 2,89.

Crossflow -suodatusten tapaan laadittiin taulukon 6 perusteella myös kuvio 3. Kuviosta nähdään eräkohtaiset erot nanosuodatuksessa syntyneelle hävikille.



Kuvio 5. Nanosuodatuksissa syntyneet eräkohtaiset hävikit

Kuviosta 5 nähdään, että suodatusten eräkohtainen hävikki on keskimäärin noin 10 %. Yhdessä suodatuksessa se on kuitenkin huimat 22,65 % ja kahdessa alle 7 %. Kaikki edellä esitetyt tulokset on tulkittu seuraavassa kappaleessa.

9 TULOSTEN TULKINTA JA KEHITYSIDEAT

9.1 Viinin valmistus ja crossflow suodatus

Crossflow -suodatusprosessissa syntyvässä hävikissä huomattiin huomattavia eräkohtaisia vaihteluita sekä perusviinillä 1, että perusviinillä 2. Vaihtelut voivat johtua monesta eri tekijästä ja tekijöiden summasta. Tutkittaessa suodatusprosessia saatiin selville näistä useita. Löydettyjen tekijöiden lisäksi on olemassa vielä varmasti muitakin.

Suurin syy hävikin eroavaisuuteen perusviinin 2 kohdalla on suodatusmäärissä, koska sitä on valmistettu 450 hl, 800 hl ja 950 hl. Mitä suurempi määrä viiniä valmistetaan, sitä enemmän huuhteluvälejä suodatus vaatii. Yleensä isoja 950 hl tai 800 hl määriä ei myöskään suodateta kerralla, vaan ne voidaan suodattaa kahdessa, tai jopa kolmessa erässä, jolloin hävikkiä syntyy myös suodatuksen lopputoimenpiteistä. Huuhteluväleinä on yleensä pidetty keskimäärin 250 hl. Jokainen huuhtelu tuottaa hävikkiä noin 150 litraa. Tämä syy ei kuitenkaan vaikuta perusviinin 1 hävikkiin, koska sitä tehdään aina 450 hl.

Huuhteluvälejä voisi olla mahdollista vähentää. Varsinkin 950 hl suodatuksessa voitaisiin kokeilla 320 hl huuhteluväliä, jolloin tarvittaisiin vain kaksi välihuuhtelua. Samoin 800 hl säiliöissä huuhteluväli voitaisiin säätää 280 hl, jolloin myös tarvittaisiin vain kaksi välihuuhtelua. Jos 320 hl huuhteluväli ei toimi, voitaisiin miettiä 950 hl viinierien pienentämistä esimerkiksi 800 hl eriksi. Tällöin on kuitenkin syytä varmistaa viinin riittävyys. Crossflow -suodattimeen on myös mahdollista hankkia esisuodatin. Esimerkiksi Velon uudessa mallissa on valmiina ruostumattomasta teräksestä valmistetut esisuodattimet, jotka vähentävät suodatinkalvojen tukkeutumista. Viinin sekaan on myös mahdollista lisätä pektolyttisiä entsyymejä parantamaan suodatusta. (Kehittyvä elintarvike 2009)

Toinen suuresti vaikuttava syy hävikin määrään on eroavaisuudet valmistetussa viinimäärässä. Viinisäiliössä ei ole tarkasti reseptin osoittamaa määrää viiniä, vaan sen määrä voi vaihdella muutamilla sadoilla litroilla. Erot voivat johtua glu-

koosi- ja omenamehupumppujen virtausmittareiden mittausvirheistä. Vettä voidaan myös lopuksi lisätä hieman liikaa tai liian vähän, koska sen määrä katsotaan säiliön kyljessä olevasta mittalasista, jonka avulla ei voida saada tarkkaa määrää. Mittalasi on voitu myös unohtaa tyhjentää ennen lopullisen veden lisäystä, jolloin se ei näytä oikeata määrää. Jos viiniä on tehty liikaa, siten ettei säiliöön jää tarpeeksi tyhjää tilaa, viini kuohuu käymisen aikana säiliöstä yli ja tämä aiheuttaa hävikkiä. Valmistettavaan viiniin lisätään lopussa hiiva, joka otetaan toisesta käymässä olevasta säiliöstä. Tämä aiheuttaa myös näennäistä hävikkiä, koska toisesta säiliöstä siirretään toiseen 1000 – 1500 litraa. Joskus joudutaan samasta erästä ottamaan hiiva kahteenkin eri erään, jolloin voi syntyä näennäisesti hävikkiä jopa 3000 litraa.

