

Tuoreen kalan aistinvarainen ja mikrobiologinen laatu



Kannen kuva: Kyösti Huotari

Tämä julkaisu on painettu sataprosenttiselle uusiopaperille

Antti Pönkä, Seija Kalso, Aimo Kuhmonen,
Minna Viiliäinen ja Seppo Ahonen

Tuoreen kalan
aistinvarainen ja mikrobiologinen
laatu

	sivu
TIIVISTELMÄ	1
SAMMANDRAG	2
JOHDANTO	4
AINEISTO JA MENETELMÄT	5
Näytteet	5
Tutkimusmenetelmät	6
TULOKSET	7
Aistinvarainen laatu	7
Ulkonäkö	7
Haju	7
Rakenne	9
Maku	9
Mikrobiologinen laatu	9
Kokonaisbakteerimäärä	9
Psykrotrofisten bakteerien määrä	11
Lämpökestoisten koliformisten bakteerien määrä	11
Rikkivetyä tuottavien bakteerien määrä	11
Säilytysajan ja myyntilämpötilan vaikutus	11
Säilytyslämpötila	14
POHDINTA	14
KIITOKSET	21
KIRJALLISUUTTA	21
LIITTEET	23

TIIVISTELMÄ

Kesä-lokakuussa 1992 tutkittiin Helsingissä myymälöissä ja toreilla myytyjen kalojen aistinvaraista ja mikrobiologista laatua. Silakkanäytteitä tutkittiin 33, siikanäytteitä 11 ja kirjolohinäytteitä 36. Sekä aistinvaraisesti että mikrobiologisesti arvioituna toreilla myytävät kalat olivat parempilaatuisia kuin myymälöissä myydyt. Kirjolohi oli aistinvaraisesti ja mikrobiologisesti arvioituna parempilaatuista kuin silakka ja siika. Etenkin mikrobiologisesti arvioituna tämä ero oli huomattava. Toreilla myydyin kirjolohen aerobinen kokonaisbakteerien pitoisuus oli viidessä näytteessä alle määrittäysrajan (1000 pesäketä muodostavaa yksikköä, pmy/g) ja muissa keskimäärin 9300 pmy/g. Myymälöissä myydyin kirjolohen kokonaisbakteeripitoisuus oli neljässä näytteessä alle määrittäysrajan ja muissa keskimäärin 14 000 pmy/g. Silakalla vastaavat keskiarvoluvut olivat 151 000 pmy/g (tori) ja 765 000 pmy/g (myymälä) ja siialla 278 000 pmy/g (tori) ja 1 156 000 pmy/g (myymälä). Lämpökestoisten koliformisten bakteerien määrän perusteella arvioituna kalankäsittelyn hygienia oli hyvä; kaikissa näytteissä pitoisuus oli alle määrittäysrajan 10 pesäketä/g.

Kalojen aistinvaraisesta tai mikrobiologisesta laadusta ei ole yhtenäisiä kansainvälisiä laatuvaatimuksia, eikä niitä ole myöskään asetettu Suomessa. Aerobisten mesofiilisten bakteerien raja-arvoksi on esitetty $5-10 \times 10^5$ pmy/g. Jälkimmäisen arvon ylittäviä näytteitä todettiin tässä tutkimuksessa ainoastaan kolme (4 %). Kahdessa tapauksessa kyse oli myymälässä myydystä siicasta ja yhdessä myymälässä myydystä silakasta.

Tuoreen kalan aistinvarainen ja mikrobiologinen laatu riippuu säilytysajasta ja -lämpötilasta. Tässä tutkimuksessa tieto säilytysajasta jäi liian usein puutteelliseksi; myyjät ilmoittivat tietävänsä kalan pyyntiajankohdan 16 %:ssa näytteenottokerroista myymälöissä ja 38 %:ssa toreilla. Toreilla kalan säilytyslämpötilat olivat myös usein liian korkeita; 43 %:ssa lämpötila ylitti +8°C, mutta myymälöissä säilytyslämpötila oli aina korkeintaan +8°C. Elintarvikevalvonnan keinoin on pyrittävä lisäämään myyjien valmiutta antaa kuluttajalle luotettavaa tietoa kalan pyyntipaikasta ja ajankohdasta sekä huolehtia riittävän kylmistä säilytyslämpötiloista ottaen huomioon 1.9.1993 voimaan tulevan kalasta ja kalavalmisteista annetun asetuksen vaatimukset. Jatkotutkimuksella on selvitettävä kylmäketjun asianmukaisuutta ja sen vaikutusta kalan mikrobiologiseen ja aistinvaraiseen laatuun.

