

Kalateollisuuden hygienia- ja pakkausopas

Tuija Lyijynen, Kati Randell, Tapani Hattula &
Raija Ahvenainen

VTT Bio- ja elintarviketekniikka



ISBN 951-38-5134-6 (nid.)
ISSN 1235-0605 (nid.)

ISBN 951-38-5135-4 (URL: <http://www.inf.vtt.fi/pdf/>)
ISSN 1455-0865 (URL: <http://www.inf.vtt.fi/pdf/>)

Copyright © Valtion teknillinen tutkimuskeskus (VTT) 1997

JULKAISIJA – UTGIVARE – PUBLISHER

Valtion teknillinen tutkimuskeskus (VTT), Vuorimiehentie 5, PL 2000, 02044 VTT
puh. vaihde (09) 4561, faksi (09) 456 4374

Statens tekniska forskningscentral (VTT), Bergsmansvägen 5, PB 2000, 02044 VTT
tel. växel (09) 4561, fax (09) 456 4374

Technical Research Centre of Finland (VTT), Vuorimiehentie 5, P.O.Box 2000, FIN-02044 VTT, Finland
phone internat. + 358 9 4561, fax + 358 9 456 4374

VTT Bio- ja elintarviketekniikka, Mikrobiologia ja turvallisuus, Biologinkuja 1, PL 1500, 02044 VTT
puh. vaihde (09) 4561, faksi (09) 455 2103

VTT Bio- och livsmedelsteknik, Mikrobiologi och säkerhet, Biologgränden 1, PB 1500, 02044 VTT
tel. växel (09) 4561, Fax (09) 455 2103

VTT Biotechnology and Food Research, Microbiology and Safety, Biologinkuja 1, P.O.Box 1500, FIN-02044
VTT, Finland
phone internat. + 358 9 4561, Fax + 358 9 455 2103

Tekninen toimitus Leena Ukskoski

Lyijynen, Tuija, Randell, Kati, Hattula, Tapani & Ahvenainen, Raija. Kalateollisuuden hygienia- ja pakkausopas [Hygiene and packaging guide for fish industry]. Espoo 1997. Valtion teknillinen tutkimuskeskus, VTT Tiedotteita - Meddelanden - Research Notes 1847. 73 s. + liitt. 5 s.

UDK 664:579.67:613:621.798

Avainsanat food industry, fisheries, fish products, hygiene, packaging

TIIVISTELMÄ

Kalateollisuudessa ja kalavalmisteiden jakelussa hyvät tuotantotavat, henkilökohtainen hygienia ja siivous ovat merkittäviä tekijöitä varmistettaessa kuluttajalle laadultaan hyviä, säilyviä ja asianmukaisia tuotteita. Jakelussa hyvä hygienia voidaan varmistaa pakkaamalla kala tai kalavalmiste oikein. Oppaassa selvitetään tuoreen kalan pilaantumiseen vaikuttavat tekijät sekä tuoreen kalan ja kalatuotteiden käsittelyssä ja tuotannossa huomioon otettavia erittäin tärkeitä asioita, kuten alhainen lämpötila, hygienia ja pakkaaminen. Pienikin lämpötilan nousu varastossa, kuljetuksen aikana tai käsittelyvaiheessa heikentää kalojen ja kalavalmisteiden laatua ja nopeuttaa pilaantumista. Likaisten käsien ja työvälineiden välityksellä mikrobit leviävät puhtaille pinnoille tai suoraan tuotteisiin, joten käsien, välineiden ja laitteiden pesu on suoritettava aina huolellisesti ja riittävän usein. Oppaassa esitellään myös erilaiset pakkausmenetelmät ja verrataan kalojen säilyvyyttä näissä pakkauksissa.

Uusimmilla pakkausmenetelmillä, kuten suojakaasupakkauksella tai aktiivisella pakkauksella, jossa käytetään hapenpoistajaa ja hiilidioksidin erittäjää, voidaan lisätä tuoreiden kalojen sekä esim. paistettujen silakkafileiden säilyvyysaikaa verrattuna perinteiseen alustakäärepakkaamiseen. Suojakaasun käytöstä on hyötyä myös kalojen kuljetuspakkauksissa. Eri pakkausmenetelmien antamaa hyötyä verrattaessa on katsottava myös ko. menetelmien hankinta- ja käyttökustannuksia. Hapenpoistajien ja hiilidioksidin erittäjien käytöllä saadaan suojakaasupakkaamista vastaava hyöty pienemmillä kustannuksilla.

Lyijynen, Tuija, Randell, Kati, Hattula, Tapani & Ahvenainen, Raija. Kalateollisuuden hygienia- ja pakkausopas [Hygiene and packaging guide for fish industry]. Espoo 1997, Technical Research Centre of Finland, VTT Tiedotteita - Meddelanden - Research Notes 1847. 73 p. + app. 5 p.

UDC 664:579.67:613:621.798

Keywords food industry, fisheries, fish products, hygiene, packaging

ABSTRACT

Good manufacturing practice, personal hygiene and cleanliness are very important in the fish industries and retailing, so that consumers can buy fish products of good quality. During the retailing, good hygiene can be ensured by packaging. This handbook discusses the factors affecting fresh fish spoilage and the importance of good handling practice in production of fresh fish and fish products, e.g. temperature, hygiene and packaging. If the temperature increases a little during storage, transport or processing, fish quality decreases and spoilage rate increases. Unclean hands and equipment spread microbes to the clean surfaces or products; therefore it is very important to wash hands, implements and equipment carefully and frequently. This handbook also describes different packaging techniques and compares the shelf-life of fresh fish in these packages.

The new packaging methods, gas packaging or active packaging (oxygen absorber and carbon dioxide emitter) give longer shelf-life for fresh fish than conventional overwrap packages. Modified atmosphere is also useful in bulk packages. The purchasing and using costs of the packaging equipment are also considered. The oxygen absorber and carbon dioxide emitter methods are cheaper than the gas packaging method in small production lots.

ALKUSANAT

Vuoden 1994 alusta käynnistyi Pohjoismaissa Nordisk Industrifondin vetämänä elintarviketeollisuuden tutkimusohjelma NORDFOOD. Ohjelmaan otettiin mukaan 30 projektia. Näistä useat käsittelivät kalateollisuuden ongelmia. VTT Bio- ja elintarviketekniikka osallistui kahteen kalateollisuutta koskettavaan projektiin: ‘Fisk, transport och förpackning’ ja ‘Livsmedelshygien/HACCP’. Ensimmäisen projektin tavoitteena oli tiedon tason lisääminen kalan pakkaamiseen ja kuljetuksiin liittyvissä kysymyksissä pohjoismaisen kalateollisuuden kilpailukyvyyn lisäämiseksi. Hygieniaprojektin tavoitteena oli mm. HACCP-järjestelmän käyttöönotto pohjoismaisessa elintarviketeollisuudessa.

VTT:n osuutta kummassakin projektissa koordinoi Suomen Kalakauppiasliitto ry. Hygieniaprojektin osalta koordinointi koski kalateollisuuden osuutta. Kalakauppiasliitto haki kummallekin projektille tuntuvan rahoituksen maa- ja metsätalousministeriöstä. Kiitämme lämpimästi toiminnanjohtaja Raimo Hautalaa koordinoinnista. Esitämme myös parhaat kiitokset ministeriölle projektin rahoittamisesta. Projekteihin osallistui myös suomalaisia yrityksiä. Oy AGA Ab, Pakenso Oy ja UPM Kymmene olivat mukana pakkausprojektissa, ja hygieniaprojektiin puolestaan osallistui kuusi kala-alan yritystä. Projektien tuloksista on tiedotettu laaja-alaisesti suomalaista kalateollisuutta projektien aikana pidetyissä kokouksissa. Kiitämme lämpimästi projekteihin osallistuneita yrityksiä.

Kummassakin projektissa syntyi runsaasti kokeellisia tuloksia ja lisäksi kerättiin huomattava kirjallinen aineisto. Jotta projektin tulokset palvelisivat käytännössä suomalaista kalateollisuutta, päätettiin tehdä nyt käsillä oleva hygienia- ja pakkausopas. Oppaassa on ohjeita tuoreen kalan ja kalavalmisteiden oikeaoppisesta käsittelystä, hygieniasta, tuotantotavoista ja pakkaamisesta turvallisuuden ja säilyvyyden varmistamiseksi. Kiitämme VTT:n Bio- ja elintarviketekniikan erikoistutkijaa Anna-Maija Sjöbergiä ja tutkijaa Johanna Maukosta

oppaaseen liittyvistä arvokkaista kommentteista. Toivomme oppaan palvelevan kala-alan yrityksiä, kun tuotantoa, laatuja järjestelmiä ja omavalvontaa kehitetään. Viime kädessä toivomme oppaan auttavan kalateollisuuttamme yhä kiristyvässä kilpailussa niin koti- kuin vientimarkkinoillakin.



SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
ALKUSANAT	5
1 JOHDANTO	10
1.1 Kalan pilaantuminen	11
1.1.1 Entsymaattinen pilaantuminen	11
1.1.2 Mikrobiologinen pilaantuminen	12
1.1.3 Rasvojen hapettuminen	13
1.2 Kalojen säilyvyyteen vaikuttavat tekijät	14
2 TUOREEN KALAN KÄSITTELY JA HYGIENIA ENNEN PROSESSIA	17
2.1 Verenlasku ja perkaus	17
2.2 Jäähdytys	18
2.2.1 Jäittäminen	19
2.2.2 Jäävesijäähdytys	23
2.3 Kuljetus ja säilytys	24
3 HYVÄT TUOTANTOTAVAT	29
3.1 Tuotantotilat	29
3.2 Pesu ja desinfiointi	31
3.3 Henkilökunta	34
3.4 Omavalvonta	37
3.5 Tuotannon tarkkailujärjestelmä	39
3.6 Hygienian valvontamenetelmät	42
3.7 Kaloissa esiintyvät taudinaiheuttajabakteerit ja niiden ehkäiseminen	47
3.8 Tuhoeläinten torjunta	49

4 VÄHITTÄISPAKKAAMINEN	50
4.1 Pakkaustavat	51
4.1.1 Alustakäärepakkaus	51
4.1.2 Vakuumpakkaus	51
4.1.3 Suojakaasupakkaus	52
4.1.4 Aktiivinen pakkaus	54
4.2 Erilaisten pakkausmenetelmien vertailu	57
4.2.1 Pakkauskoneet	57
4.2.2 Pakkausmateriaalit	61
4.2.3 Pakkausmenetelmien käytön edut ja haitat	61
4.2.4 Erilaisilla pakkauksilla saatava säilyvyys	62
4.3 Säilyvyyden lisääminen muilla menetelmillä	64
5 PAKKAUSMERKINNÄT	66
KIRJALLISUUSLUETTELO	69
LIITTEET	
1. Savusiian prosessointi, virtauskaavio	
2. Savusiian prosessointi, valvontapisteiden määrittäminen ja seuranta	
3. Projektista julkaistu kirjallisuus	

1 JOHDANTO

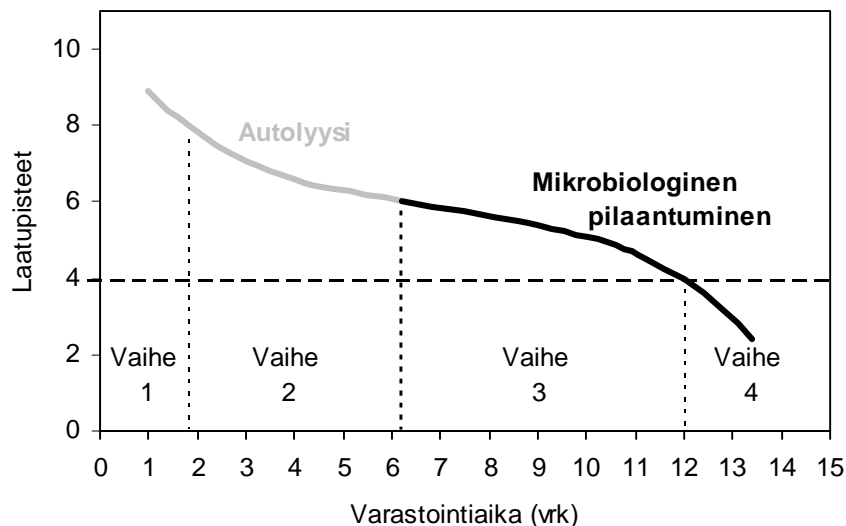
Tuore kala on herkästi pilaantuva mikrobikasvun sekä entsyymaattisten ja kemiallisten reaktioiden johdosta. Pilaantumisherkkyteen vaikuttavat kalojen korkea vesipitoisuus, neutraali pH ja kudosten korkea autolyyttisten entsyymien määrä. Pilaantumisen seurauksena kalalla on epämiellyttävä haju ja siihen tulee myös erilaisia ulkonäkövirheitä. Pilaantumisessa on useita peräkkäisiä vaiheita (kuva 1). Ennen varsinaisia pilaantumisvaiheita on kuolinjäykkyysvaihe. Kuolinjäykkyys syntyy ja häviää seuraavalla tavalla:

Kuoleman jälkeen kalan verenkierto ja solujen hapensaanti pysähtyvät. Tällöin kalan liha on pehmeää ja taipuisaa ja pinta kimmoisa. Eräät kalan lihasten entsyymit pyrkivät jatkamaan toimintaansa muodostaen lihaksissa olevasta glykogeenistä maitohappoa. Kun glykogeeni on kulutettu loppuun, entsyymien toiminta pysähtyy ja kalasta tulee kova (kuolinjäykkyys). Kuolinjäykkyys sekä alkaa että häviää pyrstöstä, josta se etenee päätä kohden (Aitken ym. 1982). Hyvin jäätetyissä kaloissa kuolinjäykkyys voi kestää useista tunneista jopa vuorokausiin (Connell 1990).

Kuolinjäykkyyden jälkeen kalan liha on kosteaa ja lihasnestettä valuu ulos. Jos kalat fileoidaan ennen kuolinjäykkyyttä, kutistuvat fileet jopa 40 % kuolinjäykkyyden vaikutuksesta (Aitken ym. 1982). Toisaalta kuolinjäykkyyden aikana leikatut fileet ovat hyvin heikkoja ja kova käsittely saattaa aiheuttaa niihin reikiä (Huss 1995). Parhaan laadun saamiseksi kalat on pidettävä kylmässä kuolinjäykkyysvaiheen ajan ja suoritettava fileointi vasta kuolinjäykkyyden heikennyttyä.

Kuolinjäykkyyden alkamiseen ja kestoon vaikuttavia tekijöitä ovat mm. kalalaji (runsas glykogeenimäärä pidentää kuolinjäykkyyden alkamista), kalan koko (pienillä kaloilla kuolinjäykkyys on lyhyempi kuin isoilla kaloilla), lämpötila (korkeassa lämpötilassa kuolinjäykkyys alkaa nopeammin ja kestää lyhyemmän aikaa), pyydystysmenetelmä (väsytetty kala on jo kuluttanut glykogeeniä, jolloin kuolinjäykkyysvaihe on lyhyt), käsittely (puristelu, sormeilu ym. lyhentää kuolinjäykkyyttä) ja ravinnon määrä (heikosti ravintoa saaneiden kalojen kuolinjäykkyys on lyhyempi kuin ravitsemuksellisesti hyväkuntoisten kalojen) (Aitken ym. 1982, Bergman 1990, Huss 1988). Alhaisella lämpötilalla on suuri merkitys

kuolinjäkkyuden alkamisen ja keston viivästyttämisessä sekä kalojen säilyvyyteen vaikuttavana tekijänä, koska mikrobin aiheuttamat pilaantumisreaktiot alkavat vasta kuolinjäkkyuden heikennyttyä.



Kuva 1. Jäätetyn (0 °C) turskan aistinvaraisen laadun muutokset varastoinnin kuluessa (Huss 1988). Varastoinnin alkuvaiheessa entsyymaattinen pilaantuminen on hallitsevana ja vasta jonkin ajan kuluttua mikrobiologinen pilaantuminen tulee hallitsevaksi. Aistinvaraisen laadun asteikko on 0 - 10, jolloin tuoretta kuvaa 10, hyvää laatua 8, keskinkertaista laatua 6 ja hylättyä ≤ 4 .

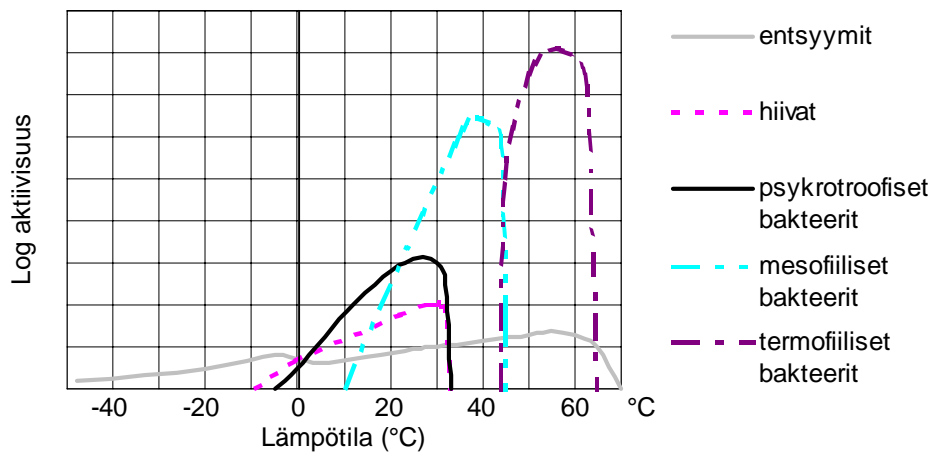
1.1 KALAN PILAANTUMINEN

1.1.1 Entsyymaattinen pilaantuminen

Raakojen kalojen pilaantuminen on aluksi seurausta entsyymien aiheuttamista autolyttisistä muutoksista ja vasta sen jälkeen pilaantuminen on mikrobiologista (Huss 1988). Entsyymaattisessa pilaantumisessa eli autolyysissä entsyymit aiheuttavat kudosten pehmenemisen ja hajoamisen, ja muodostavat mikrobeille sopivia ravintoaineita. Entsyymit pilkkovat ympäröiviä kudoksia, jonka seurauksena esim. suolet ja vatsanseinämät voivat puhjeta. Tämä on ominaista varsinkin kesällä rasvaisille kaloille, kuten silakalle (Connell 1990, Huss 1988). Entsyymien aiheuttamien erilaisten aineiden pilkkomisreaktioiden tuloksena muodostuu kalaan virrehajuja (mm. härskiintynyt haju) ja virhemakuja (mm. kitkerä maku) (Huss 1995).

1.1.2 Mikrobiologinen pilaantuminen

Kalojen lopullisen pilaantumisen aiheuttavat mikrobit, pääasiassa bakteerit. Mikrobiologinen pilaantuminen aiheuttaa mm. liman, värivirheiden sekä virrehajujen ja -makujen muodostumista. Vastapyydytetyssä kalassa on bakteereita kidusten ja nahan pinnalla sekä ruuansulatuskanavassa. Kalan liha on bakteeritonta. Bakterimääriin vaikuttavat mm. veden puhtaus, suolapitoisuus ja lämpötila. Kalan käsittelyn ja varastoinnin aikana bakteerit ja bakteerilajit voivat lisääntyä, joten hygieenisellä käsittelyllä on tärkeä merkitys kalojen säilyvyyden varmistamisessa. Bakteerit tarvitsevat kasvaakseen ravintoa, lämpöä, kosteutta ja happea. Kalojen bakteerit voidaan jakaa optimikasvulämpötilansa mukaan neljään ryhmään: 10 – 15 °C:ssa kasvavat psykrofiiliset bakteerit, 20 – 30 °C:ssa psykrotroofiset bakteerit, 30 – 40 °C:ssa mesofiiliset bakteerit ja 55 – 65 °C:ssa termofiiliset bakteerit (Jay 1992). Alhaisella lämpötilalla 0 – -1 °C hidastetaan ja toisaalta jopa ehkäistään joidenkin bakteerien kasvua (kuva 2). Bakteerien kasvua voidaan ehkäistä myös säilöntäaineilla, kuten suolalla, tai pakkauksen ilmakehää muuntamalla (hapettomat olosuhteet).



Kuva 2. Lämpötilan vaikutus entsyymien ja bakteerien aktiivisuuteen (Andersen ym. 1965).

Yleisesti kaloissa esiintyviä bakteerilajeja ovat mm. *Pseudomonas*, *Flavobacterium*, *Moraxella*, *Acinetobacter*, *Shewanella putrefaciens*, *Photobacterium*, *Micrococcus*, *Escherichia* ja *Bacillus* (Huss 1995). Suurella osalla kalojen bakteereista ei ole merkitystä pilaantumisprosessissa, vaan jokaisella kalalla ja kalatuotteella on oma spesifinen pilaajabakteeri tai -bakteerit (Huss 1995). Kaloissa esiintyviä ihmisille tauteja aiheuttavia (vaarallisia) bakteereita ovat *Clostridium botulinum*, *Listeria monocytogenes*, *Aeromonas* spp. ja *Yersinia* spp. Suomessa on kaloista löydetty kahta vaarallista bakteerilajia, *Clostridium botulinum* ja *Listeria monocytogenes*. *C. botulinum* on hermomyrkkyä tuottava bakteeri ja *L. monocytogenes* on taudinaiheuttaja (listerioosi). Taudinaiheuttajabakteereja ja niiden ehkäisemistä on selvitetty lisää kohdassa 3.7.

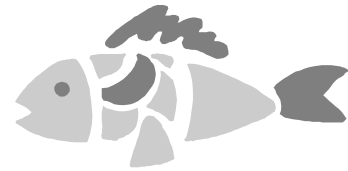
1.1.3 Rasvojen hapettuminen

Kalan rasvasta suurin osa on monityydyttymättömiä rasvahappoja, jotka hapettuvat helposti. Tästä on seurauksena värivirheitä sekä pahanhajuisia ja -makuisia yhdisteitä. Hapettuminen on ongelma varsinkin rasvaisilla kaloilla, etenkin niiden oltua pitkään pakastettuna (Colby ym. 1993). Rasvaisten kalojen perkaus ja fileointi sekä valo ja lämpö nopeuttavat rasvojen

hapettumista ja vastaavasti pakastaminen, antioksidantit ja hapen poisto pakkauksista hidastavat sitä.