Viinin valmistusprosessissa käytettävien virtausmittarien toiminta olisi syytä tarkistaa toisella virtausmittarilla ja kalibroida ne näyttämään oikein. Tätä on jo aloitettu tekemään. Veden määrä olisi myös syytä mitata virtausmittarilla jokaiseen säiliöön ainakin kerran. Tämän jälkeen voitaisiin mittalasiin merkitä tarkasti, paljonko siihen on lisättävä vettä.

Suodatuksen lopetusvaiheessa syntyy eroja myös hävikin suhteen. Viinikellarissa on lukuisia säiliöitä. Isot säiliöt ovat kooltaan 1000 hl ja pienemmät 500 hl. Säiliöitä on rakennettu eri aikoihin. Niiden pohjat eivät ole identtisiä. Toisissa on suurempi kaltevuus imuletkun venttiiliin päin ja imuletkun venttiilin paikka on hieman alempana, jolloin viiniä jää vähemmän säiliön pohjalle. Työssä mitattiin, että pieneen 500 hl säiliöön jäi pohjalle 43 litraa viiniä suodatuksen jälkeen, kun taas isompaan säiliöön jäi 36 litraa. Näistä tuloksista ei voida kuitenkaan päätellä, että isompiin säiliöihin jäisi vähemmän viiniä yleisesti, koska samankokoiset säiliöt eroavat myös toisistaan. Säiliön pohjalle jäävän viinin määrä on kuitenkin niin vähäistä, ettei sillä ole suurta merkitystä kokonaishävikin kannalta. Suodatuksen loppuvaiheessa viiniä jää myös pumpun ja suodattimen imuletkuihin, sekä putkistoon. Tämä määrä riippuu siitä, kuinka kaukana suodattimesta viinisäiliö on. Mitä kauempana säiliö on, sitä pitemmin tarvitaan letkua ja putkistoa, jolloin syntyy enemmän hävikkiä. Pumpun imuletkun pituus vaikuttaa myös siihen kuinka tyhjäksi pumppu pystyy imemään säiliön. Mitä lyhyempi pumpun

imuletku on, sitä tyhjemmäksi säiliö tulee suodatuksen lopetusvaiheessa. Suodatus lopetetaan yleensä manuaalisesti silloin kun imuletku ei enää pysty imemään viinisäiliöstä suodatettavaa viiniä. Tässä syntyy myös eroavaisuuksia hävikin suhteen, koska toiset lopettavat suodatuksen heti kun letkussa näkyy ilmaa. Toiset taas odottavat että suodatin itse ilmoittaa, ettei pysty suodattamaan enempää.

Jokaisen säiliön pohjalle jäävä viini voitaisiin mitata. Tällöin huomattaisiin, jos jonkin tai joidenkin säiliöiden pohjalle jää paljon enemmän viiniä kun toisiin. Näitä säiliöitä voitaisiin tämän jälkeen parantaa. Tämä ei välttämättä ole kuitenkaan vaivan arvoista, koska säiliöiden pohjalle jäävän viinin osuus on niin pieni. Suodatuksen lopetus olisi syytä tehdä vasta kun crossflow -suodatin alkaa itse ilmoittaa, ettei pysty enää imemään suodatettavaa viiniä.

Crossflow -suodattimella suodatetaan yleensä, varsinkin keväällä ja kesällä, monta viinierää viikossa. Suodatin pestään viinierien välissä, mutta tehopesu tehdään vasta viikon viimeisen suodatuksen jälkeen. Tämän vuoksi viikon viimeisissä suodatuksissa suodattimen kalvot ovat jo aika tukossa ja joskus voidaan joutua tekemään välihuuhteluita useammin. Tämä on kuitenkin harvinaista.

Viinin suodatuksessa voi myös sattua inhimillisiä erehdyksiä. Viinisäiliöstä on voitu unohtaa poistaa hiilidioksidi, tai sitä on poistettu liian vähän ennen suodatuksen aloittamista, jolloin viiniä kuohuu suodattimen säiliöstä yli. Suodatusprosessissa on myös monta liitintä, joista liian löysään kiristettynä vuotaa viiniä. Suodattimen tehopesussa voi myös tapahtua inhimillinen virhe. Esimerkiksi anostellaan liian vähän pesuainetta, jolloin suodattimen kalvot eivät puhdistu tarpeeksi hyvin.