SAMMANDRAG

Den sensoriska och mikrobiologiska kvaliteten hos färsk fisk, som salufördes i butiker och på torg, undersöktes under tiden juni-oktober 1992 i Helsingfors. Det undersöktes 33 strömmingsprov, 11 sikprov och 36 prov av regnbågsforell. Fisk, som salufördes på torg, var både vid den sensoriska och den mikrobiologiska bedömningen av bättre kvalitet än fisk, som salufördes i butiker. Regnbågsforell var vid den sensoriska och mikrobiologiska bedömningen av bättre kvalitet än strömming och sik. Skillnaden var stor i synnerhet vid den mikrobiologiska bedömningen. För regnbågsforell saluförd på torg var totalantalet aeroba bakterier i fem prov under detektionsgränsen (1000 kolonie bildande enhet, kbe/g) i de övriga proven i medeltal 9300 kbe/g. För regnbågsforell saluförd i butiker var totalantalet bakterier i fyra prov under detektionsgränsen och i resten av

proven i medeltal 14 000 kbe/g. För strömming var motsvarande medelvärden 151 000 kbe/g (torg) och 765 000 kbe/g (butik) medan de för sik var 278 000 kbe/g (torg) och 1 156 000 kbe/g (butik). Hygienen vid fiskhanteringen var god då den bedöms enligt halten termotoleranta koliforma bakterier; för alla prov var mängden under detektionsgränsen 10 kbe/g.

Det finns inga internationella kvalitetsbestämmelser för den sensoriska och mikrobiologiska kvaliteten på fisk; sådana föreskrivs inte heller i Finland. Som gränsvärde för den aeroba mesofila bakteriehalten har $5-10 \times 10^5$ kbe/g föreslagits. Endast tre prov (4%) överskred värdet i undersökningen. I två av fallen handlade det om sik saluförd i butik och i det tredje fallet var det frågan om strömming saluförd i butik.

Den sensoriska och mikrobiologiska kvaliteten hos färsk fisk beror på uppbevaringstiden och -temperaturen. I undersökningen var uppgifterna om uppbevaringstiden ofta bristfälliga. Vid 16 % av provtagningstillfällena i butiker uppgav försäljaren sig känna till fångsttidpunkten. Motsvarande siffra för torghandeln var 38 %. Uppbevaringstemperaturen för fisk på torg var också ofta alltför hög. I 43 % av fallen överskreds temperaturen $+8^{\circ}\text{C}$, medan uppbevaringstemperaturen i butikerna aldrig översteg $+8^{\circ}\text{C}$. Genom livsmedelsövervakning och information bör försäljarens kännedom om fiskens fångstplats och-tidpunkt och samt hans förmåga att kunna ge konsumenten tillförlitlig information ökas. Åtgärder bör likaså vidtas för att uppbevaringen skall ske i en tillräckligt låg temperatur. Bestämmelserna i förordningen om fisk och fiskprodukter som träder i kraft 1.9.1993 bör man också taga i beaktande. Genom fortsatta undersökningar bör man utreda ändamålsenligheten av kylkedjan samt den inverkan kylkedjan har på fiskens sensoriska och mikrobiologiska kvalitet.

JOHDANTO

Tuore kala kuuluu lainsäädännöllisesti helposti pilaantuviin elintarvikkeisiin. Tästä syystä kalan käsittelyn, myynnin ja varastoinnin tulee tapahtua alle +8°C:n lämpötilassa. Kalan myyntiä ja käsittelyä koskevia määräyksiä on annettu asetuksessa kaupan pidettävästä kalasta (443/68) ja asetuksessa tuoreen kalan käsittelystä ennen kulutukseen tai jalostettavaksi toimittamista (410/84). Tuoreelle kalalle on asetettu lämpimänä vuodenaikana jäättämispakko. 1.9.1993 tulee voimaan asetus kalasta ja kalavalmisteista, joka korvaa asetuksen kaupan pidettävästä kalasta. Uuden asetuksen mukaan kalan lämpötilan on oltava alle +4°C.