1.2 KALOJEN SÄILYVYYTEEN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT

Kalojen säilyvyyteen vaikuttavat luonnolliset tekijät, kuten kalalaji (taulukko 1), kalan terveys, ravinnon määrä ruuansulatuskanavassa, vuodenaika ja vesistön puhtaus. Ihminen voi vaikuttaa kalan säilyvyyteen alhaisella lämpötilalla, kalan pyydystys- ja käsittelymenetelmillä,



hyvällä hygienialla jokaisessa käsittelyvaiheessa sekä erilaisilla pakkausmenetelmillä. Jopa saman kalalajin kalat voivat pilaantua eri nopeudella riippuen pyyntimenetelmästä, käsittelytavasta, kalan elinympäristöstä, vuodenajasta, rasvapitoisuudesta ja kalan koosta. Kalan pyynnin on tapahduttava väsyttämättä ja stressaamatta kalaa, ja käsittely tehtävä nopeasti ilman ylimääräisiä puristeluja ja kosketteluja. Hattula ym. (1995) eivät havainneet eroa troolilla, verkolla ja rysällä pyydettyjen silakoiden laadussa.

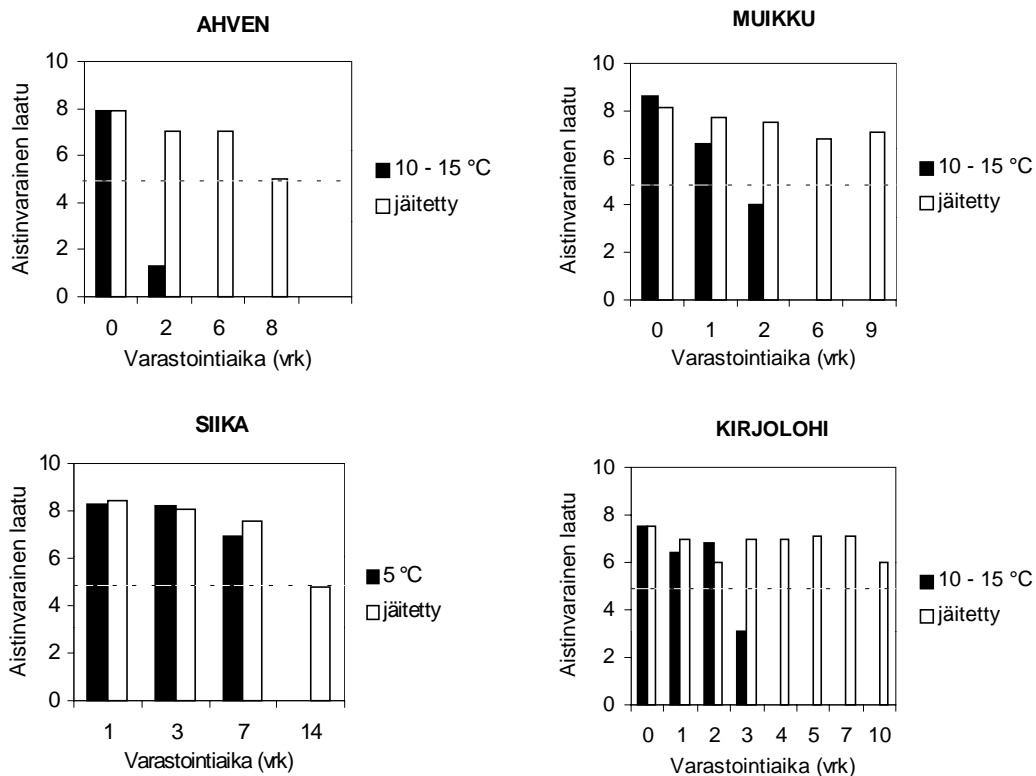
Taulukko 1. Jäissä säilytettyjen kalalajien sisäisten tekijöiden vaikutus pilaantumisnopeuteen (Huss 1995).

Pilaantumiseen vaikuttava tekijä	Pilaantumisnopeus	
	nopea	hidas
Kalan koko	pieni	suuri
Kuoleman jälkeinen pH	korkea pH	hapan pH
Rasvapitoisuus	rasvaiset kalat	rasvattomat kalat
Nahka	ohut	paksu

Kalafileiden säilyvyys on huonompi kuin kokonaisten kalojen, koska fileoinnin jälkeen kalan lihan pinta on suojaton mikrobeja vastaan (Jørgensen ym. 1988).

Tärkein kalojen säilyvyyttä lisäävä tekijä on alhainen lämpötila (0 °C), koska pilaantumisreaktiot tapahtuvat sitä nopeammin, mitä korkeampi on lämpötila (kuva 3). Ihanteellinen lämpötila kalan säilytykselle on 0 °C, mikä saadaan aikaan sekoittamalla kalat sulavan jään kanssa. Oikealla tavalla 0 °C:ssa säilytetty kala säilyy 2 – 3 kertaa kauemmin kuin 5 °C:ssa

säilytetty kala. Korkeassa lämpötilassa (15 – 20 °C) kalat säilyvät korkeintaan muutaman vuorokauden. Pilaantumisnopeuteen vaikuttaa myös se, onko kalat perattu ja verestetty vai ei. Veren laskemisella ja perkauksella vähennetään kaloja pilaavia entsyymejä ja bakteereita sekä bakteereille sopivia kasvualustoja.



Kuva 3. Ahvenen, muikun ja kirjolohen säilyvyys 10 – 15 °C:ssa ja siian säilyvyys 5 °C:ssa ja jätettynä. Jätettynä ahven, muikku ja perattu pikkusiika säilyivät syömäkelpoisina viikon ja kirjolohi kymmenen vuorokautta. Jättämättä ahven ja muikku pilaantuivat syömäkelvottomiksi yhdessä vuorokaudessa ja kirjolohi kahdessa vuorokaudessa. Siika säilyi syötävänä ilman jäitä 5 °C:ssa seitsemän vuorokautta. Kalojen säilyvyys on arvioitu aistinvaraisen laadun perusteella (makupisteet ovat 0 – 10, jolloin pisteet ≤ 5 kuvaavat hylättyä, 5 – 7 tyydyttävää, 7 – 9 hyvää ja ≥ 9 erinomaista) (Hattula 1996).

Seuraavissa luvuissa annetaan käytännönläheisiä ohjeita tuoreen kalan ja kalavalmisteiden oikeaoppisesta käsittelystä, hygieniasta, tuotantotavoista ja pakkaamisesta turvallisuuden ja säilyvyyden varmistamiseksi. Ohjeet perustuvat NORDFOOD-projekteissa ‘Fisk, transport

och förpackning' ja 'Livsmedels-hygien/HACCP' kerättyyn kirjalliseen ym. aineistoon ja syntyneisiin kokeellisiin tuloksiin.

2 TUOREEN KALAN KÄSITTELY JA HYGIENIA ENNEN PROSESSIA

Kalan matka vesistöstä kuluttajan lautaselle on monivaiheinen. Kalastajalta kala kuljetetaan kalanjalostuslaitoksen ja tukkukaupan kautta vähittäismyymälään. Matkat voivat olla pitkiä, ja on tärkeää, että kylmäketju ei katkea missään vaiheessa. Kalan laatu määräytyy heikoimman lenkin mukaan, joten yksikään käsittely-, kuljetus- tai varastointivaihe ei saa pettää. Jos yhdessä vaiheessa huono käsittelyhygieniä pilaa kalan, ei tilannetta voida enää korjata seuraavassa vaiheessa.

2.1 VERENLASKU JA PERKAUS

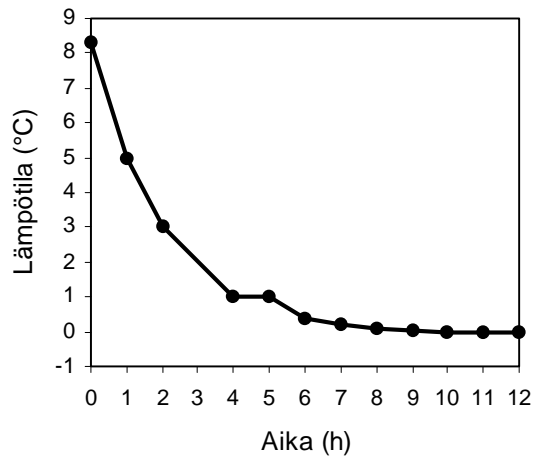
Veren laskemisella ja perkauksella, jossa poistetaan kidukset ja sisäelimet, vähennetään kaloja pilaavia entsyymejä ja bakteereja sekä bakteereille sopivia kasvualustoja. Näin saadaan kalan säilyvyyttä pidennettyä ja toisaalta kalan liha on maukasta ja kiinteää. Veren laskeminen tapahtuu mahdollisimman nopeasti pyydystämisen jälkeen katkaisemalla kidusvaltimot tainnutetulta kalalta, jolloin sydän pumppaa veren pois kudoksista. Verestystä ei voi tehdä kuolleelle tai hyvin huonokuntoiselle kalalle. Verenlaskua on myös mahdotonta tehdä pienikokoisille kaloille, kuten silakalle ja muikulle. Suuremmat kalat (lohi, hauki, lahna, kampelat jne.) olisi siis verestettävä ja niiltä olisi myös poistettava munuaiset. Kalan perkaus suoritetaan verestyksen jälkeen tai, jos kalaa ei ole verestetty, se perataan mahdollisimman pian pyynnin jälkeen. Perkauksen jälkeen kala huuhdellaan huolellisesti puhtaassa, mieluummin juoksevassa vedessä. Pikkusiiälle perkaus on tehtävä, mikäli mahdollista, ennen jäättämistä (Hattula 1996). Tämä johtuu siitä, että siialla ruuansulatusentsyymit hajottavat valkuaisen, jolloin ruodot irtoavat lihaksesta ja liha pehmenee.

2.2 JÄÄHDYTYYS

Kalan nopea jäähdytys heti pyynnin jälkeen ja katkeamaton kylmäketju ovat hyvin tärkeitä kalan laadun säilyttämiseksi. Kalojen jäähtymisnopeuteen vaikuttaa mm. kalojen koko ja määrä sekä jäähdyttämismenetelmä. Kalojen jäähdyttämiseksi 0 °C:seen voidaan käyttää esim. jäätä, kuivajäätä (hiilidioksidijäätä) ja erilaisia kylmäpatruunoita (täytettyinä vedellä tai geelimaisilla aineilla) (Alasalvar & Quantik 1997). Myös jäävesiseosta käytetään kalojen jäähdyttämiseksi.

Käytetyimpiä jäähdytysmenetelmiä ovat jäittäminen ja jäävesiseos, joita tarkastellaan enemmän kohdissa 2.2.1 ja 2.2.2. Muita mahdollisia menetelmiä ovat kuivajää ja kylmäpatruunat. Kuivajää on kiinteässä muodossa olevaa hiilidioksidia, jonka lämpötila on -79 °C. Kuivajää ei sulata vedeksi kuten tavallinen jää, vaan se haihtuu suoraan hiilidioksidikaasuksi. Kylmä hiilidioksidikaasu painuu ilmaa raskaampana alaspäin ja siirtyy laatikon pohjan läpi jäähdyttäen alempana olevan laatikon. Walki Pack on kehittänyt Oy AGA Ab:n kanssa kalojen kuljetukseen lokeropohjaisen solumuovilaatikon, jonka pohjan uriin ripotellaan kuivajäärakeet. Tällöin kalat eivät ole suorassa kosketuksessa kuivajään kanssa eikä kaloihin myöskään synny paleltumisvammoja. Sen sijaan käytettäessä kylmäpatruunoita (-30 °C) kalat voivat jäätä ja toisaalta kylmäpatruunat eivät jäähdytä tasaisesti. Lisäksi niitä tarvitaan paljon ja ne ovat hankalia käyttää. Kylmäpatruunoiden etuna on se, että niitä voidaan käyttää uudelleen, mutta ne on pestävä ja jäädytettävä -30-asteisiksi.

Olkoon käytettävissä oleva jäähdytysmenetelmä mikä tahansa, sen tarkoituksena on saada kalojen tai kalatuotteiden lämpötila laskemaan 0 °C:seen mahdollisimman nopeasti ja pysymään siellä (kuva 4), jolloin hidastetaan bakteerien aiheuttamaa pilaantumista. Hyvän laadun ja säilyvyyden takaamiseksi vastapyydettyjen kalojen tulee olla mahdollisimman vähän aikaa yli 0 °C:n lämpötilassa. Tärkeää on mitata jäähdytettävien kalojen ja kalatuotteiden lämpötila, jotta varmistetaan, että käytetyllä jäähdytysmenetelmällä kalat saadaan todella 0-asteisiksi, sillä pelkkä usko kalojen alhaiseen lämpötilaan ei riitä! Jäähdytetyn tuotteen lämpötilan on oltava 0 °C myös kalaerän (esim. laatikon) keskellä!



Kuva 4. Jäätettyjen kalojen lämpötilan muuttumista kuvaava käyrä (Graham ym. 1992). Riippumatta kalojen alkulämpötilasta (meressä, järvessä tms.) ja jäähdyttämismenetelmästä on hyvän laadun takaamiseksi pyrittävä laskemaan kalojen lämpötila mahdollisimman nopeasti 0 °C:seen ja myös pitämään siellä.

2.2.1 Jäittäminen

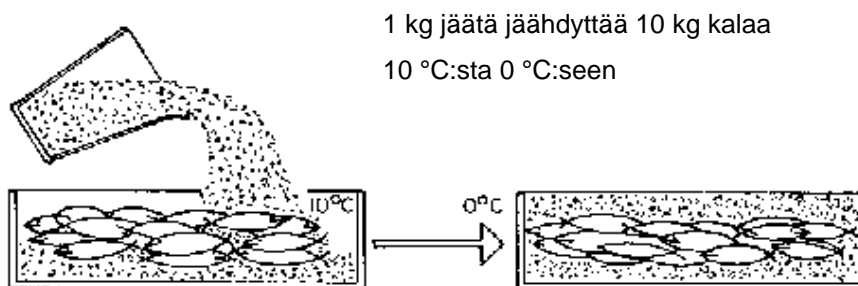
Perinteisesti käytetyn jäämurskan etuna on suuri jäähdyttämiskapasiteetti. Se on vaaratonta, helposti siirrettävissä paikasta toiseen ja melko halpaa (Graham ym. 1992). Sulava jää sitoo ympärillään olevista kaloista lämpöä jäähdyttäen niitä. Kaloja ei saa jättää sulamisveteen likoamaan, vaan sulamisvedet poistetaan laatikosta ja laatikkoon lisätään tarvittaessa jäätä. Jään valmistamiseen käytetyn veden tulee olla laadultaan talousvedeksi kelpaavaa.

Tarvittavan jäämäärän laskemisessa on huomioitava seuraavat asiat: a) jäämäärä, joka kuluu kalan jäähdyttämisessä 0-asteiseksi, b) jäätä on oltava riittävästi, jotta se pitää 0 °C:n lämpötilan varastoinnin aikana, ja c) jäämäärässä voi tapahtua hävikki tms. Jäämäärän laskemiseksi on esitetty erilaisia laskukaavoja. Esimerkiksi Elintarvikeviraston (1995) oppaassa neuvotaan käyttämään jäätä n. 1,5 % kalamassan painosta yhtä lämpötila-astetta kohden. Grahamin ym. (1992) mukaan tarvittava minimijäämäärä kalan jäähdyttämiseksi 0-asteiseksi voidaan laskea seuraavan kaavan (1) mukaisesti:

$$\text{jää} = \frac{\text{kala} \cdot \text{lämpöenergia} \cdot (T_{\text{alussa}} - T_{\text{lopuksa}})}{\text{latenttilämpö}} \quad (1)$$

missä
 jää on tarvittava jäämäärä (kg)
 kala on kalamäärä (kg)
 lämpöenergia on kalan spesifinen lämpöenergia (kcal/kg°C)
 T_{alussa} on kalan lämpötila alussa (°C)
 T_{lopuksa} on kalan lämpötila lopussa (°C)
 latenttilämpö on sulavan jään latenttilämpö (80 kcal/kg).

Rasvattoman kalan lämpöenergia on n. 0,8 kcal/kg °C. Rasvaisen kalan lämpöenergia on hieman pienempi, jolloin tarvittava jäämäärä on myös vastaavasti hiukan pienempi. Sopivan jäämäärän laskemisessa voidaan käyttää rasvattoman kalan lämpöenergian arvoa (kuva 5).

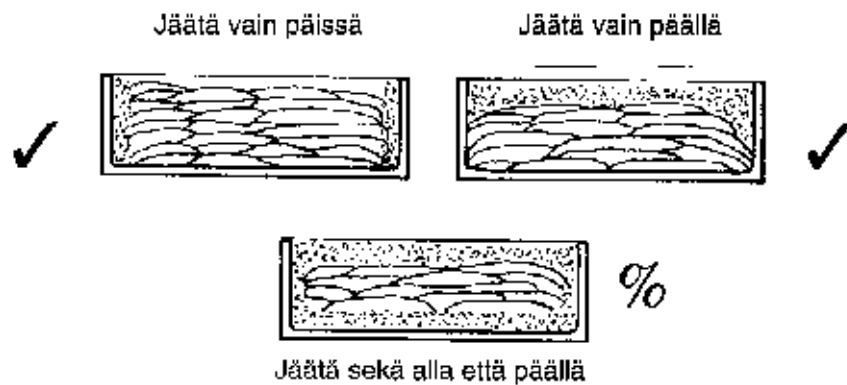


Kuva 5. 10 kg:n kalamäärän jäädyttämiseksi 10 °C:sta 0 °C:seen tarvitaan jäätä 1 kg. (Graham ym. 1992). Kalojen lämpötilan säilyttäminen 0 °C:ssa vaatii lisää jäätä, koska on huomioitava esim. varaston lämpötila, matkan pituus ym.

Todellisuudessa tarvittava jäämäärä on kuitenkin suurempi, koska on huomioitava mm. jään sulaminen, sääolosuhteet, kuljetettavan matkan pituus, laatikoiden lämmöneristyskyky, laatikoiden sijainti kulkuneuvossa ja lämpötila kulkuneuvossa ja varastossa. Esimerkiksi pinossa olevista laatikoista ylimpiin laatikoihin tarvitaan enemmän jäätä kuin pinon alimpiin laatikoihin, ja vastaavasti pinossa keskellä oleviin laatikoihin tarvitaan vähemmän jäätä kuin pinon ylimpiin ja alimpiin laatikoihin (Huss 1995). Kalastajien tarvitsema jäämäärä riippuu saaliin koosta ja sitä on vaikea ennalta arvioida. Kalastajat tietävät kuitenkin lähtiessään pyyntimatalle veden lämpötilan, joka vaikuttaa tarvittavaan jäämäärään. Lisäksi

kalojen koolla ja muodolla sekä kalojen ja jään oikealla järjestyksellä on merkitystä jäähtymisnopeuteen.

Oikean jäämäärän lisäksi jäättämisen on tapahduttava oikein ja toisaalta kalakerroksen paksuuden on oltava sopiva. Jäitä ei pidä laittaa vain laatikon päihin tai päälle, vaan sekä laatikon pohjalle että päälle (kuva 6).



Kuva 6. Erilaisia jäättämistapoja, joista alimmainen on oikea (Huss 1995).

Paksu kalakerros jäähtyy hitaammin kuin ohut kalakerros. Taulukossa 2 esitetään eripaksuisten kalakerrosten jäähtymisnopeuksia 10 °C:sta 2 °C:seen, kun lämpötila on mitattu kalakerroksen keskeltä ja jäitä on käytetty vain laatikon päällä tai sekä laatikon päällä että pohjalla.

Taulukko 2. Eripaksuisten kalakerrosten jäättämiseen tarvittava aika (h), kun jäitä käytetty joko laatikon päällä tai sekä laatikon päällä että pohjalla (Aitken ym. 1982, Graham ym. 1992).

Kalakerroksen paksuus (cm)	Aika (h) - jäähdytettäessä kalat 10 °C:sta 2 °C:seen	
	Laatikon päällä jäitä	Laatikon päällä ja pohjalla jäitä
1,5	4	< 1
2,5	18	< 1
5,0	> 24	< 2
7,5	> 24	2
10,0	> 24	4
12,5	> 24	6,5
15,0	> 24	9
20,0	> 24	14
60,0	> 24	> 24*

* = 120 h (Graham ym. 1992)

Vaikka kalojen alkulämpötilalla on merkitystä jäähtymisnopeuteen, on kalakerroksen paksuudella paljon suurempi merkitys (taulukko 3).

Taulukko 3. Alkulämpötilan vaikutus kalakerroksen jäähdyttämiseksi tarvittavaan aikaan (h), kun laatikossa on jäitä sekä pohjalla että päällä. Lämpötila on mitattu laatikon keskellä olevista kaloista (Graham ym. 1992, Aitken ym. 1982).

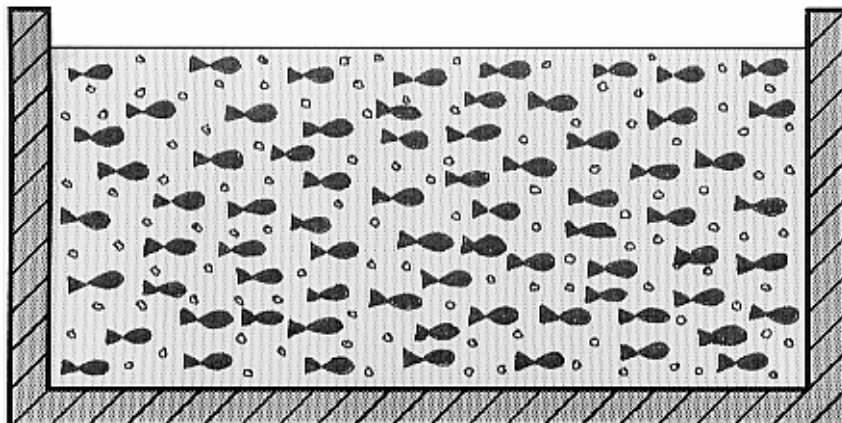
Kalakerroksen paksuus (cm)	Alkulämpötila laatikon keskeltä (°C)	Jäähdyttämiseen (2 °C) tarvittava aika (h)
7,5	5	1,5
	10	2,0
	15	2,7
15	5	6,0
	10	9,0
	15	yli 10

Jäätä käytettäessä on muistettava seuraavat ohjeet:

- Käytä aina puhdasta jäätä (likaantunutta jäätä EI saa käyttää!).
- Käytä pienikokoista jäämurskaa, koska isot palaset eivät jäähdytä niin nopeasti kuin pienet ja toisaalta isot palat eivät levittäydy tasaisesti.
- Käytä jäätä aina riittävästi ja laatikoissa sekä pohjalla että päällä.
- Kalat eivät saa liota jään sulamisvedessä, joten laatikossa täytyy olla välipohja, uria tai venttiili sulamisveden poistamiseksi.
- Suojaa laatikot lamppujen ja muiden lämpöä hohtavien laitteiden jäätä sulattavalta vaikutukselta.
- Varaston lämpötila ei saa olla alle 0 °C:n, koska tällöin jää ei sula eivätkä sulamisvedet huuhtelee kalojen pinnalta bakteereita ja toisaalta kalat voivat jäätyä pinnalta.