Tuloksista käy ilmi, ettei alkoholipitoisuudella ole huomattavaa vaikutusta hävikin määrään, mutta koska hävikin erot voivat johtua myös yllämainituista tekijöistä, ei voida sulkea pois alkoholipitoisuuden vaikutusta.

9.2 Nanosuodatin

Tuloksista nähdään, että nanosuodatuksessa hävikkiä on syntynyt yleensä noin 10 %. Tämä johtuu siitä, että suodattimen tehokkuus on noin 90 %. Tuloksista käy kuitenkin ilmi, että välillä on syntynyt paljon enemmän hävikkiä ja välillä paljon vähemmän. Tutkittaessa suodatusprosessia huomattiin muutamia tekijöitä, joista erot ovat, tai ovat voineet syntyä.

Välillä nanosuodattimella joudutaan suodattamaan kaksi viiniä viikossa, jolloin toisessa suodatuksessa kalvot ovat jo niin likaantuneet, että toisesta erästä syntyy yli 10 % hävikkiä. Suodatin pestään joka viikko viimeistään perjantaina ilta-vuorossa. Tällöin on mahdollista, ettei suodatin ehdi suodattamaan viikon viimeisestä erästä edes 90 %.

Suodattimen nopeutta voidaan lisätä paineenkorotusventtiilillä. Kuitenkin paineen noustessa on huomattu erään tiivisteiden alkavan vuotamaan jo paljon pienemmällä paineella, mitä suodattimen pitäisi kestää. Tällä voi olla hyvinkin suuri merkitys ja tiiviste olisi syytä vaihtaa. Välillä suodatusnopeutta on pakko yrittää nostaa kiristämällä venttiiliä, jos näyttää siltä ettei suodatuksia ehditä saamaan ajoissa valmiiksi. Tällöin on huomattu, että myös kalvot tukkeutuvat nopeammin ja hävikkiä syntyy enemmän.

Tuloksista nähdään että kuudessa suodatuksessa hävikkiä on syntynyt alle 10 %. Tämä johtuu siitä, ettei suodatuksen hyötysuhteeksi ole asetettu 90 %. Tämä ei kuitenkaan ole yleinen käytäntö, vaan yleensä suodatusmäärä säädetään siten että suodatin pysähtyy, kun se on suodattanut 90 % viinierästä.

Tämä on positiivinen tieto. Seuraavaksi olisi hyvä tutkia onko hyötysuhdetta mahdollista nostaa esim. 90 prosentista 92 prosenttiin.

Nanosuodattimessa ei ole automaattista pesuohjelmaa, joten se pestään manuaalisesti. Suodattimen pesu on monivaiheinen prosessi, jossa voi syntyä inhimillisiä virheitä. Virheiden todennäköisyys on pieni, mutta se on olemassa. Tästä johtuen suodattimen kalvot ovat voineet jäädä tukkoisiksi, jolloin seuraavalla viikolla on syntynyt enemmän hävikkiä.

Kiitokset

Yrityksessä opinnäytetyön ohjaajana toimi siiderimestari Sami Reinikainen. Hän auttoi työn suunnittelussa ja tarkastuksessa. Lisäksi työn käytännön toteutuksessa oli suuresti avuksi Laitilan Wirvoitusjuomatehtaan siideriosaston henkilökunta: Laura Harikkala, Mikko Niemi ja Päivi Aho.

LÄHTEET

Aittomäki, E. Eerikäinen, T. Leisola, M. Ojamo, H. Suominen, I. & Waymarn, N. 2002. Bioprosessitekniikka. Helsinki: WSOY.

Alkoholilaki 8.12.1994/1143

<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1994/19941143?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=alko#L1P3>

American Water Works Assoc. 2007. AWWA Manual, Volume 46 : Reverse Osmosis and Nanofiltration (2nd Edition).

Asetus alkoholijuomista ja väkiviinasta 22.12.1994/1344

<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1994/19941344>

Australian Government Department of the Environment 2015. Substances. Ethanol. Viitattu 3.2.2015 <http://www.npi.gov.au/resource/ethanol-ethyl-alcohol>

Cassano, Alfredo Drioli, Enrico. 2013. Integrated Membrane Operations : In the Food Production. Walter de Gruyter.