Kalan tuoreus, asianmukainen käsittely ja kylmäketjun katkeamattomuus ovat tärkeitä seikkoja kalan tuoreuden säilyttämiseksi ja terveydellisten riskien ehkäisemiseksi. Kalan välityksellä on todettu levinneen elintarvikeinfektioita ja ruokamyrkytyksiä, joiden yleisyys on verrannollinen kalan syönnin yleisyyteen. Englannissa on kalojen ja kalatuotteiden arvioitu aiheuttavan noin 4 % ruokamyrkytyksistä ja elintarvikeinfektioista, Yhdysvalloissa 14 %, mutta Japanissa peräti 60 %. Kalan asianmukainen käsittely ja säilytys on tärkeää kuluttajan näkökulmasta tarkasteltuna. Kuluttajan on saatava laadukasta ja turvallista elintarviketta vastineeksi rahoilleen.

Helsingissä tuoretta kalaa myydään runsaasti elintarvikeliikkeissä ja toreilla. Tämän tutkimuksen tarkoituksena on ollut selvittää tuoreena myytävän kalan mikrobiologista ja aistinvaraista laatua sekä selvittää kuljetuksen ja säilytyksen vaikutusta laatuun.

AINEISTO JA MENETELMÄT

Näytteet

Kesä-lokakuussa 1992 otettiin Helsingissä satunnaisesti valituista vähittäismyymälöistä 17 kirjolohinäytettä, 16 silakkanäytettä ja 5 siikanäytettä sekä toreilta 19 kirjolohi-, 17 silakka- ja 6 siikanäytettä. Kirjolohinäytteeksi otettiin kokonainen noin 1 kg:n painoinen kala, silakkanäytteeksi noin 1 kg silakoita ja siikanäytteeksi noin 1/2 - 1 kg:n painoinen kala. Siikanäytteiksi valittiin sisävesistä pyydettyä kalaa.

Näytteenoton yhteydessä mitattiin lämpötila kalan tai säilytyslaatikossa päällimmäisinä olevien kalojen ulkopinnalta sekä ulkoilman lämpötila. Kunakin päivänä pyrittiin ottamaan vastaavat silakka- ja kirjolohinäytteet torilta ja myymälöistä vertailun mahdollistamiseksi.

Kustakin näytteestä täytettiin lomake, johon kerättiin seuraavat tiedot saatavissa olevilta osilta:

1. Näytteenottoaika ja -paikka
2. Mistä kala on pyydystetty ja milloin
3. Mistä kala on tullut vähittäismyyntiin
4. Milloin kala on tullut vähittäismyyntiin
5. Säilytys kuljetuksen ja varastoinnin aikana
6. Säilytys myyntipaikassa

Näytteet toimitettiin välittömästi ympäristökeskuksen laboratorioon tutkittavaksi.

Tutkimusmenetelmät

Kalanäytteet arvioitiin aistinvaraisesti ja niiden mikrobiologinen laatu tutkittiin. Aistinvaraisessa arvioinnissa arvioitiin kalan ulkonäkö, haju raakana ja kypsennettynä, rakenne ja maku. Arviointiin osallistui 5 arvioijaa. Arvostelussa käytettiin pisteasteikkoa 0-5, missä suurin arvo edustaa parasta laatua.

Näyte mikrobiologista määrittystä varten tehtiin homogenoimalla kalan nahan alta 10 g selkälihaa 90 ml:aan 0,1 % peptonisuolaliuosta Colworth Stomacher 400 -homogenisaattorilla. Homogenaatit viljeltiin maljavalumenetelmällä käyttäen psykrotrofisten ja rikkivetyä tuottavien bakteerien määrittämisessä laimennoksia 10^{-2} - 10^{-5} , aerobisilla mesofiilisilla bakteereilla laimennoksia 10^{-3} - 10^{-5} ja lämpökestoisilla koliformisilla bakteereilla laimennoksia 10^{-1} - 10^{-2} .