2.2.1 Jäävesijäähditys

Jäävesijäähdityksessä (kuva 7) kalat pannaan runsaasti jäähilettä sisältävään veteen. Veden seassa on oltava aina runsaasti sulamatonta jäähilettä, ja tarvittaessa jäähilettä on lisättävä ja vettä poistettava. Käytännössä jäävesijäähditys voidaan suorittaa siten, että laitetaan altaaseen tms. kalaa ja jäätä vuoronperään, jonka jälkeen lisätään vettä niin, että kalat lähes kelluvat ja seosta voidaan sekoittaa (Laukkanen 1997).



Kuva 7. Jäävesijäähditys.

Jäävesijäähdytyksen etuja ovat nopea jäähdytysnopeus ja menetelmän helppous, sillä suurienkin kalamäärien käsittely tapahtuu nopeasti. Varsinkin pienikokoisille kaloille jäävesijäähdytys on tehokas, koska jäävesi pääsee kosketuksiin kaikkien kalojen kanssa, kun taas esimerkiksi jäitettäessä pienet kalat pakkautuvat tiiviiksi ryhmiksi laatikoihin, jolloin kalat eivät jäähdy kunnolla (Niittykangas ym. 1990). Jäävesijäähdytyksestä on hyötyä myös käytettäessä kalojen perkaamiseen perkauskonetta, koska jäävesijäähdytyksessä kalat jäykistyvät suoraksi, kun taas jäitettäessä kalat voivat jäykistyvät jonkin verran mutkalle (Niittykangas ym. 1990). Sekä jäävesijäähdytyksessä että jäittämisessä on aina käytettävä riittävästi jäätä, jotta se toimii tarkoituksensa mukaisesti eli kalan lämpötila on 0 °C, jolloin laatu säilyy hyvänä.

Jäävesijäähdytykseen sopivat altaat ovat lämpöeristettyjä ja valmistettu materiaalista, joka on helppo pitää puhtaana (lasikuitu, teräs jne.). Lisäksi altaiden pesu on helpompaa verrattuna jäittämisessä vastaavalle kalamäärälle tarvittavien laatikoiden pesuun. Jäävesijäähdytyksessä tarvittava allastilavuus määräytyy saalismäärien mukaan (Niittykangas ym. 1990).

Vaikka jäävesijäähdytys vaikuttaa paremmalta ja nopeammalta jäähdytystavalta kuin jäittäminen, tarvitaan menetelmien vertailevaa tutkimusta. Jäittämisen yhteydessä on yleisesti suositeltu jäiden sulamisvesien poistamista, jotta kalat eivät likoaisi siinä. Muun muassa jäävesijäähdytyksen mahdollista vaikutusta kalojen ulkonäköön tms. pitäisi tutkia. Lisäksi tulisi selvittää veden suolapitoisuuden merkitys eli se, onko merivesi parempi kuin makea vesi ja mikä olisi vedelle hyvä suolapitoisuus.

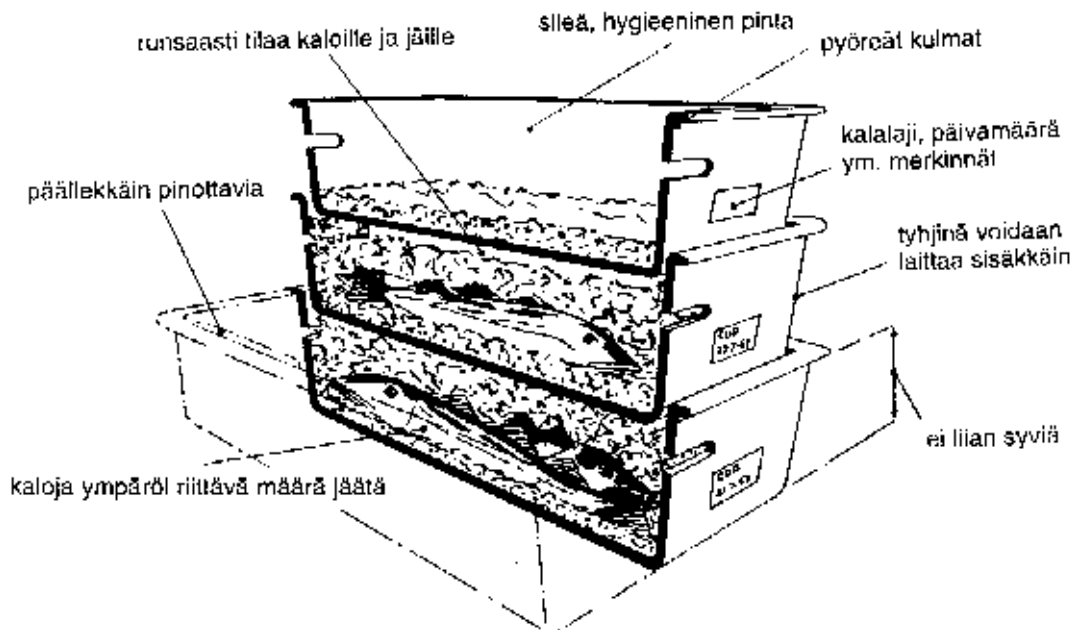
2.3 KULJETUS JA SÄILYTYS

Kalojen ja kalatuotteiden kuljettamiseen ja varastointiin käytettävien laatikoiden on oltava puhtaita. Kertakäyttöisiä styroksilaatikoita ei saa käyttää uudelleen, sillä pesulla styroksilaatikoita ei saa riittävän puhtaaksi. Uudelleen käytettävien

laatikoiden on oltava kestävästä materiaalista (muovia tms.), pinnaltaan sileitä ja hygieenisii, helposti pestäviä ja tarvittaessa desinfioitavia (kuva 8). Lisäksi laatikon kyljessä tulee olla paikka sisällön merkitsemistä varten (kalalaji, päivämäärä ym.) Kalat ja kalatuotteet on merkittävä niin, että lähetävä laitos ja kala- tai tuote-erä on jäljitettävissä. Alasalvar & Quantickin (1997) mukaan ihanteellisen kuljetuslaatikon pitäisi

- suojata tuotetta kolhuilta, iskuilta ym.
- suojata tuotetta kuivumiselta
- suojata tuotetta ei-toivotulta hapettumisreaktiolta
- suojata tuotetta kontaminaatioilta
- omata hyvä lämmöneristyskyky
- pitää toivottu ilmakehä tuotteen ympärillä
- olla vedenpitävä ja helposti puhdistettava
- suojata UV-valolta
- olla toimimatta itse kontaminaation aiheuttajana
- olla taloudellinen.

Laadun varmistamiseksi kalojen kuljetuksen on tapahduttava viivytyksettä. Tämä koskee koko kalankuljetusketjua. Kalat on siirrettävä nopeasti kalastusaluksesta varastoon. Jos kalat joutuvat odottamaan satamassa, siirretään laatikot suojaan auringonpaisteelta esim. katoksen alle tai suojataan peitteellä. Kalat jäitetään mahdollisimman pian satamassa tai, jos ne on jo jäitetty kalastusaluksessa, lisätään laatikoihin tarvittaessa jäitä. Kalaerien käsittelyssä on myös muistettava, ettei eri vuorokausina tai eri alueilta pyydettyjä kalaeria saa sekoittaa keskenään!



Kuva 8. Hyvin toimivan kalalaatikon ominaisuuksia (Aitken ym. 1982).

Mikäli kalan kuljetus vähittäispakkaamis- tai myyntipisteeseen kestää kauan (5 – 7 vrk), voidaan erityisesti kalan mikrobiologinen laatu säilyttää käyttämällä suojakaasua kuljetuspakkauksessa (taulukko 4) (Randell ym. 1996a). Mikäli suojakaasun käyttö ei ole mahdollista, myös kuiva- eli hiilihappojäällä voidaan muuttaa pakkauksen kaasukoostumusta; hiilidioksidipitoisuus voidaan nostaa melko korkeaksikin, mutta happipitoisuutta kuivajäällä ei saada niin alhaiseksi kuin suojakaasua käyttämällä (Randell ym. 1996b). Kuivajäätä on kuitenkin se etu, että se myös jäähdyttää kaloja. Suojakaasua tai kuivajäätä käytettäessä perinteisen jään määrää pakkauksissa voidaankin vähentää, jolloin kuljetuskustannukset pienenevät. Toisaalta kokonaisten kalojen kuljetuksessa hiilidioksidi saattaa harmaannuttaa kalojen silmiä ja kiduksia, vaikka kalan aistittava laatu muuten säilyykin vähintään yhtä hyvänä kuin ilmapakatun kalan laatu.

Pitkäaikainen kuljetus voi tulla kyseeseen mm., kun viedään kokonaisia tai fileoituja kaloja rekalla Suomesta Keski-Eurooppaan. Esimerkiksi Islannista viedään kokonaisia kaloja suojakaasussa Saksaan, missä kalat puretaan suoraan kuljetuspakkauksista kaupan kylmätiskeille (Scutter 1996). Lyhyessä kuljetuksessa (2 – 3 vrk) pakkauksen kaasutilan koostumusta muuttamalla ei

laatua voida säilyttää parempana kuin ilmapakkauksessaan, mutta jään määrää voidaan tällöin vähentää (Sivertsvik ym. 1996).

Mikäli kalat pakataan pyynnin ja prosessoinnin jälkeen suoraan vähittäispakkauksiin ja kuljetus tai varastointi on pitkäaikainen mutta suojakaasua ei voida tai haluta käyttää vähittäispakkauksissa, voidaan vähittäispakkaukset pakata kuljetuspakkauksen sisään, jossa on käytetty suojakaasua tai kuivajäätä (Randell ym. 1996b). Tällöin vähittäispakkauksen materiaalin tulee olla erittäin kaasujälpäisevä. Hiilidioksidin laatua säilyttävä vaikutus säilyy kalan lihassa jopa muutamia vuorokausia sen jälkeen, kun kala on poistettu suojakaasupakkauksesta.

Taulukko 4. Erilaisten kuljetus- ja vähittäispakkaustapojen käytön etuja Norjan lohen laatuun (++) = merkittävä etu, + = etu, (+) = mahdollinen etu). Tutkimuksessa lohet on toimitettu Norjasta Suomeen erilaisissa kuljetuspakkauksissa ja sen jälkeen välittömästi pakattu vähittäispakkauksiin. Lohien laatua on seurattu varastointiajan kuluessa. (Randell ym. 1996a).

Kuljetuspakkaus:	Suojakaasu			Perinteinen (jäätä)		
	alusta- kääre	suoja- kaasu	ei väh. pakattu ¹	alusta- kääre	suoja- kaasu	ei väh. pakattu ¹
<u>Vaikutus:</u>						
Mikrobien kasvun hidastaminen	+	++	+		++	(+)
Aistinvarainen laatu raakana						(+)
Aistinvarainen laatu keitettynä		(+)			(+)	
Ei irtoa lihasnestettä				(+)		(+)

¹ = Pidetty koko varastoinnin ajan kuljetuspakkauksessa

Kylmä- ja säilytysvarastot on pidettävä siisteinä ja laatikot hyvässä järjestyksessä. Tuoreet kalat ja valmiit tuotteet on pidettävä erillään. Varastoissa ei saa säilyttää tuotteita tai tavaroita, jotka voivat vaikuttaa haitallisesti kaloihin tai kalatuotteisiin. Varastoissa ei saa olla liikaa tavaraa niin, että tavarat eivät mahdu hyllyille, eikä kylmä- tai pakkasvaraston ovia saa pitää tarpeettomasti auki. Valmiit tuotteet on suojattava niin, ettei niihin leijaile pölyhiukkasia ja mikrobeja. Tuoreiden kalojen pinnan kuivumisen ehkäisemiseksi kalat on peitettävä kalvolla,

jos jäitä ei ole mahdollista käyttää. Laatikot merkitään selkeästi tarvittavin tiedoin ja päivämäärin. Pilaantuneet kalat on poistettava varastosta heti! Lämpötiloja on säännöllisesti seurattava kylmähuoneissa, pakastimissa ym. Lämpömittarien tarkistus voidaan yksinkertaisesti suorittaa sulavasta jäämurska-vesiseoksesta, jonka lämpötila on 0 °C.

3 HYVÄT TUOTANTOTAVAT

Koska kalat ovat herkästi pilaantuvia elintarvikkeita, on tärkeää muistaa niiden kaikissa käsittelyvaiheissa hyvä hygienia, sillä vain hyvistä raaka-aineista voidaan saada hyvä lopputuote. Kaikkien kaloja ja kalatuotteita käsittelevien laitosten on huomioitava hygienia laitoksen tuotantotilojen rakenteissa, työskentelymenetelmissä, työvälineissä ja henkilökunnan työtavoissa. Tuottajan on tunnettava elintarvikkeiden käsittelyyn liittyvät hygieeniset vaarat ja estettävä ja poistettava terveyshaittoja aiheuttavat epäkohdat. Tätä varten laitosten tulee laatia omavaltontasuunnitelma ja noudattaa sitä.

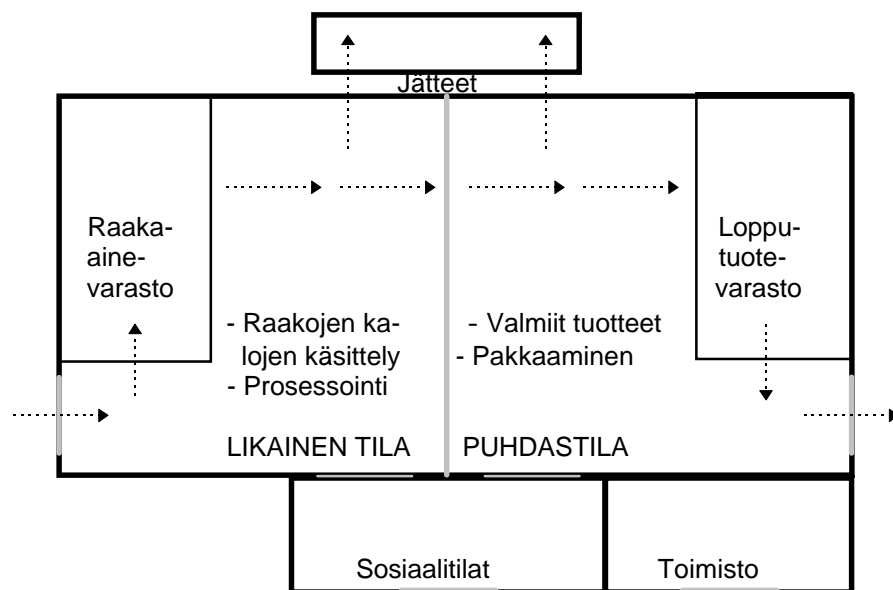
3.1 TUOTANTOTILAT

Kalahygieniapäätöksessä (1996), Hussin (1994) raportissa ja Välikylän (1993) lyhennelmässä esitetään seuraavia tuotantotiloja koskevia vaatimuksia:

Tuotantotiloissa tulee tapahtua vain kalan käsittelyä, varastointia ja valmistusta (niitä ei käytetä esim. autotallina tai rehunsekoittamona). Tilat eivät saa olla sotkuisia, epähygieenisin materiaalein varustettuja, likaisia ja ahtaita. Tiloissa on oltava riittävä valaistus, ilmanvaihto ja lämmitys tai jäähdytys. Tuotantotilojen lattia-, seinä- ja kattomateriaalien on oltava helposti pestäviä, kestäviä ja sileäpintaisia (esim. lasikuitulevyä, teräslevyä tai pinnoitettua alumiinilevyä). Myös käytettävien työvälineiden ja -laitteiden on oltava helposti puhdistettavia ja kestäviä. Tuotantolaitoksessa on oltava käsienpesupaikkoja eri tuotantopisteissä sekä asialliset sosiaalityilat työntekijöille. Lisäksi on oltava siivouskomerot pesu- ja desinfiointiaineiden sekä pesuvälineiden säilytykseen ja varastot esim. tyhjien laatikoiden säilyttämiseksi. Piha-alueen on hyvä olla päällystetty, koska se voidaan silloin pestä ja välttyä hajuhaluista.

Raaka-aineilla ym. ei saa olla takaisin- tai/ristikkäiskuljetuksia tuotantolinjassa, vaan ne kulkevat koko ajan eteenpäin kohti lopputuotevarastoa (kuva 9).

Tuotannon puhdas ja vähemmän puhdas alue tulee erottaa toisistaan selkeästi. Likaisella alueella käsitellään raakoja kaloja, ja siellä pesu on hyvin tärkeitä kontaminaatioiden leviämisen estämiseksi. Jos raakojen kalojen käsittelyn lisäksi kalat savustetaan tai prosessoidaan muulla tavalla, tapahtuvat nämä käsittelyt likaisen ja puhtaan tilassa välissä siten, että kalat kulkeutuvat kohti puhdastilaa ilman takaisin- ja/tai ristikkäiskuljetuksia. Puhtaalla alueella käsitellään vain valmiita tuotteita. Kontaminaatiot likaiselta alueelta puhtaalle alueelle estetään kieltämällä likaiselta alueelta ihmisten, laitteiden ja työvälineiden siirtely puhtaalle alueelle. Likaisen ja puhtaan alueen rajalla voidaan käyttää myös esim. kenkien desinfiointimattoja. Vierailijat ohjataan aina puhtaalta alueelta likaiselle alueelle päin. Myös ilman on virrattava puhtaalta alueelta likaiselle alueelle päin. Tuotantolinjassa ei saa olla kuolleita kohtia, joihin esimerkiksi puolivalmiit tuotteet jäävät huoneenlämpöön useiksi tunneiksi.



Kuva 9. Oikeaoppisen tuotantolaitoksen pohjapiirros.

Tuotantolaitoksessa on huolehdittava nestemäisen ja kiinteän jätteen hävittämisestä. Nestemäistä jätettä tulee runsaasti, koska kalojen käsittelyssä ja laitteiden pesussa käytetään vettä. Tuotantolaitoksen viemäröinti on suunniteltava hyvin. Perkaus- ym. kiinteät jätteet on hävitettävä hygieenisesti eli otettava talteen erillisiin astioihin ja tyhjennettävä säiliöihin. Säiliöt voidaan hapottaa muurahaishapolla tai jättää käsittelemättä, kunnes ne kuljetetaan rehun-

valmistukseen, kaatopaikalle tai kompostoitavaksi tai viedään lannoitteeksi. Säiliöiden tyhjennys on tehtävä riittävän usein.

3.2 PESU JA DESINFIOINTI

Pesulla tarkoitetaan näkyvän lian poistamista ja vastaavasti desinfioinnilla tauteja ja myrkytyksiä aiheuttavien mikrobien tuhoamista. Pesu tuhoaa enemmän kuin 90 % mikro-organismeista ja desinfiointikäsitteley 99 % mikro-organismeista (Hygieniapaas 1994). Puhdistukset voidaan jakaa päivittäisiin ja harvemmin toistuviin siivouksiin. Esim. ikkunoita, seiniä ja varastoja ei tarvitse puhdistaa joka päivä, kun taas tuotantolinjat on puhdistettava päivittäin. Työtasot, työvälineet ja laitteet puhdistetaan työpäivän kuluessa sekä raaka-aineita vaihdettaessa. Kuvassa 10 on esitetty ohjeellisesti eri ajankohtina puhdistettavia kohteita (puhdistustiheys on tuotantolaitoskohtainen). On hyvä muistaa, että tuotantolinjojen päivittäinen puhdistaminen käsittää myös lattiakaivojen puhdistamisen (Opetushallitus 1995).

<p>Päivittäin puhdistettavia ovat mm.</p> <ul style="list-style-type: none">- tuotantolinjat- päänsäädöskoneet- nahanpoistajat- suomustimet- fileointialustat <p>Viikoittain täytyy puhdistaa:</p> <ul style="list-style-type: none">- prosessilinjan viereiset seinät- ikkunat- varaston lattiat <p>Kuukausittain täytyy puhdistaa:</p> <ul style="list-style-type: none">- varastojen seinät- pakkasvarastojen lattiat
--

Kuva 10. Tuotantolaitteiden ja -tilojen suositeltava puhdistustiheys (Amerikkalainen opetusvideo 1996b).

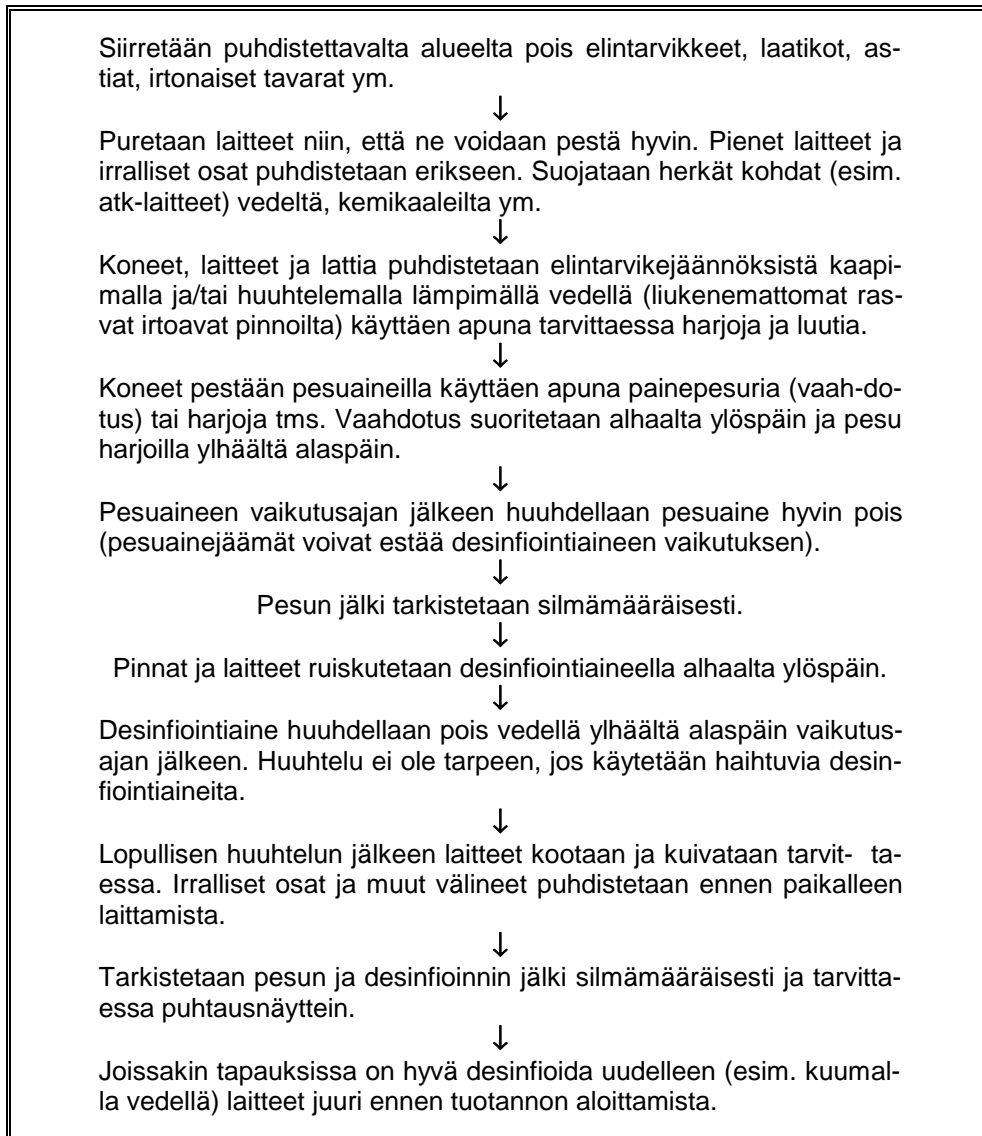
On laadittava siivousohjeet, joista selviää millä aineella ja välineillä tietyt kohdat pestään, mikä on vaikutusaika, kuinka usein pesu suoritetaan, miten valvotaan pesun tehokkuutta, kuka on vastuhenkilö jne. (Amerikkalainen opetusvideo 1996b, Hygieniaopas 1994). Jokaiselle laitteenkäyttäjälle opetetaan, miten puhdistus tehdään ja kuinka usein. Puhdistuksen täytyy kohdistua etenkin pintoihin ja välineisiin, joiden kanssa elintarvike tulee olemaan kosketuksissa. Eri siivouskohteissa



(työtasot ja laitteet, seinät, lattia jne.) on käytettävä eri siivousvälineitä ristikontaminaatioiden estämiseksi. Siivousvälineet kannattaa merkitä eri väreillä tai kirjaimilla siivouskohteen mukaan (Amerikkalainen opetusvideo 1996b). On tärkeää huolehtia, että pesuvälineet (harjat, rätit ym.) ovat hyvässä kunnossa ja puhtaita, jotta ne eivät levittäisi mikrobeja tuotantolinjaan, laitteisiin ja tuotteisiin.