Cojocar, C. Zakrzewska-Trznadel, G. Miskiewicz, A. 2009. Removal of cobalt ions from aqueous solutions by polymer assisted ultrafiltration using experimental design approach: Part 2: Optimization of hydrodynamic conditions for a crossflow ultrafiltration module with rotating part. Journal of Hazardous Materials. Vol. 169, Issue 1-3, 610 – 620

Dominè, André. 2004. Viini. Saksa: Könnemann

Enartisvinkiry 2015. Diammonium Phosphate. Technical Sheet. Viitattu 8.2.2015.

http://www.enartisvinkiry.com/download/MSDS/DiammoniumPhosphate_DAP.pdf

Evira, tuoteturvallisuusyksikkö 2009. Lisäaineopas. Viitattu 8.2.2015

<http://www.evira.fi/portal/fi/tietoa+evirasta/julkaisut/?a=view&productId=134>

Grapestompers 2015. How Wine Yeast Benefits from Nutrients. Viitattu 19.2.2015

http://www.grapestompers.com/articles/yeast_nutrients.htm

Kehittyvä elintarvike 2009. Elintarvikeala hyödyntää entsyymejä monella tavalla. Viitattu 16.4.2014. <http://kehittyvaelintarvike.fi/teemajutut/40-elintarvikeala-hyodyntaa-entsyymeja-monella-tavalla>

Kempainen, J. & Laakio, J-P. 1999. Puolikuiva siiderikirja. Helsinki: Nemo.

Laitilan Wirvoitusjuomatehdas 2015. Laitilan virstapylväitä. Viitattu 25.1.2015

<http://laitilan.com/#fi/virstanpylvaita>

Laitilan Wirvoitusjuomatehdas 2015. Laitilan Wirvoitusjuomatehdas. Viitattu 25.1.2015

<http://laitilan.com/#fi/yrytyys>

Laitilan Wirvoitusjuomatehdas 2014. Siideriosaston työohje: Crossflow suodatin

Laitilan Wirvoitusjuomatehdas 2014. Siideriosaston työohje: Nanosuodattimen käyttö ja pesu

Laitilan Wirvoitusjuomatehdas 2014. Siideriosaston työohje: Perusviinin valmistus

Laitilan Wirvoitusjuomatehdas 2015. Vuosikertomus 2013. Viitattu 25.1.2015

<http://laitilan.com/laitilan/cms/digilehti/vuosikertomus2013/Vuosikertomus2013.pdf>

Lydersen, B. D'elia, N. & Nelson, K. 1994. Bioprocess engineering: systems, equipment and facilities. Canada: John Wileys & Sons, inc.

McMurry, J. 2003. Fundamentals of organic chemistry. United States of America: Thomson Brooks/Cole

Napari, P. 2012. Orgaaninen kemia. Helsinki: Edita Prima Oy.

Palacios, V.M. Caro, I. Pérez, L. 2002. Comparative study of crossflow microfiltration with conventional filtration of sherry wines. Journal of Food Engineering. Vol. 54, Issue 2, 95 – 102.

Saarela, A-M. Hyvönen, P. Määttä, S. & Wright, A. 2010. Elintarvikeprosessit. Kuopio: Savonia-ammattikorkeakoulu.

Solunetti 2006. Solubiologia. Osmoosi. Viitattu 7.3.2015
<http://www.solunetti.fi/fi/solubiologia/osmoosi/2/>

Valvira 2015. Alkoholijuoman valmistuslupa. Viitattu 20.1.2015
http://www.valvira.fi/ohjaus_ja_valvonta/alkoholi/valmistus/alkoholijuoman_valmistuslupa

Valvira 2015. Alkoholitilastot 2013. Alkoholijuomien myynti 2013. Viitattu 22.1.2015
http://www.valvira.fi/ohjaus_ja_valvonta/alkoholi/tilastot/vuosi_2013

Valvira 2015. Väkiiviinan valmistuslupa. Viitattu 20.1.2015
http://www.valvira.fi/ohjaus_ja_valvonta/alkoholi/valmistus/vakiviinan_valmistuslupa

Veloacciai 2015. Automatic filters. Viitattu 23.3.2015
http://www.veloacciai.com/pdf/08_Fautomatici_Afilters.pdf

Velo, 2007. Crossflow microfiltration unit mod. TMC 7 – 35 A Automatic Manual.

Veloacciai 2015. Reverse osmosis. viitattu 15.3.2015
<http://www.veloacciai.com/eng/Automatic+Filtration+plants/reverse+osmosis.html>

1998. Cross flow wine filtration by small diameter hollow fibre membranes. Filtration & Separation. vol. 35, Issue 6, 513 – 514