Tutkimusmenetelmät olivat seuraavat:

Aerobit mesofiilliset bakteerit	NMKL 86
Psykrotrofiset bakteerit	NMKL 74
Lämpökest. koliformiset bakteerit	VRB/44°C/24 h
Rikkivetyä tuottavat bakteerit	/1/

Välittömästi mikrobiologisen näytteenoton jälkeen suoritettiin kalan ulkonäön ja rakenteen arviointi. Arvioinnissa kiinnitettiin erityisesti huomiota silmien ja kiduksien väriin sekä pinnan limaisuuteen. Samassa yhteydessä suoritettiin raan kalan hajun arviointi. Kypsän kalan hajun ja maun arviointia varten kirjolohi- ja siikanäytteet suomustettiin tarvittaessa ja silakoista poistettiin pää ja sisälmykset. Kalat huuhdottiin juoksevassa kylmässä vedessä ja kuivattiin. Keskeltä kirjolohta ja siikaa otettiin 10-15 cm:n pala kalaa, joka kypsennettiin höyryssä folioon käärittynä. Samoin kypsennettiin kokonaiset silakat.

TULOKSET

Aistinvarainen laatu

Yhteenveto tutkittujen kalojen aistinvaraisesta laadusta on esitetty taulukossa 1. Pistearviointi on esitetty liitteessä 1.

Ulkonäkö

Ulkonäön perusteella sekä silakan, siian että kirjolohen laatu oli parempi torilla kuin myymälöissä. Selvin ero oli siian ja vähäisin kirjolohen kohdalla.

Myymöissä myydyissä silakoissa oli kahdessa tapauksessa kaikissa kaloissa vatsat auki samoin kuin yhdessä tapauksessa torilla myydyissä silakoissa. Yhdessä torisilakkanäytteessä oli osassa kaloja vatsat auki. Yhden myymälästä otetun näytteen kalat olivat pehmenneitä. Yhdessä myymälänäytteessä todettiin kirjolohella pilaantumisen merkinä poikkeavaa limaisuutta kiduksissa. Näitä tapauksia lukuunottamatta ulkonäön arviointipistemäärä oli näytteillä vähintään 3.

Haju

Hajun perusteella arvioituna kirjolohi oli jossain määrin parempilaatuista kuin siika ja silakka. Kalojen haju arvioitiin paremmaksi toreilta otetuissa näytteissä kuin myymälöistä otetuissa. Selvä eltaantunut haju todettiin vain yhdessä torilta otetussa kirjolohinäytteessä. Selvä mutamainen sivuhaju todettiin kahdessa myymäläsilakkanäytteessä.

Taulukko 1.

Kalan aistinvarainen laatu. Arviointiasteikko 0-5 (liite 1).

Tulokset ilmoitettu keskiarvoina ja vaihteluväleinä. Arvosteluun osallistunut 5 aistijaa.

Tabell 1.

Fiskens sensoriska kvalitet. Bedömnings skala 0-5 (biliga 1).

Resultaten avgivna som medelvärden och variationsgränser. Fem bedömmare deltog i bedömningen.

Näytteiden lukumäärät	Ulkonäkö	Haju raaka	Haju kypsä	Rakenne	Maku
Antalet prov	Utseende	Lukt rå	Lukt kokt	Konsistens	Smak

Silakka/strömming

tori 17	3.8	3.9	3.9	3.8	3.7
torg	(2.8-4.3)	(3.2-4.3)	(3.0-4.2)	(3.1-4.2)	(2.8-4.2)
myymälä 16	3.4	3.7	3.6	3.5	3.4
butik	(2.0-4.2)	(2.3-4.2)	(2.3-4.2)	(2.1-4.4)	(1.0-4.2)

Siika/sik

tori 6	3.9	4.0	3.9	4.0	4.0
torg	(3.0-4.2)	(3.8-4.2)	(3.0-4.2)	(3.6-4.2)	(3.9-4.2)
myymälä 5	3.4	3.6	3.7	3.7	3.7
butik	(2.9-3.5)	(3.2-4.2)	(3.2-4.2)	(3.4-4.2)	(3.2-4.0)

Kirjolohi/regnbågsforell

tori 19	3.9	4.0	4.0	4.1	4.0
torg	(3.5-4.2)	(3.8-4.2)	(3.8-4.4)	(3.8-4.3)	(3.5-4.4)
myymälä 17	3.7	3.8	3.8	3.9	3.7
butik	(2.2-4.0)	(2.4-4.2)	(3.0-4.2)	(2.8-4.2)	(2.8-4.2)

Rakenne

Rakenteen perusteella arvioituna siika ja kirjolohi olivat keskimäärin silakkaa parempilaatuisia. Siika ja kirjolohi olivat toreilta haetuissa näytteissä parempilaatuisia kuin myymälöistä otetuissa näytteissä.