Laitteiden puhdistuksessa voidaan erottaa kolme vaihetta: a) esityöt, b) pesu ja c) desinfiointi (Huss 1994). Nämä kaikki ovat tarpeellisia, jotta pesutulos olisi hyväksyttävä. Jokainen vaihe on suoritettava virheettömästi!

Tuotantolinjan tai -laitteen puhdistus tehdään pääpiirteittäin kuvassa 11 esitetyn kaavion mukaan (noudata aina käyttämiesi pesu- ja desinfiointiaineiden ohjeita) (Huss 1994). Lattiakaivojen puhdistamisessa tyhjennetään korit (siivilät), joihin kiinteä jäte on jäänyt. Kori, kehys ym. harjataan ja huuhdellaan, jonka jälkeen kaivoon kaadetaan desinfiointiliuos tai laitetaan desinfiointitabletti.



Kuva 11. Tuotantolinjan tai -laitteen puhdistuksen ja desinfiointin vaiheet (Huss 1994, Opetushallitus 1995).

Pesuaineiden käyttöön liittyy myös erinäisiä seikkoja, joista tärkeimmät ovat luettavissa kuvasta 12. Pesun jälkeen pesuvälineet huuhdellaan ja jätetään kuivumaan prosessointialueen ulkopuolelle (siivouskomeroon). Pesu- ja desinfiointiaineet säilytetään turvallisessa paikassa.

- Käytä vain luvallisia ja tutkittuja pesu- ja desinfiointiaineita.
- Käytä aineita vain niille tarkoitetuille pinnoille (väärä pesu-aine voi tuhota pinnan tai olla tehoton).
- Noudata pesu- ja desinfiointiaineiden ohjeita.
- Noudata annettuja laimennusohjeita.
- Noudata annettuja vaikutusaikoja.
- Käytä suojakäsineitä ym. tarvittaessa.
- Käytä ko. aineelle tarkoitettua pesumenetelmää (esim. käsin tai koneella).
- Vaihda liuokset tarpeen mukaan.

Kuva 12. Pesuaineiden käytössä muistettavia asioita (Huss 1994).

3.3 HENKILÖKUNTA

Henkilökunnan hygienialla ehkäistään mikrobikontaminaatioita ja vieraiden aineiden tai esineiden esiintymistä elintarvikkeissa. Elintarviketyöntekijän henkilökohtainen hygienia käsittää kolme osa-aluetta: 1) terveys, 2) henkilökohtainen hygienia ja 3) hygieeniset käsittelytavat (Hygieniaopas 1994).

Elintarviketyöntekijän on huolehdittava omasta terveydestään, ja lisäksi häneltä vaaditaan lääkärintodistus ja salmonellanäyte. Esimerkiksi flunssaa, ripulia, salmonellaa tai käsissään ihotulehduksia sairastavan henkilön velvollisuutena on ilmoittaa esimiehelle sairaudesta eikä hänen pitäisi käsitellä tai valmistaa elintarvikkeita.

Henkilökunnalle on annettava koulutusta turvallisuustekijöistä ja elintarvikkeiden käsittelystä. Henkilökunnan on tiedettävä vaarat, joita väärä käsittely ja huono hygienia aiheuttavat. Työntekijän velvollisuutena on myös ilmoittaa välittömästi

tuotannossa tms. tapahtunut virhe tai erehdys. Oikeat hygieeniset käsittelytavat esitellään kuvassa 13.

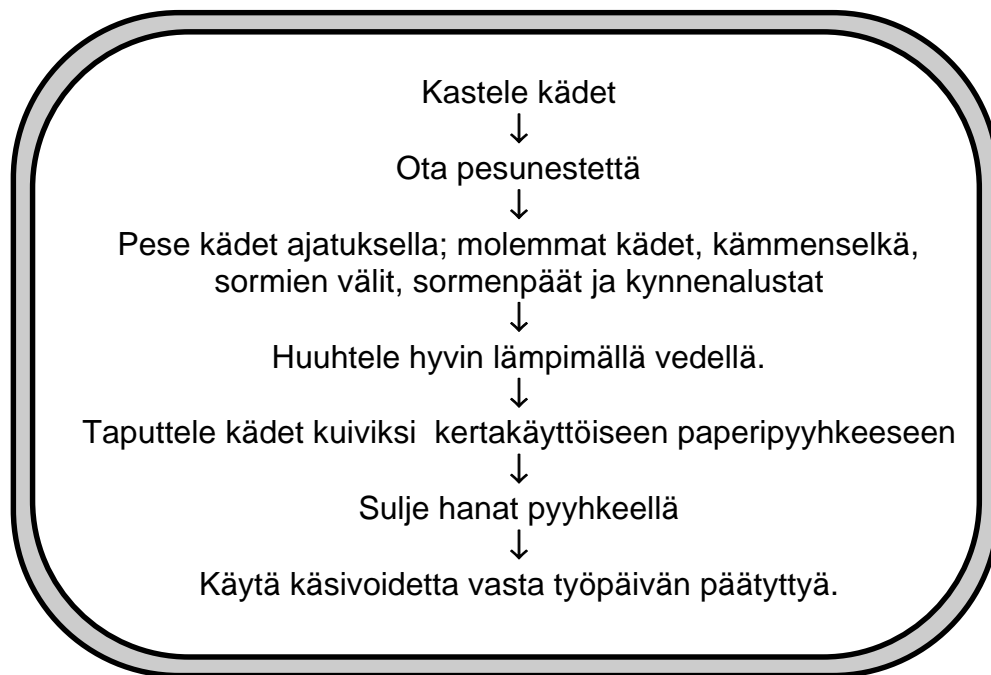
- Kädet on pestävä huolellisesti lämpimällä vedellä käyttäen käsienpesuainetta.
- Työnteon aikana on vältettävä hiusten kampaamista, pään raapimista, nenän niistämistä, nenän hypistelyä jne.
- Käsineitä käytettäessä on tarkistettava, että käsineet ovat ehjät ja puhtaat, ja saastunutta kohtaa kosketettua on käsineet vaihdettava.
- Henkilökohtaisia tavaroita (käsilaukut ym.) ei saa ottaa mukaan tuotantoalueille.
- Tuotantotiloissa ei saa syödä, juoda, jauhaa purukumia, sylkeä, pureskella kynsiä tai polttaa tupakkaa.
- Otetaan käyttöön vain sellaisia määriä raaka-aineita, jotka saadaan sujuvasti käsiteltyä.
- Jos tuotannossa tulee viivytyksiä, viedään raaka-aineet takaisin kylmävarastoon.

Kuva 13. Oikeat hygieeniset käsittelytavat (Huss 1995, Hygieniaopas 1994, Amerikkalainen opetusvideo 1996a).

Koska ihmisestä irtoaa mikrobeja ja muita hiukkasia, on suojavaatteiden lisäksi muistettava hyvät työskentelytavat, vältettävä hosumista ja ylimääräistä "heilumista", jotta ei levitetä mikrobeja ympäriinsä ja toisaalta vältettävä puhumista kohti elintarviketta.

Käsienpesu on tehtävä perusteellisesti ja toistuvasti, ennen työn aloittamista, aina WC:ssä käynnin jälkeen, kun on kosketeltu muita kuin hygieenisesti käsiteltyjä raaka-aineita, syöty, juotu, kätelty toista henkilöä ja niistetty tai kun palataan takaisin elintarvikkeiden prosessointiin (Hygieniaopas 1994). Oikean ja huolellisen käsienpesun merkitystä ei koskaan pidä vähätellä! Kuvassa 14 esitetään, kuinka huolellinen käsienpesu tehdään.





Kuva 14. Huolellinen käsienspesutapa (Hygieniaopas 1994).

Käsienspesupaikkoja tulisi tuotantolaitoksissa olla riittävästi. Oikeaoppisessa käsienspesupaikassa vesihanat toimivat joko jalalla tai käsivarrella painaen tai tunnustimen avulla siten, että hanoja ei tarvitse koskettaa käsillä. Käsienspesuun kuivauksessa kankaisia, monien käytössä olevia käsipyyhkeitä ei pidä käyttää, vaan pyyhkeiden tulee olla kertakäyttöisiä paperipyyhkeitä (Hygieniaopas 1994). Käsienspesun puhtauden varmistamiseksi voidaan kuivauksen jälkeen suorittaa vielä käsienspesun desinfiointi desinfiointiliuoksella (esim. Desinfektol G tai Levermed sept).

Henkilökohtainen hygienia sisältää työhön sopivan pukeutumisen, oikeaoppisen käsienspesutavan ja normaalin puhtauden. Pukeutumisessa on muistettava kuvan 15 mukaiset kohdat.

- Vaatetuksessa on huomioitava työn luonne eli tarvittaessa on käytettävä suojavaatteita (esiliinaa, suojapäähinettä, käsineitä, kumisaappaita).
- Työvaatteiden täytyy olla puhtaat ja siistit ja niitä käytetään vain työpaikalla.
- Suojaesiliinat, saappaat ym. puhdistetaan työpäivän päätyttyä
- Suojapäähineitä on käytettävä varsinkin pakkaamattomia elintarvikkeita käsitellessä, jotta irtonaiset hiukset ja hiusten mikrobit eivät pääse elintarvikkeisiin.
- Käsineiden on oltava ehjät ja puhtaat.
- Jalkineet eivät saa olla liukkaat, sillä on huomioitava, että kalanjalostuslaitoksissa on usein vettä lattialla.
- Työympäristössä on vältettävä irtonaisia esineitä, kuten kelloja, sormuksia, koruja tms. esineitä, jotka voivat aiheuttaa vahinkoa kuluttajille tai tuotantolaitteille joutuessaan elintarvikkeisiin. Sormusten ja kellon alle kertyy helposti likaa ja lisäksi ne hankaloittavat käsien pesua.

Kuva 15. Oikeaoppisessa pukeutumisessa muistettavat seikat (Huss 1994, Hygieniaopas 1994, Amerikkalainen opetusvideo 1996a).

Kaikilla työntekijöillä on vastuu seurata elintarvikkeiden tuotantoa ja säilytystä, jotta tuotteista tulisi korkealaatuisia! Tuotantohygienia koskee elintarvikkeiden kuljetusta, varastointia, käsittelyä, pakkaamista, vähittäismyyntiä ja tarjoilua. Tarkkaile työympäristöä ja valmistusaineiden laatua, kuten kaloja, muita raaka-aineita, pakkausmateriaaleja ym., ovatko ne mahdollisesti likaisia, väärän värisiä tai rikkinäisiä!

3.4 OMAVALVONTA

Omavalvonnan tarkoituksena on tuottaa kuluttajille laadultaan asianmukaisia ja vaarattomia elintarvikkeita ja noudattaa annettuja lakeja elintarvikkeiden valmistuksessa. Omavalvonnalla pyritään ennalta ehkäisemään vaaratekijöitä ja varmistamaan elintarvikkeiden turvallisuus alkutuotannon, prosessoinnin, jakelun, muun käsittelyn ja tarjoilun aikana. Omavalvontajärjestelmä käsittää tuotannon kriittisten kohteiden tunnistamisen (HACCP), omavalvontasuunnitelman, omavalvonnan käytännön toteutuksen sekä kaiken omavalvontaan liittyvän toiminnan kirjaamisen (kuva 16). Omavalvontasuunnitelman täytyy olla kunnan

viranomaisten hyväksymä, omavalvonnan tuloksista on pidettävä kirjaa ja ne on säilytettävä vähintään kaksi vuotta ja näytettävä tarvittaessa valvontaviranomaiselle. Terveyshaittoja aiheuttavat epäkohdat on ilmoitettava välittömästi viranomaisille, ja tarvittaessa on pystyttävä vetämään tuotteet pois markkinoilta.

- Yleinen dokumentointi
 - organisaatio ja vastuuhenkilöt
- Asiakirjat (valvontaan liittyvä materiaali, ohjeet, sopimukset jne.)
 - virtauskaaviot eli prosessien kulku (materiaalivirrat) ja prosessien seuranta (esim. kuumennusaika, lämpötila jne.)
 - tuotteiden kuvaus
 - kuvaus omavalvontajärjestelmän toimivuuden varmistamisesta
 - kriittisten valvontapisteiden kuvaus, toimenpiteet vaaran poistamiseksi tai pienentämiseksi sekä valvonta
 - näytteiden (raaka-aineet, välituotteet, lopputuotteet jne.) ottamissuunnitelma ja käytettävä menetelmä, esim. aistinvarainen arviointi tai loistarkastus
 - ohjelma laitoksessa käytettävän veden säännöllisestä tutkimisesta
 - suunnitelma terveydelle vaarallisten tuotantoerien poistamisesta
 - pesu- ja desinfiointiohjeet; kuinka usein ja millä aineilla (aineiden oltava Eläinlääkintä- ja elintarvikelaitoksen (EELA) hyväksymiä)
 - puhdistuksen ja desinfiomisen valvontaan tarvittavien näytteiden ottamissuunnitelma (puhtausnäytteet)
 - sopimukset (mm. omavalvontaan kuuluvien näytteiden tutkimuksia suorittava laboratorio)
 - tuhoeläinten torjuntasuunnitelma
 - laitoksesta lähetettyjen tuotteiden kirjanpito
 - todistukset
- Järjestelmän ylläpito ja koulutus
 - ohjelma henkilökunnan terveydentilan seuraamisesta
 - ohjelma henkilökunnan perehdyttämisestä omavalvontaan ja hygieniaan
- Arkistointi
 - jäähdytettyjen tilojen ja pakastimien lämpötilaseuranta
 - kirjanpito raaka-aine-eristä ja niiden valvonnasta

Kuva 16. Omavalvontaan liittyvä toiminnan kirjaaminen ja sen sisältö (Kalahygieniapäätös 1996).

Sen lisäksi, että toimivalla omavalvonnalla taataan turvalliset tuotteet kuluttajille, siitä on hyötyä myös yritykselle ja työntekijälle (kuva 17). Seuraavissa kohdissa käsitellään tarkemmin sitä, kuinka omavalvonta käytännössä toteutetaan.

- Omien prosessien tunteminen paranee
- Osaaminen paranee
- Järjestelmällisyys lisääntyy
- Kehittämistarpeiden tunnistaminen helpottuu
- Taloudellinen tulos paranee
 - virheet (hävikit) vähenevät
 - toimintojen suunnittelu tehostuu
 - valvonta kohdennetaan oikein
- Kommunikointi helpottuu
 - asiakkaat ja muut yhteistyökumppanit
 - viranomaiset (viranomaisvalvonta)

Kuva 17. Omavalvonnan hyödyt yritykselle ja työntekijöille.

3.5 TUOTANNON TARKKAILUJÄRJESTELMÄ

Elintarvikkeiden turvallisuuden varmistamiseksi on tuotantoprosessille kehitetty HACCP-järjestelmä (Hazard Analysis Critical Control Point). HACCP-ajattelu perustuu prosessiin liittyvien riskien analysointiin ja siitä seuraavaan kriittisten pisteiden valvontaan. HACCP soveltuu sekä uusiin ja toiminnassa oleviin tuotantoprosesseihin että yksinkertaisten ja monimutkaisten prosessien valvontaan. Vaaratekijä voi olla mikrobiologinen, kemiallinen tai fysikaalinen. Kriittinen valvontapiste on kohta, vaihe, valmistusaine, toiminta tai menettelytapa, jossa valvontaa suorittamalla pystytään poistamaan vaara tai pienentämään sen ilmenemisen todennäköisyyttä (Kalahygieniapäätös 1996, Huss 1994). Tyypillisiä kriittisiä valvontapisteitä ovat esim. tuotteiden lämpö- ja kylmäsäilytys, kylmäsäilytyksen kesto ja lämpötila, pakastus, siivous- ja puhdistustoimenpiteet sekä tuotanto- ja henkilöstöhygieniat. Taulukossa 5 on esitetty esimerkkinä tuoreen

tai jätetyn kalan prosessoinnille määritetyt kriittiset valvontapisteet valvontamenetelmin (Huss 1994) ja taulukossa 6 kylmäsavustetun lohen prosessoinnille määritetyt kriittiset valvontapisteet valvontamenetelmin (Huss 1994). Liitteissä 1 ja 2 on esitetty tarkemmin HACCP-järjestelmän soveltamista savusiian tuotantoon (Hattula & Kinnunen 1996).

Taulukko 5. HACCP-järjestelmän soveltaminen tuoreen tai jätetyn kalan tuotantoon (Huss 1994).

Vaihe	Vaara	Ehkäisevä menetelmä	Turvallisuusaste ²
Kalaveden valinta			
Elävä kala	Kontaminaatio ¹	Ympäristön valvonta	CCP2
Pyydyttäminen	Bakteerien kasvu	Aika-lämpötilavalvonta	CCP1
Jäähdyttäminen	Bakteerien kasvu	Aika-lämpötilavalvonta	CCP1
Säilytys ja kuljetus satamaan	Kontaminaatio ja/tai bakteerien kasvu	Hygieeninen käsittely Aika-lämpötilavalvonta	CP CCP1
Raaka materiaali	Huonolaatuinen	Varmistaa toimittajan luotettavuus Aistinvarainen arviointi	CCP1 CCP2
- varastointi - pesu - fileointi - nahan poisto	Loiset	Välineiden sterilointi	CCP2
Prosessointi	Bakteerien kasvu Kontaminaatio	Aika-lämpötilavalvonta Hygieeninen käsittely Veden laatu Sanitointi	CCP1 CP CCP1 CP
Pakkaus	Pilaantuminen (hapettuminen)	Pakkausmateriaali/vakuumi	CCP1
Jäähdytys	Bakteerien kasvu	Aika-lämpötilavalvonta	CCP1
Pakastus	Kemiallinen/autolyttinen pilaantuminen	Aika-lämpötilavalvonta	CCP2

¹ Kontaminaatio patogeeneista, biotoksiineista, loisista ja kemikaaleista

² Turvallisuusaste: CP on yleinen valvontapiste

CCP1 on vaaran esto tai poistaminen

CCP2 on vaaran vähentäminen ja viivästyttäminen

Taulukko 6. HACCP-järjestelmän soveltaminen kylmäsavustetun lohen tuotantoon (Huss 1994).

Vaihe	Vaara	Ehkäisevä menetelmä	Turvallisuusaste ¹
Ennen kalanjalostuslaitosta	katso taulukko 5	katso taulukko 5	katso taulukko 5
Raaka-aineen vastaanotto	Ala-arvoinen laadultaan	Varmistaa luotettava toimittaja	CCP2
- pesu			
- fileointi			
- suolaus	Suolapitoisuus joko liian korkea tai liian alhainen (esim. ei-kelvollinen maku tai riski <i>C. botulinum</i> kasvulle tai myrkytölle)	Visuaalinen suolausprosessin seuranta ja laitteet suolapitoisuuden määrittämiseksi suolavedestä ja tuotteesta.	CCP2
- savustus			
- pakkaus	Pilaantuminen (hapettuminen, mikrobiologinen pilaantuminen)	Pakkausmateriaalien ja -menetelmän (vakuumi) seuranta	CCP1
Kaikki prosessivaiheet	Bakteerien kasvu Kontaminaatio	Aika-lämpötilavalvonta Tuotantohygienia Veden laatu Sanitointi	CCP1 CCP2 CCP1 CCP2
Jäähdytys	Bakteerien kasvu	Aika-lämpötilavalvonta	CCP1
Jakelu	Bakteerien kasvu	Aika-lämpötilavalvonta	CCP1

¹ Turvallisuusaste: CP on yleinen valvontapiste
CCP1 on vaaran esto tai poistaminen
CCP2 on vaaran vähentäminen ja viivästyttäminen

Tuotannon tarkkailujärjestelmään kuuluu myös laadunvarmistus eli toimenpiteet, jotka tähtäävät tuotteen hyvään laatuun. Laadunvarmistus tapahtuu käytännössä laadunvalvonnan avulla. Laadunvalvonta koskee raaka-aineita, pakkausmateriaaleja, välituotteita, lopputuotteita, tuotantomenetelmiä ja -välineitä ja hygieniakontrollia. Laadunvalvonta voidaan tehdä aistinvaraisin menetelmin käyttäen näkö-, tunto-, haju- ja makuaistia. Aistinvarainen arviointi on herkkä ja nopea esim. kalan ja kalatuotteiden laadun määrittämismenetelmä. Tällöin voidaan kalassa todeta nopeasti esim. loiset, vanhentumisen aiheuttama pilaantunut haju tai ympäristön aiheuttama virrehaju ja -maku (kemikaalimainen, öljymäinen jne.). Raaka-aineille, väli- ja lopputuotteille tarkempi arviointi saadaan kuitenkin käyttäen mikrobiologisia menetelmiä, kuten maljaviljelyä, luminesenssimenetelmää, sähkönjohtokyvyn mittausta, kolorimetriaa ym. (Gram 1992).

Pakkaajan on pyydettävä käytettävien pakkausmateriaalien toimittajalta kirjallinen selvitys, vakuutus tai todistus tuotteen elintarvikekelpoisuudesta määrättyyn käytötarkoitukseen. Näin estetään haitallisten aineiden siirtyminen materiaalista tai tarvikkeesta elintarvikkeeseen. Siirtyvät yhdisteet ovat usein vaarattomia mutta

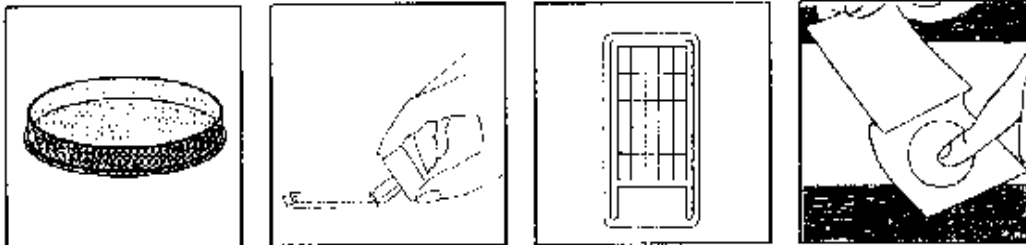
voivat toisinaan huonontaa elintarvikkeen aistinvaraista laatua, kuten makua, hajua ja ulkonäköä, tai olla jopa terveydelle haitallisia (Sipiläinen-Malm 1996).

3.6 HYGIENIAN VALVONTAMENETELMÄT

Tuotantolinjojen ja laitteiden hygieniatasoa voidaan valvoa tutkimalla joko käsittelyn läpikäynyttä elintarviketta tai suoraan laitteiden, välineiden tai pöytätasojen pintoja (Hygieniaopas 1994). Elintarvikkeiden mikrobimäärät voivat lisääntyä elintarvikkeen kanssa kosketuksissa olevien pintojen kautta (käsien, välineiden, laitteiden ym.).

Tuotantolinjoilta ja laitteista tehtävät mikrobiologiset tarkastukset pesun ja desinfioinnin jälkeen paljastavat, onko puhdistus tehty kunnolla. Näytteet on hyvä ottaa varsinkin elintarvikkeen kanssa suoraan kosketuksessa olevista pinnoista, laitteista, työvälineistä, pakkausmateriaaleista ja -laatikoista (Pintahygieniaopas 1996). Näytteet otetaan juuri ennen tuotannon aloittamista ja/tai siivouksen jälkeen (siivouksen puhtauden riittävyys). Ennen tuotannon aloittamista ja tuotannon aikana on hyvä tehdä silmämääräinen tarkistus yleisestä siisteydestä ja henkilökunnan hygieniasta. Hygienianäytteitä voidaan ottaa tuotantolinjan lisäksi käsin kosketeltavista pinnoista, kuten ovista, vaa'ista sekä varastoista ja säilytystilojen pinnoilta (Pintahygieniaopas 1996). Myös erilaiset tilat, kuten esim. kylmävarastot ja tavaroiden säilytystilat, voivat olla mikrobiologisen kontaminaation aiheuttavia kohtia.

Erilaiset pinta- ja puhtausnäytteiden ottamismenetelmät on esitetty käyttäen apuna Pintahygieniaopasta (1996) ja laboratoriotarvikeyritysten mainoslehtisiä. Laboratoriotarvikeyrityksiltä löytyy erilaisia kaupallisia kosketusmenetelmään perustuvia valmisteita. Yleisesti käytössä olevat pinnan koskettamiseen perustuvat pinta- ja puhtausnäytteiden ottomenetelmät eroavat toisistaan ulkonäön (kuva 18) ja määritettävien mikrobien suhteen. Taulukossa 7 esitetään miten näytteenotto tapahtuu eräillä kaupallisilla valmisteilla.



Kuva 18. Kaupallisia pintahygienian määrittämenetelmiä kosketusmenetelmällä: Kontaktimalja, Hygicult® (HYcheck® lähes samanlainen), Hycon™ ja Petrifilm™.

Taulukko 7. Käytäntöön soveltuvat pintahygienian määrittämenetelmät.

Menetelmä:	Näytteenotto:
Kontaktimalja	Maljan kansi avataan → Elatusainepinta painetaan tutkittavaan kohteeseen n. 3 sekunniksi → Kansi suljetaan → Kasvatus Kostutetulla vanutikulla sivellään tutkittavasta pinnasta tietynkokoinen alue käyttäen apuna kehystä, jonka jälkeen joko a) → Vanutikulla sivellään elatusaineen pintaa → Kasvatus tai b) → Vanutikku laitetaan steriiliä liuosta sisältävään koeputkeen → Suoritetaan viljely elatusainemaljoille → Kasvatus
HYcheck™ Hycon® Hygicult®	Otetaan muovilevy putkesta → Painetaan elatusainepinta ¹ tutkittavaan kohtaan tai vanutikulla sivellään ensin tutkittavaa kohtaa ja sitten elatusainepintaa → Laitetaan levy takaisin putkeen → Kasvatus
Petrifilm™	Petrifilm-alustan päällyskalvo nostetaan ylös ja alusta kostutetaan 1 ml:lla steriiliä laimennusliuosta → Alusta painetaan tutkittavaan kohteeseen (alusta taipuisa, joten pinnan ei tarvitse olla suora) → Kasvatus

¹ = HYcheck™ :ssä ja Hygicult® :ssa on taipuisa nivel, kun taas Hycon™ -levy taipuu koko pituudeltaan

Se, käytetäänkö näytteenottamisessa kosketusmenetelmää vai steriiliä vanutikkua, on riippuvainen näytteenottokohdasta. Vaikeasti saavutettavista kohdista näyte otetaan vanutikun avulla, kun taas kosketusmenetelmä sopii vain tasaisille pinnoille. Kosketusmenetelmän ja vanutikkumenetelmän etuja ja haittoja esitetään taulukossa 8.

Taulukko 8. Pinta- ja puhtausnäytteiden ottamisessa käytettävien kosketusmenetelmän ja vanutikkumenetelmän edut ja haitat (Pintahygieniaopas 1996).

Menetelmä:	Edut:	Haitat:
• <u>Kosketus-</u> :	- yksinkertainen - helppo suorittaa - halpa	- vain tasaisille pinnoille - tulokset epätarkkoja
• <u>Vanutikku-</u> :	- sopii lähes kaikille pinnoille - tulokset tarkkoja	- edustavan näytteen otto hankalaa - pinta-alan määrittäminen voi olla vaikeaa (esim. savustusritilät) - näytteenotto vaatii kokemusta ja huolellisuutta (esim. tupolla painettava pintaan tietyllä voimalla ja tuppo laitettava koeputkeen ilman kontaminaatiota) - viljely elatusainemaljoille laboratorio-olosuhteissa - hidas, työläs - kallis

Kontaktimalja, HYcheckTM, Hycon[®], Hygicult[®] ja PetrifilmTM soveltuvat sisältämästään elatusaineesta riippuen joko bakteerien kokonaismäärän tai spesifisten mikrobilajien määrittämiseen. Kaupallisten menetelmien spesifisillä elatusaineilla voidaan määrittää mm. koliformisten bakteerien, β -glukuronidaasia tuottavien bakteerien (*E. coli*-, *Shigella*-, eräät *Salmonella*-, *Edwardsiella*- ja *Yersinia*-sukujen lajit), enterobakteerien (suolisto-peräiset) tai hiivojen ja homeiden pitoisuuksia. Kaupallisen kontaktimaljan elatusaineena on bakteerien kokonaismäärän määrittämiseen soveltuva alusta, mutta maljoja voidaan myös ostaa tyhjinä ja valmistaa niihin itse haluamansa mikrobien elatusaine (esim. Oxford-alusta *Listeria* määrittämiseen). Jos kontaktimaljat valmistetaan itse, menetelmä on työläs ja toisaalta tarvitaan erilaisia laboratoriolaitteita ja -välineitä (esim. vaaka, autoklaavi tai paineastia, erlenmeyerit tai lasipulloja jne.).

Bakteerimäärittämissä varten alustoja on kasvatettava (= inkuboitava) joko huoneenlämmössä tai lämpökaapissa (25 – 37 °C) riippuen määrittämisestä (HUOM! Noudata aina käyttämäsi valmisteen käyttöohjeita!). Bakteerien kokonaismäärittämissä varten alustoja kasvatetaan 5 vuorokautta huoneenlämmössä, mikä soveltuu sekä kylmätiloista että huoneenlämmöistä otetuille näytteille, tai 2 – 3 vuorokautta 30 °C:ssa. Likaisten alueiden näytteillä voi jo yhdenkin vuorokauden

kasvatuksen jälkeen näkyä pesäkkeitä. Huoneenlämmöstä otettuja näytteitä voidaan kasvattaa myös 35 °C:n lämpötilassa, jolloin tulos on luettavissa 24 - 48 tunnin kuluttua. Myös hiivat ja homeet kasvatetaan huoneenlämmössä ja niiden kasvatusaika on 3 – 5 vuorokautta. Koliformiset ja enterobakteerit kasvatetaan 35 °C:ssa 24 – 48 tuntia.

Kasvatuksen jälkeen tulkitaan tulokset yleensä vertaamalla elatusaineella kasvaneiden pesäkkeiden tiheyttä mallitauluun tai laskemalla pesäkkeiden lukumäärä esim. maljaa, petrifilmiä tai 1 cm²:ä (ruutu maljalla tai petrifilmillä) kohti. Tulokset ilmoitetaan pmy-yksiköinä (pmy = pesäkettä muodostava yksikkö) cm²:ä kohti. Vaaditut hygieniatasot määräytyvät kohteiden toiminnan ja viranomaismääräysten mukaan. Kontaktimaljat ja muut pintahygienian määrittämissä menetelmissä, joissa on bakteeriviljelmiä, pitää AINA hävittää, jotta mikrobeille ei olisi sopivia kasvualustoja ja toisaalta mikrobit eivät pääsisi leviämään ympäristöön! Tuhoaminen tapahtuu upottamalla käytetyt valmisteet (korkit auki putkista tms.) desinfiointiliuokseen (esim. puhdas alkoholi) yön yli, autoklavoimalla (autoklavoitavassa pussissa tai astiassa) tai polttamalla noudattaen viranomaismääräyksiä.

Kosketusmenetelmät eli kontaktimalja, HycheckTM, Hycon[®], Hygicult[®] ja PetrifilmTM, ovat hitaita määrittämissä menetelmissä, koska elatusaineilla kasvavat bakteeripesäkkeet nähdään silmin yleensä aikaisintaan vuorokauden kuluttua näytteenotosta. Tämän vuoksi on kehitetty erilaisia pikamenetelmiä ja laitteita, joilla tulos saadaan heti tai viimeistään saman vuorokauden aikana. Pikamenetelmät eivät suoranaisesti ilmoita mikrobien määriä vaan ne mittaavat jotain mikrobeihin liittyvää ominaisuutta, kun taas kontaktimenetelmillä saadaan selville elävien (elatusaineella lisääntymiskykyisten) mikrobien määrä. Kontaktimenetelmän etuna on halpa hinta verrattuna pikamenetelmiin ja erilaisiin laitteisiin. Taulukossa 9 on kaupallisten kontaktimenetelmien valmistajia tai maahan-tuojia ja keskimääräisiä hintoja.

Taulukko 9. Pintahygieniamäärityksessä käytettäviä kaupallisia kontaktimenetelmiä ja niiden hintoja (HUOM! Hinta voi vaihdella määritettävien mikrobien mukaan).

Tuotenimi	Valmistaja tai edustaja	Hinta (alv-0%)
HYcheck™	DIFCO/Instrumed	n. 13 mk/kpl
Hycon®	Biotest/Oy Plastic Trade Ab	n. 10 mk/kpl
Hygicult®	Orion Diagnostica	7 - 8 mk/kpl
Petrifilm™	3M/Labsystems	4 - 10 mk/kpl
Kontaktimalja	Orion Diagnostica	n. 15 mk/kpl
Kontaktimalja (itse tehty)		
- materiaalit		
- agar (150 - 500 mk/500 g) ¹		
eli n. 0,15 - 1 mk/malja		
- tislattu vesi		n. 2 - 3 mk/kpl ²
- maljat (n. 1,80 mk/kpl)		
- välineet tai laitteet		
- erlenmeyer tai lasipullo		
- vaaka		
- autoklaavi tai paineastia		

¹ = Hinta riippuu agarista ja toisaalta 500 g agaria (elatusainetta) riittää n. 500 - 1 000 maljaan.

² = Hintaan lisättävä työstä muodostuvat kustannukset sekä tarvittavien laitteiden kustannukset.

Pikamenetelmät ja laitteet perustuvat lähinnä yleisen hygieniatason määrittämiseen eivätkä suinkaan tiettyjen bakteerien määrittämiseen, ja niiden haittana on korkea hinta (alkaan 1 000 mk). Esimerkiksi luminesenssimenetelmä perustuu valon mittaamiseen. Orgaanisen lian ja mikrobien sisältämästä energiasta eli ATP:stä (adenosiinitrifosfaatti) muodostuu valoa kemiallisessa reaktiossa ja mitä enemmän on likaa ja mikrobeja, sitä voimakkaampi on valo. Valoisuutta mitataan erityisellä mittalaitteella eli luminometrillä, ja tulokset saadaan jo muutamassa minuutissa. Luminesenssimenetelmän haittana on luminometrin korkea hinta (n. 20 000 mk). Muita pikamenetelmiä ovat esim. mikroskopointiin perustuvat menetelmät (esim. epifluoresenssimikroskopia), värinpelkistysreaktioon perustuva kolorimetria sekä impedanssin tai sen komponenttien, kapasitanssin ja konduktanssin, muutokseen perustuvat menetelmät (Manninen & Mattila-Sandholm 1992).

Mikrobiologisia menetelmiä käytetään, kun halutaan osoittaa laitoksen tietty hygieniataso. Jos yrityksellä itsellään ei ole resursseja, se voi käyttää kunnallisten laboratorioden tai VTT:n palveluja.

3.7 KALOISSA ESIINTYVÄT TAUDINAIHEUTTAJA- BAKTEERIT JA NIIDEN EHKÄISEMINEN

Haitallisten mikrobien, kuten *C. botulinum* -bakteerin, kasvu estetään yleensä fyysikaaliskemiallisin menetelmin, mutta olosuhteiden hallinta ei välttämättä estä haitallisten psykrofiilisten bakteerien kuten, *L. monocytogenes*, *Aeromonas* spp. ja *Yersinia* spp., kasvua (Gibson 1992). Nämä bakteerit pystyvät kasvamaan kylmässä ja kiinnittymään lujasti pintoihin suojautuen täten pesu- ja puhdistustoimilta.

L. monocytogenes on luonnossa yleisesti esiintyvä bakteeri, jota esiintyy kalojen pintalimassa ja sisälmyksissä ja joka pesiytyy niistä helposti laitokseen. *L. monocytogenes* tuhoutuu helposti kuumennettaessa, joten lämpökäsitellyt tuotteet ovat kuluttajille turvallisempia. Ongelmana *L. monocytogenes* on kalavalmisteissa, jotka syödään kylminä, kuten savustetut ja graavatut kalat, mäti ja haarukkapalat. Huomioitavaa on, että *L. monocytogenes* -bakteeria on tavattu kylmäsavustettujen tuotteiden lisäksi kuumasavustetuista tuotteista (Gibson 1992). *L. monocytogenesin* aiheuttama tauti (listerioosi) on vaarallinen yleensä lapsille, vanhuksille ja immunitetiltaan vajaille henkilöille ja aiheuttaa esim. raskaana oleville naisille keskenmenon. Parhaat keinot *L. monocytogenesin* estämiseksi ovat laitoksen perusteellinen puhdistus, sanitointi ja kalan ristiinkuljetusten välttäminen, ja koska bakteeri leviää myös ilman kautta, käsittelyhuoneen ilman suodattamisella voidaan estää bakteerin pääsy tuotteisiin.

C. botulinum ei kasva ihmisessä kuten *L. monocytogenes*, vaan se tuottaa elintarvikkeeseen lisääntymisensä aikana botuliinitoksiinia, joka on tappava hermomyrky. Vakuumi- ja suojakaasupakkaaminen eli hapettomat olosuhteet edistävät *C. botulinum* -bakteerin kasvua ja toksiinien muodostumista (Gibson 1992). Botuliinitoksiini tuhoutuu kuumennettaessa, joten se on kylminä syötävien kalavalmisteiden ongelma, kuten esim. kylmä- tai kuumasavustetut tai graavatut tuotteet tai riittämättömästi kuumennetut kalasäilykkeet. *C. botulinum* -bakteerin toksiinien muodostumisen estämiseksi luonnollisin keino on pitää tuotteen

lämpötila alle +3 °C:ssa (Gibson 1992). Yleinen käsitys on, ettei *Clostridium botulinum* -bakteerin kasvun ja toksiinin muodostuksen estämisessä voida luottaa pelkästään kylmäketjun alle 3,3 °C:n lämpötilaan, koska tätä lämpötilaa ei aina varmasti voida taata. Jatkuvasti alhaisen lämpötilan ylläpidon vaikeus korostuu vähittäiskauppatuotteissa. Myös säilöntäaineiden (mm. nitraatin) on todettu estävän *C. botulinum* -bakteerin kasvua. Täyssäilykkeissä *C. botulinum* itiöt tuhoetaan autoklavoinnilla (lämpötila 120 °C). Kuumennettavien tuotteiden kohdalla on tärkeää muistaa riittävä kuumennus-aika ja -lämpötila.

Tuoreeseen kalaan ja kalavalmisteisiin liittyvät aina mikrobiologiset riskit, joiden merkitys korostuu, jos käytetään vakuumi- tai suojakaasupakkausta. Mikrobiologisten riskien hallintaan on kuitenkin olemassa mm. CCFRAn (Campden & Chorleywood Food Research Association) suositukset, jotka toteavat, että seuraavia tekijöitä tulisi käyttää joko yhdessä tai yksinään, jos kylmäsäilytettävälle (3 – 8 °C) elintarvikkeelle halutaan turvallisesti yli 10 päivän säilyvyys (Betts 1996):

- 10 minuutin lämpökäsittely 90 °C:ssa tai vastaava
- pH alle 5 kauttaaltaan, joka kohdassa ruokaa
- suolapitoisuus vähintään 3,5 % vesiosassa kauttaaltaan, joka kohdassa ruokaa
- a_w alle 0,97 kauttaaltaan, joka kohdassa ruokaa
- lämpökäsittelyn ja säilyttävien tekijöiden yhdistäminen, jolla on voitu osoittaa pysyvästi bakteerin kasvun ja toksiinin muodostuksen estyminen.

Edellä luetelluista suosituksista on todettava, että näiden pohjalta tuotteita valmistettaessa menetetään kalan maku- ja ravitsemuksellisia ominaisuuksia. Kalaa joudutaan joko keittämään liian pitkään tai se on liian suolaista, jolloin sen aistittavat ja ravitsemukselliset ominaisuudet kärsivät. Tulevaisuudessa kalan ja kalavalmisteiden säilyvyys ja turvallisuus tulevat perustumaan viimeksi mainittuun tekijään, kun uusia säilyvyyttä lisääviä menetelmiä kehitetään. Edellä esitetyt keinot eivät ole kuitenkaan mahdollisia tuoreella kalalla. Tästä syystä tuoretta kalaa ja kalavalmisteita ei tulisi säilyttää yli kymmentä vuorokautta, jos lämpötila on yli 3 °C (Betts 1996).

3.8 TUHOELÄINTEN TORJUNTA

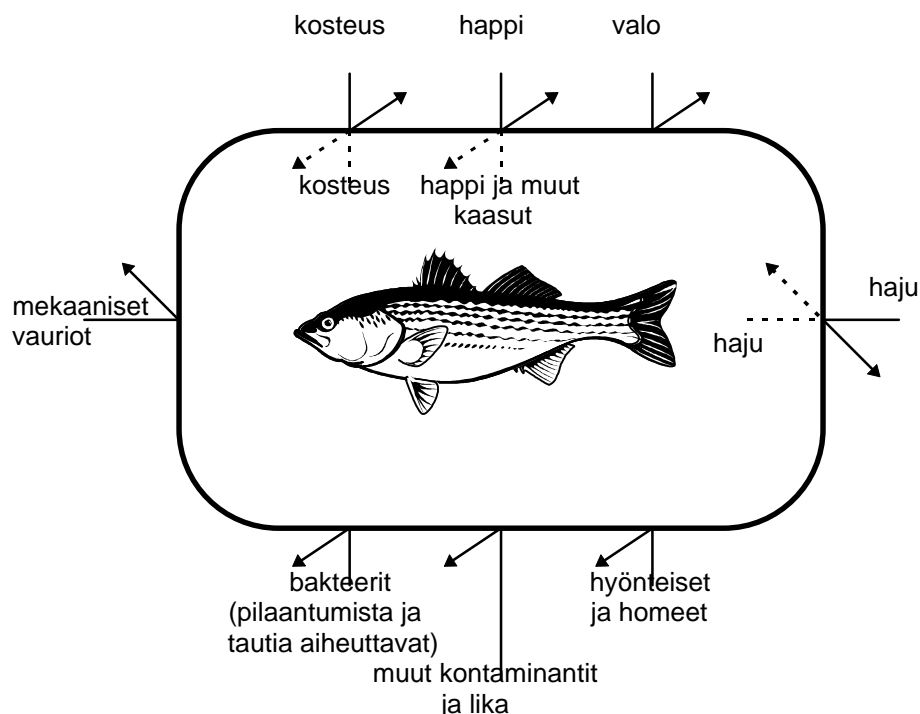
Tuhoeläinten pääsy tuotantolaitokseen estetään tiiviillä rakenteilla sekä syöteillä, pyydyksillä ja myrkyillä (Amerikkalainen opetusvideo 1996c). Käytettävän torjuntamenetelmän käyttöohjeita on aina noudatettava tarkasti. Heitteille jätetty ruoka ja syötävä jäte kiinnostavat aina kutsumattomia vieraita, kuten rottia, karpäsiä, torakoita ym. tuholaisia. Sen takia jätteiden säilytyspaikka on pidettävä puhtaana ja jätteet tiiviissä säiliöissä tai laatikoissa.

Käytettäessä tuotantolaitoksessa tuhoeläinten torjuntaan kemikaaleja, myrkkyjä ja aerosoleja ym. on elintarvikkeet aina suojattava. Tuhoeläinten torjumisessa ei saa käyttää liikaa tai väärin kemikaaleja tai myrkkyjä. Karpästen torjumiseksi voidaan ikkunoihin panna verkot tai käyttää valopyydyksiä, liimanauhaa ym. Kuolleet karpäset poistetaan tietyin väliajoin ja liimanauhat ja lamput vaihetaan riittävän usein. Aerosoleja käytetään ennen prosessointia (lyhyt vaikutusaika) ja sen jälkeen on laitteet ja työvälineet puhdistettava mahdollisesti jääneestä hyöteismyrkystä tai kuolleista karpäsistä. Rottien pyydystämisessä käytetyt myrkkysyötit ja loukut täytyy tarkistaa usein ja poistaa niihin jääneet eläimet.

4 VÄHITTÄISPAKKAAMINEN

Kala voidaan myydä kuluttajalle joko pakkaamattomana (jäitettynä) tai vähittäispakattuna. Vähittäispakatut tuotteet säilytetään kylmältaissa, jolloin ei tarvita jäitä ja toisaalta kuluttaja voi helposti poimia ne mukaansa.

Vähittäispakkaamisella suojataan tuotetta ulkoisilta vaikutuksilta (kolhuilta, kosteudelta, hapelta, valolta, hajuilta, mikrobikontaminaatioilta, lialta ja tuhoeläimiltä) (kuva 19). Samalla kun pakkaus suojelee tuotetta ulkoisilta tekijöiltä, se pitää sisällään kosteuden, kaasut (kaasupakkauksessa hiilidioksidin ja typen) sekä kalasta irtoavan hajun. Pakkauksella voidaan myös lisätä tuotteen säilyvyyttä esim. muuttamalla tuotetta ympäröivä kaasupitoisuus mikrobien kasvua estäväksi (esim. kaasupakkaus tuoreilla kalafileillä). Muunnettuun ilmakehään pakkaamisen (MAP eli modified atmosphere packaging) muotoja ovat vakuumi- ja suojakaasupakkaus sekä aktiivinen pakkaus.



Kuva 19. Pakkauksen kalaa suojelevat vaikutukset (Subasinghe 1993).

4.1 PAKKAUSTAVAT

4.1.1 Alustakäärepakkaus

Alustakäärepakkaaminen on perinteinen kalan pakkaamistapa, joka toimii hyvin lyhyissä jakeluketjuissa. Alustakäärepakkaamisessa tuote asetetaan alustalle, jonka ympärille kääritään tiukka muovikalvo. Alustamateriaalina käytetään esim. muovia, polystyreeniä, pahvia tai puukuitua. Pakkauksen ympärille käärittävän muovikalvon on tartuttava itseensä ja alustaan, jotta pakkauksesta saadaan tiivis. Yleensä käytetty muovikalvo on hyvin happea läpäisevä, jolloin aerobisten bakteerien kasvu luodaan hyvät olosuhteet. Alustakäärepakkaaminen kuluttaa paljon pakkausmateriaalia eikä sillä lisätä kalojen säilyvyyttä niin hyvin kuin uudemmilla pakkaustavoilla.

4.1.2 Vakuumpakkaus

Vakuumpakkaamisessa (eli tyhjiöpakkaamisessa) tuote laitetaan pakkausmateriaaliin, jolla on hyvin alhainen hapenläpäisy, tämän jälkeen pakkauksesta poistetaan ilma ja pakkaus suljetaan, jolloin tuotteen ympärille jää erittäin vähän happea. Tästä on seurauksena happea tarvitsevien mikrobiologisten, biokemiallisten ja kemiallisten reaktioiden hidastuminen, jolloin tuotteiden laatu säilyy pidemmän aikaa kuin samanlaisten ei-vakuumi-pakattujen tuotteiden (Whittle ym. 1990). Vakuumpakkaaminen ei sovi tuotteille, jotka menevät kasaan helposti, joista irtoaa paljon nestettä, jotka rutistuvat tai joissa on teräviä kulmia (rikkovat pakkauksen) (Dinglinger 1986). Vakuumpakkausta käytetään pääasiassa savustetuilla ja suolatuilla kaloilla ja kalatuotteilla. Anaerobiset olosuhteet ja korkea lämpötila varastoinnin aikana lisäävät *C. botulinum* -riskiä. Tämän vuoksi vakuumiin pakattujen tuotteiden kohdalla on tärkeää muistaa säilytys alhaisessa lämpötilassa, 0 – 3 °C:ssa.

Vakuumpintapakkaaminen (engl. skinvacuum) on melko uusi menetelmä, jossa pakkauksen yläkalvo asettuu vakuumin avulla tuotteen muodon mukaisesti. Tuote (esim. kala) toimii muottina pakkausta muodostettaessa. Tiukka pakkaus tuotteen ympärillä lisää säilyvyyttä estäen ilmataskujen jäämisen pakkaukseen ja pitäen kaiken irtoavan lihasnesteen sisällä, samalla estäen tuotteen kutistumista ja painon vähentymistä (Lee 1993). Vakuumpintapakkaaminen vaatii kalliit laitteet ja pakkausmateriaalit ja se soveltuu lähinnä savustetuille kaloille ja kalatuotteille.

4.1.3 Suojakaasupakkaus

Suojakaasupakkaamisessa pakkauksen sisällä oleva normaali ilma (21 % O₂ ja 79 % N₂) korvataan yhdellä kaasulla tai kaasuseoksella. Kaasupakkauksien kalojen säilyvyyttä lisäävä vaikutus perustuu mikrobiologisen pilaantumisen ja hapettumisreaktioiden estämiseen tai hidastamiseen. Kaasupakkauksella ei voida estää entsymaattisia pilaantumisreaktioita. Suojakaasupakkaaminen on kalliimpi pakkaustekniikka kuin alustakäärepakkaaminen, koska siinä tarvitaan edistyneempiä pakkauslaitteita, erikoiskaasuja ja kaasuja läpäisemättömiä pakkausmateriaaleja ja toisaalta kaasutilavuus pakkauksessa lisää varastointi- ja kuljetuskustannuksia (Randell & Ahvenainen 1994). Vuotavaa suojakaasupakkausta on vaikea huomata, kun taas vakuumpakkauksen vuotamisen havaitsee helposti (Ahvenainen 1989).

Kalojen kaasupakkauksessa käytetään pääasiassa hiilidioksidia ja typpeä ja vähän tai ei lainkaan happea. Hiilidioksidin tehtävänä pakkauksessa on estää aerobisten bakteerien ja hiivojen kasvua (Farber 1991). Hiilidioksidin on todettu estävän pilaajabakteerien kasvua pakkauksen avaamisen jälkeenkin (Ahvenainen 1989). Hiilidioksidin haittana on, että se liukenee hyvin sekä veteen että muihin nesteisiin, jolloin pakkaukseen muodostuu vakuumi ja pakkaus painuu kasaan (Parry 1993). Lisäksi liian korkea hiilidioksidipitoisuus aiheuttaa lihasnesteen irtoamista sekä metallista tai hapanta virrehajua ja -makua (Fey & Regenstein 1982, Ahvenainen & Lindroth 1986). Usein virrehajut häviävät, kun kalat otetaan pakkauksista ja niiden annetaan tuulettua (Randell & Ahvenainen 1994). Typpeä

käytetään kaasupakkauksessa, koska se on hajuton ja inertti kaasu, joka ei vaikuta bakteerien kasvuun eikä reagoi elintarvikkeen kanssa. Typen tehtävänä kaasupakkauksessa on estää hapettumisreaktioita ja aerobisten bakteerien kasvua syrjäyttämällä happi tuotteen ympäriltä (Jones 1989, Ahvenainen 1991, Farber 1991). Lisäksi typpi estää pakkauksen kokoonpainumista, koska se liukenee huonosti veteen ja täten esim. pakattuun kalatuotteeseen. Hapen tarkoituksena pakkauksessa on estää anaerobisten bakteerien kasvua. Hapeta ei kuitenkaan saa pakkauksessa olla liikaa, koska se edistää aerobisten pilaajabakteerien kasvua sekä aiheuttaa rasvojen hapettumista.

Rasvattomille kaloille (esim. siialle) suositellaan kaasuseosta, jossa on 40 % hiilidioksidia, 30 % typpeä ja 30 % hapeta, ja rasvaisille (esim. lohi ja silakka) sekä savustetuille kaloille seosta, jossa on 60 % hiilidioksidia, 40 % typpeä ja 0 % hapeta (Cann 1984, Robertson 1993). Tuoreille ahven- ja silakkafileille sopivaksi hiilidioksidipitoisuudeksi on todettu 40 % ja kuha- ja kirjolohifileille hieman korkeampi 60 %, koska kuhasta ja kirjolohesta ei irronnut lihasnestettä niin herkästi (Randell ym. 1995 ja 1996b, Lyijynen 1996). Muu osa kaasusta oli typpeä. Tutkimuksissa ahven- ja kuhafileiden kaasupakkauksissa kaasun määrä suhteessa tuotteen määrään oli 60 ml/100 g kalaa ja vastaavasti silakka- ja kirjolohifileillä kaasun määrä suhteessa tuotteen määrään oli 100 ml/100 g kalaa. Mikäli tutkimuksissa olisi käytetty korkeampaa kaasun määrää suhteessa tuotteen määrään, olisi hiilidioksidipitoisuuksien pitänyt mahdollisesti olla pienemmät lihasnesteen irtoamisen estämiseksi.

Kirjallisuudessa on esitetty sopivaksi suojakaasutilan suuruudeksi 300 ml/100 g kalaa (Cann 1984). Tällöin pakkaukset vievät kuitenkin suuren tilan ja mm. varastointi- ja kuljetuskustannukset lisääntyvät. Jos kaasun määrä suhteessa tuotteen määrään on liian pieni, ei sillä ole kalojen säilyvyyttä lisäävää vaikutusta. Randellin ym. (1995) mukaan tuoreiden kalojen suojakaasupakkauksen kaasun määräksi suhteessa tuotteen määrään riittää 100 ml/100 g tai jopa 40 ml/100 g. Kun kaasun määrä suhteessa tuotteen määrään oli 1:1, säilyivät raa'at kirjolohifileet aistinvaraisesti arvioituna yhdeksän vuorokautta (vakuumipakatut kalat < 9 vrk) ja raa'at silakkafileet kahdeksan päivää (vakuumipakattuna < 6 vrk).

Kun kaasun määrä suhteessa tuotteen määrään oli 40 ml/100 g, säilyivät kaasupakatut silakka- ja kirjolohifileet yhtä hyvin kuin vakuumpakatut fileet. Tuoreille ahven- ja kuhafileille parhaimmaksi kaasutilavuuden suuruudeksi todettiin 60 ml/100 g kalaa (Lyijynen 1996).

Myös muiden kaasujen, kuten hiilimonoksidin, etyleenin, propyleenin, argonin ja asetyleenin, käyttöä on tutkittu. Esimerkiksi Randell ym. (1997) tutkivat argonin käyttöä raakojen silakka- ja kirjolohifileiden kaasupakkaamisessa. Argonin ei todettu lisäävän fileiden säilyvyyttä verrattuna hiilidioksidi-typipikaasuseokseen. Argon ei myöskään ole käyttökelpoinen korkean hintansa vuoksi.

4.1.4 Aktiivinen pakkaus

Aktiivisessa pakkaamismenetelmässä voidaan pakkauksesta poistaa pilaantumista edistäviä aineita, kuten happea tai eteeniä, tai lisätä pakkaukseen elintarvikkeen mikrobiologista tai kemiallista säilyvyyttä lisääviä aineita, esim. hiilidioksidia tai hapettumisen estoaineita (Ahvenainen & Vaari 1995). Aktiivisissa pakkauksissa ilmakehä ei muutu pakkaushetkellä vaan vasta jonkin ajan kuluttua pakkaamisesta tai koko tuotteen elinkaaren ajan. Aktiivinen pakkaaminen on yksinkertainen menetelmä pakkauksen kaasupitoisuuden muuttamiseksi, jolloin ei tarvita kalliita kaasupakkauslaitteita ja -materiaaleja. Tästä syystä aktiivinen pakkaaminen sopiikin hyvin pienille yrityksille.

Reagenssi, jolla saadaan aikaan muutos pakkauksen ilmakehässä, voi olla joko erillisessä pienessä pussissa tai yhdistettynä pakkausmateriaaliin. Erillinen pieni reagenssipussi pakkauksen sisällä lisää pakkaamisaikaa ja toisaalta kuluttajat voivat oudoksua reagenssipussia. Reagenssipussi voi parhaimillaan olla etiketin, tarran tai korkin tavoin pakkaukseen kiinnitettävissä, mutta tulevaisuudessa valmistajat pyrkivät liittämään reagenssit suoraan pakkausmateriaaliin (Vaari ym. 1994). Oikein mitoitettu hapenpoistaja laskee hapen konsentraation pakkauksessa 0,01 %:iin tai sen alle ja pitää sen pitoisuuden jatkuvasti alhaisena (Järvi-Kääriäinen 1991). Hapenpoistajien valmistajilla on erilaisia tuotteita erityyppisille

elintarvikkeille ja eri säilytysolosuhteisiin (esim. pakastetuille tai kylmässä säilytettäville) ja niissä voi olla mukana hiilidioksidin erittäjä. Keskikokoisen hapenpoistajan (hapenpoistokyky 50 – 100 ml) kappalehinta on 15 – 25 p riippuen mm. hapenpoistokyvystä, valmistajasta, tilattavasta määrästä ja siitä, onko mukana hiilidioksidin erittäjä.

Hapenpoistajien toiminta perustuu hapetus-pelkistysreaktioon, adsorptioon tai kemialliseen tai entsyymaattiseen katalyysiin (Vaari ym. 1994). Toimintaperiaatteista on lisäksi monia erilaisia sovellutuksia. Yksinkertaisimmillaan hapenpoistaja on toteutettu sulkemalla pieneen happea läpäisevään pussiin helposti hapettuvaa ainetta, esim. rautajauhetta, joka hapettuu eli ruostuu, ja samalla muodostuu myrkytöntä rautaoksidia. Pusseja valmistetaan erilaisilla hapenpoistomäärillä 20 – 2 000 ml:n välillä. Pakkauksen happipitoisuuden laskeminen alle 0,01 %:iin kestää 1 – 4 vuorokautta. Pakkauksessa tarvittavan hapenpoistajan koko on riippuvainen pakkaukseen jäävästä kaasutilavuudesta. Valintaan vaikuttavat lisäksi reaktionopeus (hapenpoisto hitaasti vai nopeasti) ja kaasukoostumus, koska korotetussa hiilidioksidipitoisuudessa voi hapenpoistokyky heiketä (Hurme & Ahvenainen 1997). Hapenpoistajan toiminta estyy myös, jos se kastuu. Kaupallisissa valmisteissa hiilidioksidin erittäjät on yhdistetty hapenpoistoon. Hiilidioksidin erittäjän toiminta perustuu askorbiinihapon ja hapen reaktioon, jossa lisänä voi olla myös rautaa (Abe & Kondoh 1989). Hapenpoistajia ja hiilidioksidin erittäjiä käytettäessä voidaan tuotetta pakata happea enemmän läpäisevään kalvoon, kuin mitä ko. tuotteille yleensä käytetään kaasupakkauksissa (Hurme & Ahvenainen 1997). Hapenpoistajat voivat myös hidastaa merkittävästi pakkauksessa olevan pienen vuodon aiheuttamaa tuotteen pilaantumista. Taulukossa 10 esitetään hapenpoistajia valmistavia yrityksiä.

Taulukko 10. Hapenpoistajien ja hiilidioksidin erittäjän valmistajia ja kauppanimiä (Hurme 1997, Hurme & Ahvenainen 1996, 1997).

Valmistaja	Maa	Tuotenimi	Edustaja
Bioka Oy	Suomi	Bioka	Bioka Oy, Kantvik
Hsiao Sung Non-Oxygen Chemical Co., Ltd	Taiwan	O-Buster	-
Mitsubishi Gas Chemical Co., Inc.	Japani	Ageless ¹	Mitsubishi Co, Helsinki
Multiform Desiccants, Inc.	USA	Fresh Pax	C-J Krogius Oy, Helsinki
Nippon Soda Co., Ltd.	Japani	Seaquul	-
Nittetsu Fine Products Co., Ltd.	Japani	Sanso-Cut	-
Standa Industrie S.A.	Ranska	ATCO	Oy Biofincon Ab, Lahti
Toagosei Chemical Industry Co., Ltd.	Japani	Vitalon	-
Toppan Printing Co., Ltd.	Japani	Freshilizer	-

¹ = hapenpoistaja ja hiilidioksidin erittäjä

Tuoreiden kalojen aktiivisessa pakkaamisessa poistetaan pakkauksesta pilaantumista edistävä happi ja nostetaan hiilidioksidipitoisuus tasolle, joka estää aerobisten bakteerien kasvun. Hapenpoistajia ja hiilidioksidin erittäjiä tuoreiden kalojen pakkaamisessa on tutkittu vasta vähän ja pääasiassa Japanissa (Chia ym. 1988, Oka 1989). Suomessa hapenpoistajaa ja hiilidioksidin erittäjää on kokeiltu mm. tuoreille ahven- ja kuhafieleille ja savustetuille silakkafieleille. Tuoreet ahven- ja kuhafieleet säilyivät muuten yhtä hyvin kuin kaasupakatut fileet (ks. taulukko 14b s. 63) mutta muuttuivat väriltään punaisiksi ja raa'an maksan hajuisiksi (Lyijynen 1996). Haju haihtui kalafieleistä nopeasti pakkauksen avaamisen jälkeen ja punainen väri hävisi keitettäessä fileitä. Paistetut silakkafieleet säilyivät alustakäärepakattuina vain viikon, mutta käytettäessä hapenpoistajaa tai hapenpoistajaa ja hiilidioksidin erittäjää tai suojakaasua silakkafieleet säilyivät syömäkel-
poisina 22 vuorokautta (Hattula & Randell 1996).

4.2 ERILAISTEN PAKKAUSMENETELMIEN VERTAILU

4.2.1 Pakkauskoneet

Pakkauskoneita ja arvio niiden soveltuvuudesta eri pakkausmenetelmille on esitetty taulukossa 11. Pakkauskoneiden käytössä on muistettava, että seisokin, kahvitaun tms. jälkeen konetta käytetään ”tyhjillään” sen verran, että koneesta saadaan varmasti puhdasta pakkausmateriaalia.

Taulukko 11. Pakkauskonetyyppejä, niiden käytettävyys ja esimerkkejä niiden toimittajista.

Konetyyppi	Soveltuvuus	Huom.	Toimittaja
Alustakäärepakkauskone	<ul style="list-style-type: none">• Alustakäärepakkaus	Puoliautomaattinen	<ul style="list-style-type: none">• Oy Suomen HPK Ab
Saumaajat	<ul style="list-style-type: none">• Ilmapakkaus• Aktiivinen pakkaus	Pieni investointi, mutta paljon käsityötä	<ul style="list-style-type: none">• Mercamer Oy
Kammiokoneet	<ul style="list-style-type: none">• Vakuumipakkaus• Suojakaasupakkaus• Aktiivinen pakkaus	Suhteellisen pieni investointi, mutta paljon käsityötä	<ul style="list-style-type: none">• Finnvacum Oy Ab• Thomeko Oy• Oy Suomen Union-Verpackungs Ab
Rasiapakkauskoneet	<ul style="list-style-type: none">• Suojakaasupakkaus• Aktiivinen pakkaus• Ilmapakkaus	Suurehko investointi, mutta pakkaaminen puoliautomaattista	<ul style="list-style-type: none">• Oy Suomen HPK Ab
Flowpack-koneet	<ul style="list-style-type: none">• Suojakaasu• Aktiivinen pakkaus• Ilmapakkaus	Suuri investointi, pakkaaminen automaattista	<ul style="list-style-type: none">• Cortex Oy• Finnvacum Oy Ab
Syvävetokoneet	<ul style="list-style-type: none">• Suojakaasupakkaus• Aktiivinen pakkaus• Vakuumipakkaus	Suuri investointi, pakkaaminen automaattista	<ul style="list-style-type: none">• Foilpak Oy• Oy Mec-Port Ab• Oy Suomen Union-Verpackungs Ab• Thomeko Oy

Suojakaasupakkaus koneiden, jotka sopivat myös aktiiviseen pakkaamiseen, toimintaperiaatteet on seuraavanlaiset (Ahvenainen 1989, Karjalainen & Ramsland 1992):

- kammiokone

Avonaisessa pussissa oleva tuote asetetaan kammioon, jonka jälkeen ilma imetään pois tuotteen ja pakkauksen ympäriltä. Vakuumpakattaessa pussi saumataan kiinni heti, mutta suojakaasuun pakattaessa puhalletaan kaasuseosta tuotteen ympärille, jonka jälkeen vasta pussi saumataan kiinni. Lopuksi ilmaa päästetään pakkauksen ympärille ja kammio avataan.

- rasiapakkaus kone

Tuote asetetaan rasiaan käsin, jonka jälkeen rasian päälle vedetään kalvo. Kone imee ensin ilman pois rasiasta ja huuhtelee sitten rasian ilmatilan kaasuseoksella. Tämän jälkeen kansimateriaali saumataan rasiaan kiinni.

- flowpack-kone

Vaaka- tai pystysuoraan toimivassa flowpak-pussitus koneessa kääre viedään tuotteen ympärille ja suljetaan pussiksi saamaamalla. Ennen sulkemista suoja-kaasu voidaan lisätä kahdella eri tavalla: 1) pussista imetään ilma pois ja se täytetään kaasuseoksella tai 2) puhalletaan kaasuseosta, kunnes se syrjäyttää pussissa olevan ilman.

- syvävetokone

Pakkauksen pohjaksi tarkoitettu kalvo vedetään tyhjiön ja/tai imun ja vastakappaleen avulla muottiin, jolloin muodostuu sopiva "tasku" tuotteelle. Tuote syötetään "taskuun" joko automaattisesti tai käsin. Tämän jälkeen toisella kalvolla saumataan pakkaus kiinni.

Kaasupakkaamisessa käytetään yleensä puhtaita kaasuja, jotka sekoitetaan kaasunsekoittajalla toivotuksi seokseksi. Käytetyn seoksen kaasupitoisuudet täytyy tarkistaa ennen pakkaamisen aloittamista ja pakkauksen aikana (Garthwaite 1997). Tärkeää on myös kontrolloida, että käytetään koko ajan oikeaa kaasun määrää suhteessa tuotteen määrään.

Aktiivinen pakkaaminen on yksinkertaisempi ja nopeampi verrattuna kaasupakkaamiseen (Hurme ja Ahvenainen 1997). Hapenpoistajan annostelulaite voidaan

ostaa erikseen pakkauskoneisiin tai hapenpoistajapussi syötetään pakkauksen sisälle käsin Aktiivisessa pakkaamisessa syntyy säästöjä esim. seuraavissa tekijöissä:

- kaasulaitteistoja ja kaasuja ei tarvita
- pakkauskoneet toimintavarmempia (ei katkoksia tuotantoon, pienemmät huoltokustannukset)
- suurempi pakkaamisnopeus (ei vakuumointia ja kaasutusta).

Taulukossa 12 on karkea arvio sekä hapenpoistajan käytön että kaasupakkaamisen kustannuksista tuotettua yksikköä kohti, kun laskentaperusteena on käytetty laitteiden hankintahinnan vuotuista kustannusta ja kaasu-, hapenpoistaja- ja työvoimakustannuksia. Arviossa käytetyt laitteiden hinnat ja pakkaamisnopeudet ovat keskimääräistä tasoa. Laskelman mukaan hapenpoistajan käyttö flowpack- ja syvävetokoneissa ilman annostelulaitetta on pienillä tuotantomäärillä edullisempaa kuin kaasupakkaaminen mutta kuitenkin kallimpaa kuin rasiakoneilla pakattaessa. Hapenpoistajan käyttö on siis pakkaamiskustannuksiltaan edullista lyhyillä tuotantosarjoilla, jolloin myös tarvittavat pakkaus- ja koneinvestoinnit ovat suhteellisen edullisia. (Hurme & Ahvenainen 1997.)

Taulukko 12a – b. Esimerkkiarvio sekä hapenpoistajan että kaasutuksen käytön pakkaamiskustannuksista tuotettua yksikköä kohti (oletettu pakkauskoke 100 - 300 g). Kustannuksiin on sisällytetty vain laitteiden hankintakustannukset viidelle vuodelle laskettuna sekä kaasun tai hapenpoistajan hankintakustannukset ja työvoimakustannukset, jotka tässä on oletettu tuotantomäärästä riippumattomiksi (Hurme ja Ahvenainen 1997).

12 (a) Koneiden, laitteiden ja tarvikkeiden arvioidut hankintakustannukset.

Koneet, laitteet ja tarvikkeet	Koneiden ja laitteiden hankintakustannukset			Pakkaamisnopeus (pakkausta/h)
	Kaasutus-laitteisto	Hankintahinta	Kuoletus + korko vuodessa ¹	
-Flowpack- ja syvävetopakkaus-kone	on ei	700 000 mk 550 000 mk	182 000 mk 143 000 mk	6 000 12 000
-Rasiapakkaus-kone	on ei	200 000 mk 100 000 mk	52 000 mk 26 000 mk	400 600
-Hapenpoistajien annostelulaite		150 000 mk	39 000 mk	
-Hiilidioksidi ja typpi		4 p/pakkaus		
-Hapenpoistaja		20 p/pakkaus		
-Työvoimakustannukset		200 mk/h		

¹ = Hankinnan kuoletusaika 5 vuotta, lainan korko 10 %.

Taulukko 12 (b) Arvio pakkaamistavan ja tuotantomäärän vaikutuksesta pakkaamiskustannuksiin.

Pakkaamistapa	Tuotantomäärä vuodessa ja pakkaamiskustannukset tuotettua pakkausta kohti		
	100 000 kpl	500 000 kpl	1 000 000 kpl
-Kaasupakkaaminen flowpack- tai syvävetokoneella	1,89 mk	0,43 mk	0,25 mk
-Hapenpoistajan käyttö flowpack- tai syvävetokoneella, annostelulaitteella	2,04 mk	0,58 mk	0,40 mk
-Hapenpoistajan käyttö flowpack- tai syvävetokoneella, ei annostelulaitetta	1,65 mk	0,51 mk	0,36 mk
-Kaasupakkaaminen rasiakoneella	1,06 mk	0,64 mk	0,59 mk
-Hapenpoistajan käyttö rasiakoneella, annostelulaitteella	1,18mk	0,66 mk	0,59 mk
-Hapenpoistajan käyttö rasiakoneella, ei annostelulaitetta	0,79 mk	0,58 mk	0,56 mk

4.2.2 Pakkausmateriaalit

Pakkaamisessa on käytettävä materiaaleja ja tarvikkeita, jotka ovat elintarvikekäyttöön hyväksytyjä. Pakkaajalla on oikeus vaatia materiaalin tai tarvikkeen toimittajalta ns. elintarvikekelpoisuustodistus materiaalin tai tarvikkeen hyväksyttävyydestä. Suomalaisia pakkausmateriaalin toimittajia ovat mm.

- Metsä-Serla Oy ja Pakenso Oy (kuitupohjaiset materiaalit)
- Huhtamäki Oy Polarcup ja Tölkki Oy (mm. PP-rasiat kansimateriaaleineen)
- Suomen HPK Oy (Dyno- ja Færch-rasiat ja pakkauskalvot)
- UPM Kymmene Oy Walki Pack (pakkauskalvot ja kuitupohjaiset materiaalit)
- Wihuri Oy Wipak (pakkauskalvot ja pussit)
- Åkerlund & Rausing Group (pakkauskalvot).

Vakuumi- ja suoja kaasupakkaamisessa sekä aktiivisessa pakkaamisessa käytetään kaasutiiviitä pakkausmateriaaleja, joskin aktiivisessa pakkaamisessa (hapenpoistaja ja hiilidioksidin erittäjä) voidaan käyttää hieman läpäisevämpiä pakkauskalvoja. Alustakäärepakkaamisessa pakkausmateriaalit ovat happea hyvin läpäiseviä.

4.2.3 Pakkausmenetelmien käytön edut ja haitat

Taulukossa 13 vertaillaan alustakäärepakkaamisen, vakuumpakkaamisen, suoja kaasupakkaamisen ja aktiivisen pakkaamisen käytön etuja ja haittoja.

Taulukko 13. Alustakäärepakkaamisen, kaasupakkaamisen, vakuumpakkaamisen ja hapenpoistajien ja hiilidioksidin erittäjän käytön etuja (+) ja haittoja (-).

Ominaisuus	Alustakäärepakkaaminen	Vakuumpakkaaminen	Kaasupakkaaminen	O ₂ -poistajan tai O ₂ -poist. ja CO ₂ -erittäjän käyttö
<u>Vaikutus elintarvikkeeseen:</u>				
Säilöntäaineiden tarve ¹	-	-	-	++
Tuotteen säilyvyys ja laatu	-	+	++	++
Soveltuvuus pehmeille tuotteille	+	-	+	+
Lihasnesteen irtoaminen	+	-	-	-
<u>Vaikutus pakkaamiseen:</u>				
Investointikustannukset	++	+	-	+
Pakkaamiskustannukset	++	++	+	-
Pakkauksen tilavuus	++	++	-	-
Vuodon toteamisen helpous		-	+	-
Käyttö metallinilmaisimen kanssa	+	+	+	2 +/-
Säilyvyyttä lisäävän tekijän näkyvyys tai näkymättömyys		+		+
Ympäristövaikutukset	+/-	+/-	+/-	+/-

¹ = Ei tuoreilla kaloilla, mutta prosessoiduilla valmisteilla, kuten esim. savustetuilla ja hiillostetuilla kaloilla.

² = O₂-poistaja ja CO₂-erittäjä erillisenä pussina pakkauksessa (näkyvä = -) tai liitettynä pakkausmateriaaliin (ei näkyvä = +).

4.2.4 Erilaisilla pakkauksilla saatava säilyvyys

Eri pakkaustyyppien antama säilyvyysaika riippuu paljon kalalajista ja kalojen laadusta pakkaushetkellä (mm. pyynnistä kuluneesta ajasta), pakkausmateriaalista, varastointilämpötilasta, kaasupakkauksen kaasukoostumuksesta, tuotantohygieniasta ja siitä, miten säilyvyyttä mitataan (esim. mikrobiologinen tai aistinvarainen menetelmä). Raakojen kalojen ja kalafileiden on todettu säilyvän lyhyimmän ajan alustakäärepakkauksessa, hieman pidempään vakuumpakkauksessa ja pisimpään kaasupakkauksessa tai aktiivisessa pakkauksessa (taulukot 14a ja 14b). Kuvassa

20 on 10 vuorokautta vanhoja kuhafileitä pakattuna erilaisiin vähittäispakkauksiin (Lyijynen 1996).

Taulukko 14a. Raakojen kirjolohi- ja silakkafileiden säilyvyys erilaisissa vähittäispakkauksissa aistinvaraisten ominaisuuksien perusteella (keitettynä arvioitu maku ja kokonaislaatu) (Randell ym. 1997). Huom! Kalat on pyydetty 1 – 2 vuorokautta ennen pakkaamista.

Pakkaustyyppi ¹ :	Säilyvyysaika (vrk)		
	Kirjolohifilee	Silakkafilee	
• alustakäärepakkaus ² :	- puukuitualusta	4 - 5	2 - 3
	- styroksialusta	5 - 6	n. 3
• vakuumpakkaus ³		n. 6	n. 4
• kaasupakkaus ⁴ :	- 35 % CO ₂ + 32,5 % Ar + 32,5 % N ₂	n. 9	n. 7
	- 35 % CO ₂ + 65 % Ar	n. 9	n. 6
	- 40 % CO ₂ + 60 % N ₂	n. 9	n. 6

Ar = argon, CO₂ = hiilidioksidi, N₂ = typpi

¹ = Kalamäärä pakkauksessa 260 g ± 3 g ja pakkaukset varastoitu +2 ± 1 °C :ssa.

² = Käärekalvona LD-polyeteeni.

³ = Pussi orientoitua nylon-polyeteeniä.

⁴ = Pakkauksessa kaasu/tuotesuhde 1 ml/1g. Alustat polypropyleeniä ja kansi polyesteripolyeteenilaminaattia.

Taulukko 14b. Raakojen ahven- ja kuhafileiden säilyvyys erilaisissa vähittäispakkauksissa aistinvaraisten ominaisuuksien perusteella (keitettynä arvioitu maku ja kokonaislaatu), kun vähintään kahden arvioijan pisteet ≤ 2 eli tuote ei ole enää kaupakelpoinen (Lyijynen 1996). Huom! Kalat on pyydetty 1 – 2 vuorokautta ennen pakkaamista.

Pakkaustyyppi ¹ :	Säilyvyysaika (vrk)		
	Ahvenfilee	Kuhafilee	
• alustakäärepakkaus ² :	- aaltopahvialusta	5 - 6	6 - 7
	- styroksialusta	em. ⁶	5 - 7
• vakuumpakkaus ³		n. 7	n. 7
• kaasupakkaus ⁴	- 40 % CO ₂ + 60 % N ₂	7 - 8	-
	- 60 % CO ₂ + 40 % N ₂	-	n. 10
• aktiivinen pakkaus ⁵ :	- pakkauksessa O ₂ -poistaja ja CO ₂ -erittäjä	n. 8	9 - 10

CO₂ = hiilidioksidi, O₂ = happi, N₂ = typpi

¹ = Kalamäärä pakkauksessa 274 g ± 3 g ja pakkaukset varastoitu +2 ± 1 °C :ssa.

² = Käärekalvona LD-polyeteeni.

³ = Pussi orientoitua nylon-polyeteeniä.

⁴ = Pakkauksessa kaasu/tuotesuhde 0,6 ml/1g. Alustat polypropeeniä ja kansi polyesteripolyeteenilaminaattia.

⁵ = Samanlainen pakkaus kuin kaasupakkaus sisältäen Ageless G100 -hapenpoistajan ja hiilidioksidin erittäjän.

⁶ = Ei määritetty



Kuva 20. Kuhafileet aaltopahvisessa ja styroksisessa alustakäärepakkauksessa, vakuumpakkauksessa, kaasupakkauksessa ja aktiivisessa pakkauksessa, jossa on hapenpoistaja ja hiilidioksidin erittäjä (Lyijynen 1996.)

4.3 SÄILYVYYDEN LISÄÄMINEN MUILLA MENETELMILLÄ

Muunnettuun ilmakehään pakattujen kalojen ja kalatuotteiden säilyvyyden lisäämiseksi on tutkittu muita tekniikoita, kuten tuotteiden kastamista erilaisiin liuoksiin ja/tai säteilyttämistä (Davies 1997). Näillä menetelmillä pyritään vähentämään tuotteiden mikrobimääriä. Kastaminen säilyvyyttä lisäävään liuokseen tai säteilytys eivät kuitenkaan poista katkeamattoman kylmäketjun (3 °C) merkitystä. Toistaiseksi elintarvikkeiden säteilyttäminen on kielletty Suomen lainsäädännössä (poikkeuksena mausteet ja eräät sairaalaruuat). Toisaalta säteilyttäminen saattaa tuntua kuluttajista hyvin arveluttavalta. Dippauksessa tuore kala tai kalatuote kastetaan liuokseen ennen pakkaamista. Kirjallisuudessa esitetyissä tutkimuksissa on liuoksissa käytetty mm. kaliumsorbaattia, natriumkloridia,

natriumlaktaattia, propyyligallaattia sekä glukonideltalaktonin ja maitohapon seosta (Randell & Ahvenainen 1994).

5 PAKKAUSMERKINNÄT

Kalaa ja kalavalmisteita koskeva asetus (108/93) sisältää näitä tuotteita koskevia merkintämääräyksiä (Elintarvikevirasto 1993). Seuraavassa pyritään selkeästi esittämään, mitä vaatimuksia pakkausmerkinnöille on asetettu.

Kalan kuljetus- tai myyntilaatikossa on ilmoitettava

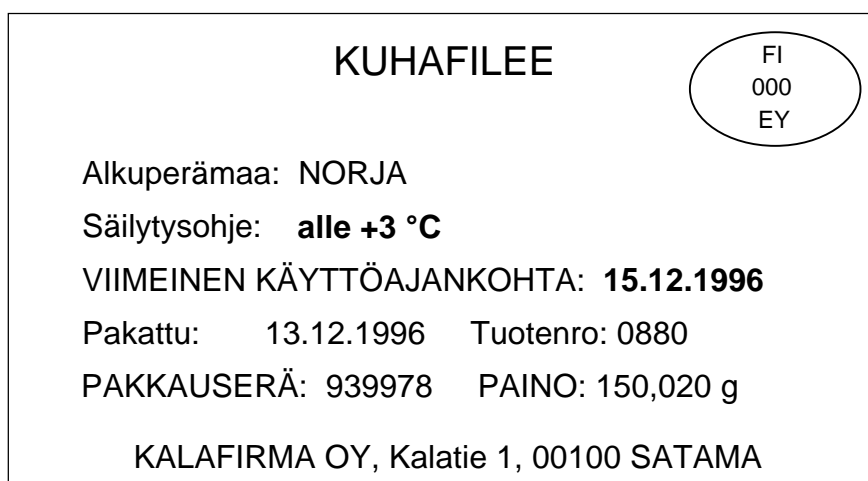
- 1) kalalaji
- 2) kalan pyyntialue ja -päivä (viljelyalue ja nostopäivä)
- 3) luokitellusta kalasta paino- tai laatuluokka
- 4) kalan alkuperämaa tai -alue, jos sen puuttuminen voi johtaa ostajaa
harhaan elintarvikkeen alkuperän suhteen
- 5) elintarvike-erän tunnus (esim. päiväysmerkintä).

Pakkaamattomana kuluttajalle myytävän kalan myyntilaatikossa tai sen välittömässä läheisyydessä olevassa esitteessä on ilmoitettava samat tiedot kuin kalojen kuljetus- ja myyntilaatikossa.

Kuluttajille tai suurtalouksille myytävän valmiiksi pakatun kalan pakkauksessa tulee olla seuraavat merkinnät (kuva 21)

- 1) kalalaji
- 2) sisällön määrä
- 3) parasta ennen -päivä tai viimeinen käyttöpäivä
- 4) elinkeinonharjoittajan nimi ja osoite (pakkaaja tai myyjä)
- 5) alkuperämaa tai -alue, jos sen puuttuminen voi johtaa ostajaa
harhaan elintarvikkeen alkuperän suhteen
- 6) elintarvike-erän tunnus (esim. päiväysmerkintä)
- 7) säilytysohje tarvittaessa
- 8) käyttöohje tarvittaessa
- 9) merkintä “pakattu suojakaasuun” tarvittaessa.

Kuluttajalle myytävän kalan myyntilaatikossa tai esitteessä on lisäksi ilmoitettava paino- tai laatuluokka ja, jos kala myydään luokiteltuna, myös pyyntialue ja -päivä. Pakastetun kalan pakkauksessa on ilmoitettava vähimmäissäilyvyysaika (parasta ennen -päiväys), säilytys- ja käsittelyohje sekä teksti, jossa mainitaan, että elintarvike on pakastettua. Elintarviketeollisuuden myytävän kalan kuljetuslaatikossa voidaan vaaditut tiedot antaa pyyntierään liittyvissä kaupallisissa asiakirjoissa.



Kuva 21. Pakatun kalan pakkausmerkinnät.

Kuluttajille tai suurtalouksille myytävän valmiiksi pakatun kalavalmisteen pakkauksessa on ilmoitettava

- 1) kalavalmisteen nimi
- 2) ainesosaluettelo
- 3) sisällön määrä
- 4) parasta ennen -päivä tai viimeinen käyttöpäivä
- 5) elinkeinonharjoittajan nimi ja osoite
- 6) kalavalmisteen alkuperämaa tai -alue, jos sen puuttuminen voi johta ostajan harhaan elintarvikkeen alkuperän suhteen
- 7) elintarvike-erän tunnus
- 8) säilytysohje tarvittaessa
- 9) käyttöohje tarvittaessa

- 10) ruokasuolan määrä painoprosentteina
- 11) kalan alkuperämaa tai -alue pakkauksessa tai esitteessä, jos maahan tuotua kalaa on käytetty kalavalmisteen valmistukseen Suomessa
- 12) merkintä “pakattu suojakaasuun” tarvittaessa.

Myyvälässä pakatun kalavalmisteen pakkauksessa on ilmoitettava kalavalmisteen nimi, sisällön määrä ja parasta ennen -päiväys tai viimeinen käyttöpäivä, jos valmisteen säilyvyys on alle kolme kuukautta. Myyntilaatikossa ja esitteessä on lisäksi ilmoitettava elintarvike-erän tunnus, kalavalmisteen alkuperämaa ja -alue, jos sen puuttuminen voi johtaa ostajan harhaan valmisteen alkuperän suhteen, sekä kalan alkuperämaa tai -alue, jos maahantuotua kalaa on käytetty kalavalmisteen valmistukseen Suomessa. Pakkaamattomana myytyjen kalavalmisteiden myyntilaatikoissa tai esitteissä on ilmoitettava samat tiedot kuin myymälässä pakatun kalavalmisteen myyntilaatikoissa tai esitteissä.

KIRJALLISUUSLUETTELO

Abe, Y. & Kondoh, Y. 1989. Oxygen absorbers. Teoksessa: Brody, A. L. (toim.) *Controlled/ Modified Atmosphere/ Vacuum Packaging of Foods*. Trumbull, Connecticut: Food & Nutrition Press, Inc. S. 149 - 174. ISBN 0-917678-24-9

Ahvenainen, R. 1989. Gas packaging of chilled meat products and ready-to-eat foods. Espoo: Technical Research Centre of Finland, Publications 58. 68 s. + liitt. 80 s. ISBN 951-38-3564-2

Ahvenainen, R. 1991. Muunnetun ilmakehän käyttö: hyödyt ja riskit. *Elintarvikepäivät 8.5.1991*, Tampere. S. 26 - 31.

Ahvenainen, R. & Lindroth, S. 1986. Elintarvikkeiden suojakaasupakkaaminen. Kirjallisuusselvitys. Espoo: Valtion teknillinen tutkimuskeskus, Tiedotteita 591. 93 s.

Ahvenainen, R. & Vaari, A. 1995. Aktiiviset ja älykkäät elintarvikepakkaukset ovat jo nykypäivää. *Kehittyvä elintarvike*, vol. 6, nro. 2, s. 23 - 27.

Aitken, A., Mackie, I. M., Merritt, J. H. & Windsor, M. L. 1982. *Fish Handling and Processing*. 2nd ed. Edinburgh: Her Majesty's Stationery Office. 192 s. ISBN 0-11-491741-8

Alasalvar, C. & Quantick, P. C. 1997. Temperature modelling and relationships in fish transportation. Teoksessa: Hall, G. M. (toim.). *Fish Processing Technology*. 2nd ed. London: Blackie Academic & Professional. S. 249 - 288. ISBN 0-7514-0273-7

Amerikkalainen opetusvideo. 1996a. Pest control in seafood processing. National Fisheries Institutes, Commonwealth Films, Inc.

Amerikkalainen opetusvideo. 1996b. Sanitation for seafood processing personnel. National Fisheries Institutes, Commonwealth Films, Inc.

Amerikkalainen opetusvideo. 1996c. Seafood plant sanitation, Parts I and II. National Fisheries Institutes, Commonwealth Films, Inc.

Andersen, E., Jul, M. & Riemann, H. 1965. *Industriell levnedsmiddelkonservering*. Vol. 2. Ref. Huss, H. H. (toim.). *Quality and quality changes in fresh fish*. Rooma: FAO, 1995. S. 68. (Fisheries Technical Paper, No. 348) ISBN 92-5-103507-5

Bergman, G. 1990. Tuore kala tutuksi. Kalatalouden Keskusliiton opaskirjanen n:o 93. 46 s.

Betts, G. D. 1996. A code of practice for the manufacture of vacuum and modified atmosphere packaged chilled foods. Gloucestershire, United Kingdom: Campden & Chorleywood Food Research Association. 36 s. + liitt. 78 s. (Guideline No. 11)

- Cann, D. C. 1984. Packaging fish in a modified atmosphere. HMSO, Edinburgh Press, Torry Advisory Note no 88. 6 s.
- Chia, C. C., Matsumiya, M., Mochizuki, A. & Otake, S. 1988. Keeping freshness of dark muscled fish in modified atmospheres. Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries Nihon Suisan Gakkaishi, vol. 53, no 5. Teoksessa FSTA, abstrakti no 8811R0021.
- Colby, J.-W., Enriquez-Ibarra, L. G. & Elick, G. J. 1993. Shelf-life of fish and shellfish. Teoksessa: Charalambous, G. (toim.). Shelf-life studies of foods and beverages. Amsterdam: Elsevier Science Publishers. S. 85 - 143. ISBN 0-444-89459-4
- Connell, J. J. 1990. Control of Fish Quality. 3rd ed. Cambridge, Iso-Britannia: Fishing News Books. 227 s. ISBN 0-85238-169-7
- Davies, A. R. 1997. Modified-atmosphere packaging of fish and fish products. Teoksessa: Hall, G. M. (toim.). Fish Processing Technology. 2nd ed. London: Blackie Academic & Professional. S. 200 - 223. ISBN 0-7514-0273-7
- Dinglinger, G. 1986. Packaging of foods under controlled atmosphere improves shelf life. Focus on Gas, nro. 3, s. 10 - 16.
- Elintarvikevirasto. 1993. Elintarvikelainsäädäntö: Asetus 108/93. Helsinki: Valtion painatuskeskus. ISBN 951-37-0654-0
- Elintarvikevirasto. 1995. Kalan ja kalavalmisteiden valvontaopas. Helsinki: Valtion painatuskeskus. 37 s. (Valvonta 2/1995) ISBN 951-732-005-1
- Farber, J. M. 1991. Microbiological aspects of modified-atmosphere packaging technology - a review. Journal of Food Protection, vol. 54, s. 58 - 70.
- Fey, M. S. & Regenstein, J. M. 1982. Extending shelf-life of fresh wet redhake and salmon using CO₂-O₂ modified atmosphere and potassium sorbate ice at 1 °C. Journal of food science 47, s. 1048 - 1054.
- Garthwaite, G. A. 1997. Chilling and freezing of fish. Teoksessa: Hall, G. M. (toim.). Fish Processing Technology. 2nd ed. London: Blackie Academic & Professional. S. 93 - 118. ISBN 0-7514-0273-7
- Gibson, D. M. 1992. Pathogenic microorganisms of importance in seafood. Teoksessa: Huss, H. H., Jacobsen, M. & Liston, J. (toim.). Quality assurance in the fish industry. Amsterdam: Elsevier Science Publishers. S. 197 - 209. ISBN 0-444-89077-7
- Graham, J., Johnston, W. A. & Nicholson, F. J. 1992. Ice in fisheries. Rooma: FAO Fisheries Technical Paper No. 331. 75 s. ISBN 92-5-103280-7

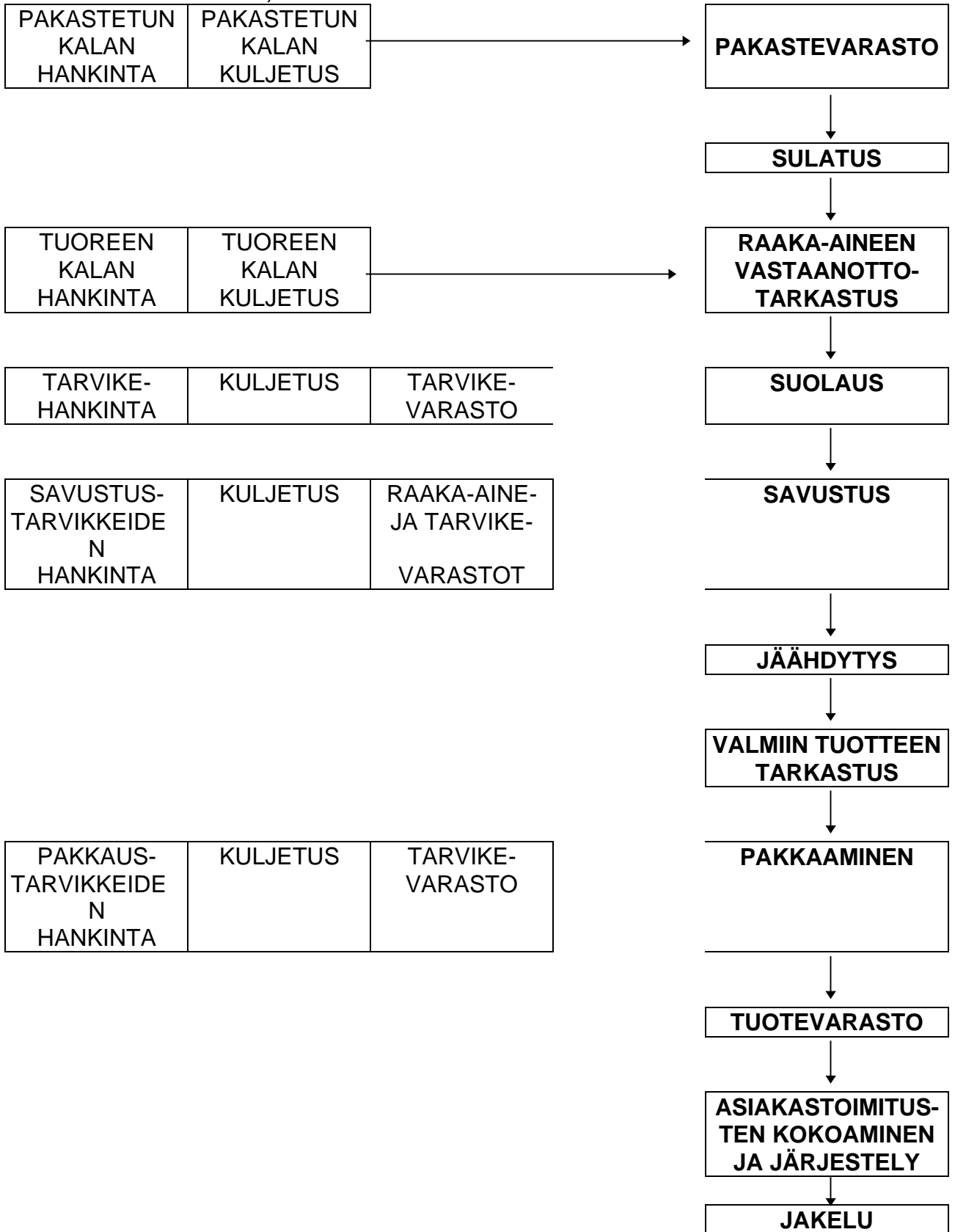
- Gram, L. 1992. Evaluation of the bacteriological quality of seafood. Teoksessa: Huss, H. H., Jacobsen, M. & Liston, J. (toim.). Quality assurance in the fish industry. Amsterdam: Elsevier Science Publishers. S. 269 - 282. ISBN 0-444-89077-7
- Hattula, T. Kirjallinen tiedonanto 9.10.1996. Espoo: VTT Bio- ja elintarviketekniikka.
- Hattula, T. & Kinnunen, A. 1996. Kirjallinen tiedonanto 9.10.1996. Espoo: VTT Bio- ja elintarviketekniikka.
- Hattula, T., Luoma, T., Kostianen, R., Poutanen, J., Kallio, M. & Suuronen, P. 1995. Effects of catching method on different quality parameters of Baltic herring (*Clupea harengus* L.). Fisheries Research, vol. 23, s. 209 - 221.
- Hattula, T. & Randell, K. 1996. Paistettujen silakkafileiden säilyvyystutkimus. VTT:n projekti: Hygienia kalankäsittelylaitoksissa, Dno. 355/2/96. 6 s.
- Hurme, E. 1997. Suullinen tiedonanto 22.4.1997. Espoo: VTT Bio- ja elintarviketekniikka.
- Hurme, E. & Ahvenainen, R. 1996. Active and smart packaging of ready-made foods. Teoksessa: Ohlsson, T., Ahvenainen, R. & Mattila-Sandholm, T. (toim.). Proceedings of an International Symposium "Minimal Processing and Ready Made Foods", SIK, the Swedish Institute for Food Research and Biotechnology, Göteborg, 18 - 19 April, 1996. S. 169 - 182.
- Hurme, E. & Ahvenainen, R. 1997. Hapenpoistajien ja kaasunerittäjien sovellettavuus elintarvikkeiden pakkaamisessa. Helsinki: Pakkausteknologiaryhmä r.y., raportti. No 44. 15 s. ISBN 951-8988-24-2
- Huss, H. H. 1988. Fresh fish - quality and quality changes. Rooma: FAO, 132 s. (Fisheries Series No. 29) ISBN 92-5-102395-6
- Huss, H. H. 1994. Assurance of seafoods quality. Rooma: FAO, 169 s. (Fisheries Technical Paper No. 334) ISBN 92-5-103446-X
- Huss, H. H. 1995. Quality and quality changes in fresh fish. Rooma: FAO, 195 s. (Fisheries Technical Paper No. 348) ISBN 92-5-103507-5
- Hygieniaopas. 1994. Julkaisija Elintarvike- ja Terveys -lehti. Nakkila: Valtapaino Ky. 20 s. ISBN 952-9637-06-3
- Jay, J. M. 1992. Modern Food Microbiology. 4th ed. New York: Chapman & Hall. 701 s. ISBN 0-442-00733-7
- Jones, A. 1989. Trout jump from vacuum packs. Canadian Packaging, vol. 42, nro 2, s. 33 ja 35.

- Järvi-Kääriäinen, T. 1991. Hapenpoistajat ja muita tapoja vaikuttaa pakkauksen sisäilmastoon. Espoo: Pakkausteknologiaryhmä ry. 70 s. (PTR:n raportti No. 29). ISBN 951-8988-08-0.
- Jørgensen, B. R., Gibson, D. M. ja Huss, H. H. 1988. Microbiology quality and shelf life prediction of chilled fish. *International Journal of Food Microbiology*, no. 6, s. 295 - 307.
- Kalahygieneiapäätös. 1996. Maa- ja metsätalousministeriö, Päätös nro. 14/EEO/96. 41 s.
- Karjalainen, L. & Ramsland, T. 1992. Pakkaus - pakkausalan perusoppikirja. Helsinki: Pakkausteknologiaryhmä ry. 275 s. ISBN 951-8988-12-9
- Laukkanen, T. 1997. Suullinen tiedonanto 27.3.1997.
- Lee, W. 1993. Seafood packaging. *Seafood leader*, January/February 1993, s. 92 - 95.
- Lyijynen, T. 1996. Ahven- ja kuhafileiden säilyvyys erilaisissa vähittäispakkauksissa. Diplomityö. Otaniemi: Teknillinen korkeakoulu. 139 s. + liitteet.
- Manninen, M. & Mattila-Sandholm, T. 1992. Suorat ja epäsuorat mikrobiologiset pikamenetelmät. *Kemia-Kemi*, vol. 19, nro 9 - 10, s. 848 - 852.
- Niittykangas, H., Sundell, P. & Laukkanen, T. 1990. Muikkusaaliin jäädyttämisen taloudelliset ja kalastustekniset vaikutukset. Jyväskylän yliopisto, Ympäristöntutkimuskeskuksen tiedonantoja, No. 135. 63 s. ISBN 951-680-302-4
- Oka, H. 1989. Packaging for freshness and the prevention of discoloration of fish fillets. *Packaging Technology and Science*, vol. 2, s. 201 - 213.
- Opetushallitus. 1995. Puhdistustoiminta elintarviketeollisuudessa. Opetusvideo.
- Parry, R. T. 1993. Introduction. Teoksessa: Parry, R. T. (toim.). *Principles and Application of Modified Atmosphere Packaging of Food*. Lontoo: Blackie Academic & Professional. S. 1 - 18. ISBN 0-7514-0084-X
- Pintahygieniaopas. 1996. Julkaisija Elintarvike- ja Terveys -lehti. Vammala: Vammalan kirjapaino Oy. 44 s. ISBN 952-9637-09-8
- Randell, K. & Ahvenainen, R. 1994. Retail packaging of fresh fish. Espoo: Technical Centre of Finland, Research Notes 1603. 50 s. ISBN 951-38-4718-7
- Randell, K., Ahvenainen, R. & Hattula, T. 1995. Effect of the gas/product ratio and CO₂ concentration on the shelf-life of MA packed fish. *Packaging Technology and Science*, vol. 8, s. 205 - 218.

- Randell, K., Ahvenainen, R. & Hattula, T. 1997. Effect of packaging method on the quality of rainbow trout and Baltic herring fillets. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie*, vol. 30, no 1, s. 56 - 61.
- Randell, K., Hattula, T., Skyttä, E., Sivertsvik, M., Bergslien, H. & Ahvenainen, R. 1996a. Quality of salmon in various retail packages. 2nd Nordfood Conference 'Future, culture and know-how', Reykjavik, Iceland, 17 - 20 August 1996. Nordfood rapport 2:1996, s. 26 - 28. ISBN 0805-343X
- Randell, K., Skyttä, E. & Hattula, T. 1996b. Quality of rainbow trout and Baltic herring fillets in various bulk and retail packages. VTT Bio- ja elintarviketekniikka, raportti Dno 378/2/96 BEL. 11 s.
- Robertson, G. L. 1993. Food packaging - Principles and Practice. USA: Marcel Dekker. Inc. 676 s. ISBN 0-8247-8749-8
- Scutter, B. 1996. MAP quells freshness fears. *Seafood-International*, vol. 11, nro. 5, s. 27.
- Sipiläinen-Malm, T. 1996. Elintarvikkeen kanssa kosketuksiin joutuvat materiaalit - elintarvikekelpoisuutta koskevia ohjeita. Helsinki: Suomen Pakkausyhdistys ry. 12 s.
- Sivertsvik, M., Vorre, A., Rosnes, J. T., Randell, K., Ahvenainen, R. & Bergslien, H. 1996. Packaging, transportation and storage of salmon (*Salmo salar*) under different atmospheres. 2nd NordFood Conf. Future, culture and know-how, Reykjavik, 17 - 20 August 1996. NordFood 2:1996, s. 29 - 32.
- Subasinghe, S. 1993. Retail packaging of fish. *INFOFISH International*, vol. 4, s. 27-31.
- Vaari, A., Ahvenainen, R. & Hurme, E. 1994. Aktiiviset ja älykkäät pakkaukset elintarvikkeiden laadun varmistajina. Kirjallisuuskatsaus. Espoo: Valtion teknillinen tutkimuskeskus, VTT Tiedotteita 1581. 83 s. ISBN 951-38-4675-X
- Välikylä, T. 1993. Kirjoloheen tuotantohygienia. *Elintarvike ja terveystieteet*, vol. 6, nro 3 - 4, s. 22 - 26. ISSN 0786-213x
- Whittle, K. J., Hardy, R. & Hobbs, G. 1990. Chilled fish and fishery products. Teoksessa: Gormley, T. R. (toim.). Chilled foods - The state of the art. Englanti: Elsevier Applied Science. S. 87 - 116. ISBN 1-85166-479-3

LIITE 1

SAVUSIIAN PROSESSOINTI, VIRTAUSKAAVIO



SAVUSIIAN PROSESSOINTI, VALVONTAPISTEIDEN MÄÄRITTÄMINEN JA SEURANTA

LIITE 2/1

Vaihe	Vaaratekijä	Riskin arvio	CCP	Spesifikaatiot	Valvonta	Vastuuhenkilö	Korjaus
Pakastetun kalan hankinta	- tuoreus	1	-	-	- dokumentit	ostaja	-
Pakastetun kalan kuljetus	- lämpeneminen	1	-	- alle -18 °C	- lämpötilan seuranta	kuljetusliike	- kirjallinen valitus
Pakastevarasto	- härskiintyminen - mikrobien kasvu - sulaminen	1	-	- mikä ensin sisään, se ensin ulos - alle -20 °C	- varastoajan seuranta - lämpötilan seuranta	varastotyöntekijä	- varastoajan lyhentäminen - ilmakierron parantaminen ja varmistaminen
Sulatus	- mikrobien kasvu - kontaminaatio	2	-	- yli -1 °C - alle +5 °C	- lämpötilan mittaus tuotteesta	työntekijä	- sulatuksen nopeuttaminen - hygienian nosto
Tuoreen kalan hankinta	-tuoreus	1	-	- riittävä aistittava laatu	- dokumentit	ostaja	-
Tuoreen kalan kuljetus	- mikrobien kasvu - kontaminaatio	1	-	- alle +3 °C	-	vastaanottaja	- kirjallinen valitus
Raaka-aineen vastaanottotarkastus	- vanhentuneen raaka-aineen pääsy prosessiin - kontaminoituneen raaka-aineen pääsy prosessiin	1	-	- riittävän tuore - mikrobipitoisuus riittävän matalalla	- aistinvarainen tarkastus - mikrobiinäytteiden analysointi	työntekijä	- epäkurantin osan tai koko erän hylkääminen
Tarvikehankinta	-	1	-	-	- dokumentit	ostaja	-
Kuljetus	- kontaminaatio	1	-	- vastaanotto-tarkastus	-	vastaanottaja	- palautus
Tarvikevarasto	- kontaminaatio	1	-	- siisteyden valvonta	- toimenpiteiden kirjaaminen	työntekijä	- puhtauden tehostaminen
Suolaus	- suolapitoisuus ei ole spesifikaatioiden mukainen	1	-	- ei alle 2 % - ei yli 4 %	- suolapitoisuuden määrittäminen ja kirjaaminen	työntekijä	- suolan lisääminen myydään suolaisena
Savustustarvikkeiden hankinta	- ei täytä vaatimuksia	-	-	-	- dokumentit	ostaja	-
Kuljetus	- kontaminaatio	-	-	-	- dokumentit	vastaanottaja	- kirjallinen valitus
Tarvikevarasto	- kontaminaatio	1	-	- siisteyden valvonta	- toimenpiteiden kirjaaminen	työntekijä	- puhtauden tehostaminen

Vaihe	Vaaratekijä	Riskin arvio	CCP	Spesifikaatiot	Valvonta	Vastuuhenkilö	Korjaus
Savustus	- tuote raakaa - tuote ylikypsää - painohäviö	3	CCP	- prosessilämpötila 80-90 °C - tuotteen lämpötila yli 70 °C	- lämpötilan ja ajan valvonta - tuotteen sisälämpötilan mittaaminen kriittisistä pisteistä	savustaja	- jatketaan savustusta - korjataan seuraavaan erään
Jäähdytys	- mikrobien kasvu	3	CCP	- alle +5 °C, alle 6 tunnissa	- jäähdytystilan lämpötilan kirjaaminen - tuotteen lämpötilan kirjaaminen	työntekijä	- jäähdytyksen toiminnan tehostaminen
Valmiin tuotteen tarkastus	- ei täytä laatuvaatimuksia	-	-	- hyväksyttävä aistinvarainen laatu - hyväksyttävä kokonaismikrobipitoisuus	- aistinvaraisen arvion kirjaaminen - mikrobipitoisuuksien kirjaaminen	laatuvastaava	- tuotteen hylkääminen
Pakkaustarvikkeiden hankinta	- ei täytä vaatimuksia	-	-	-	- dokumentit	ostaja	-
Kuljetus	- kontaminaatio	-	-	-	-	vastaanottaja	- palautus
Tarvikevarasto	- kontaminaatio	-	-	- puhtausnormit	- poikkeamien kirjaaminen	työntekijä	- tehostetaan puhtautta
Pakkaaminen	- kontaminaatio laitteista - kontaminaatio pakkausmateriaaleista - kontaminaatio työntekijöistä - vuotava pakkaus	2	-	- ei vieraita esineitä - ei likaa - ei sairaana töihin - ei vuotavia pakkauksia	- poikkeamien kirjaaminen	pakkaaja	- pakkaamisen keskeytys ja pesu - pakkausmateriaalin vaihto - pakkauskoneen huolto
Tuotevarasto	- kontaminaatio	-	-	- siisteysnormit	- toimenpiteiden kirjaaminen	varastotyöntekijä	- puhtauden tehostaminen
Asiakastoimitusten järjestely ja kokoaminen	- pakkausten rikkoutuminen	-	-	- ei rikkinäisiä pakkauksia asiakkailla	- työn valvonta	laatuvastaava	- työntekijöiden koulutus
Jakelu	- kontaminaatio - mikrobien kasvu	2	-	- lämpötila alle +8 °C	- tarkastukset	laatupäällikkö kuljetusliike	- takaisin veto - kuljetusliikkeen vaihto

PROJEKTISTA JULKAISTU KIRJALLISUUS

Ahvenainen, R. 1995. Kalan kuljetusta ja pakkaamista tutkitaan pohjoismaisessa Nordfood-ohjelmassa. Kala - Fisk, nro 1, s. 6.

Ahvenainen, R. 1995. Trends and applications of modified atmosphere and active packaging systems; safety and acceptability. Teoksessa: Ahvenainen, R., Mattila-Sandholm, T. & Ohlsson, T. (toim.). New Shelf-life technologies and safety assessments. Helsinki, Finland 18 - 19 May 1995. Espoo: Technical Research Centre of Finland. VTT Symposium 148. S. 85 - 102. ISBN 951-38-4099-9

Ahvenainen, R. 1995. Research activities and commercialisation on MAP in Scandinavia. In: Modified Atmosphere and Related Technologies, Campden & Chorleywood Food Research Association, 6 - 7 September 1995, Chipping Campden. 9 s.

Ahvenainen, R. & Randell, K. 1995. Kalan vähittäispakkaamista tutkitaan NordFood-projektissa. Pakkaus, vol. 31, nro 4, s. 56 - 58.

Hattula, T. 1995. Kalanjalostuslaitosten hygieniää kehitetään Nordfood-ohjelmassa. Kala - Fisk, nro 1, s. 7.

Lyijynen, T. 1996. Ahven- ja kuhafileiden säilyvyys erilaisissa vähittäispakkauksissa. Diplomityö. Otaniemi: Teknillinen korkeakoulu. 139 s. + liitteet.

Lyijynen, T., Randell, K., Kinnunen, A., Skyttä, E., Hattula, T. & Ahvenainen, R. 1996. Modelling shelf-life of gas-packed perch and pike-perch fillets. 2nd Nordfood Conference 'Future, culture and know-how', Iceland, Reykjavik, 17 - 20 August 1996. Nordfood rapport 2:1996, s. 127. ISSN 0805-343X

Randell, K. & Ahvenainen, R. 1994. Retail packaging of fresh fish. Espoo: Technical Centre of Finland, Research Notes 1603. 50 s. ISBN 951-38-4718-7

Randell, K., Ahvenainen, R. & Hattula, T. 1995. Shelf life of rainbow trout and Baltic herring in various package types. 9th World Congress of Food Science and Technology, Budapest, Hungary, 30 July - 4 August, 1995. Abstract Vol. II, s. 98.

Randell, K., Ahvenainen, R. & Hattula, T. 1995. Effect of the gas/product ratio and CO₂ concentration on the shelf-life of MA packed fish. Packaging Technology and Science, Vol. 8, s. 205 - 218.

Randell, K., Ahvenainen, R. & Hattula, T. 1995. Quality of smoked baltic herring in wood fibre and styrox packages. WEFTA Seafood Conference, 13 - 16 November 1995, Noordwijkerhout, Netherlands. Abstract P3.

Randell, K., Ahvenainen, R. & Hattula, T. 1997. Effect of packaging method on the quality of rainbow trout and Baltic herring fillets. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie*, vol. 30, nro. 1, s. 56 - 61.

Randell, K., Hattula, T., Skyttä, E., Sivertsvik, M., Bergslien, H. & Ahvenainen, R. 1996. Quality of salmon in various retail packages. 2nd Nordfood Conference 'Future, Culture and Know-how', 17 - 20 August, 1996, Reykjavik, Iceland. Nordfood rapport 2:1996, s. 26 - 28. ISBN 0805-343X

Randell, K., Lyijynen, T. & Ahvenainen, R. 1996. Kalan kuljetuksesta ja pakkaamisesta mielenkiintoisia tuloksia. *Kala - Fisk*, nro 1, s. 4.

Sivertsvik, M., Vorre, A., Rosnes, J. T., Randell, K., Ahvenainen, R. & Bergslien, H. 1996. Packaging, transportation and storage of salmon (*Salmo salar*) under different atmospheres. 2nd NordFood Conference 'Future, Culture and Know-how', 17 - 20 August 1996, Reykjavik, Iceland. Nordfood rapport 2:1996, s. 29-32. ISBN 0805-343X