Maku

Maun perusteella arvioituna olivat toreilta hankitut kalat parempilaatuisia kuin myymälöistä hankitut. Selvä mutamainen maku todettiin yhdessä torilta otetussa kirjolohinäytteessä ja yhdessä myymälästä otetussa silakkanäytteessä. Lisäksi yhdessä torisilakkanäytteessä todettiin vieras karvas maku ja yhtä myymäläsilakkanäytettä kuvattiin hajultaan öljymäiseksi.

Mikrobiologinen laatu

Yhteenvedo tutkittujen kalojen mikrobiologisesta laadusta on esitetty taulukossa 2.

Kokonaisbakteerimäärä

Toreilla myytävät kalat olivat kokonaisbakteerimäärän (aerobit mesofiiliset bakteerit, kasvatuslämpötila 25°C) perusteella arvioituna parempilaatuisia kuin myymälöissä myydyt. Ero oli selvä silakan ja siian suhteen, mutta vähäisempi kirjolohen suhteen.

Silakan ja siian keskimääräinen kokonaisbakteeripitoisuus oli selvästi suurempi kuin kirjolohen. Myymälöissä myydyn silakan keskimääräinen aerobinen kokonaisbakteerimäärä oli 765 000 pmy/g, siiassa 1 156 000 pmy/g, mutta kirjolohessa ainoastaan 9 300 pmy/g. Vain kolmessa näytteessä aerobisten bakteerien kokonaismäärä ylitti 1 000 000 pmy/g:

Taulukko 2.

Kalan mikrobiologinen laatu. Tulokset ilmoitettu bakteerien keskiarvoina ja vaihteluväleinä grammassa näytettä.

Tabell 2.

Fiskens mikrobiologiska kvalitet. Resultaten anges som bakteriernas medelvärden och och variationsgränsen per gram prov.

Näytteiden lukumäärä Antalet prov	Aerobit mesofiiliset bakt. $\times 10^3$ pmy/g	Psykrotrofiset bakteerit $\times 10^3$ pmy/g	H ₂ S-tuottajat $\times 10^3$ pmy/g
Silakka/strömming			
tori 17	151	62	36
torg	(35-750)	(7.0-280)	(2.3-130)
myymälä 16			
butik	765	287	1 168
	(32-10 000)	(3.0-2 900)	2.0-15 000)
Siika/sik			
tori 6	278	118	34
torg	(20-180)	(16-280)	(0.3-160)
myymälä 5			
butik	1 156	484	2 503
	(79-3 500)	(110-1 200)	(81-9 700)
Kirjolohi* ¹⁾ /regnbågsforell* ²⁾			
tori 19	9.3	0.6	5.9
torg	(<1-46)	(<0.1-3.0)	(<0.1-30)
myymälä 17			
butik	14	4.7	26
	(<1-58)	(<0.1-20)	(<0.1-230)

*¹⁾ Näytteitä, joiden bakteeripitoisuus alle määrittämissrajain ei huomioitu keskiarvoissa.

*²⁾ De prov, vilkas bakteriehalt understeg detektionsgränsen beaktades inte i medelvärdena.

yhdessä myymälästä noudetussa silakkanäytteessä bakteerien määrä oli 10 000 000 pmy/g sekä kahdessa

myymälästä otetussa siikanäytteessä 1 800 000 ja 3 500 000 pmy/g. Yhdeksässä kirjolohinäytteessä bakteerien määrä alitti 1 000 pmy/g.

Psykrotrofisten bakteerien määrä

Psykrotrofiset bakteerit lisääntyvät kylmissä lämpötiloissa (0°C) ja niiden optimaalinen kasvulämpötila on 20-30°C.

Psykrotrofisten bakteerien ja kokonaisbakteerimäärän välillä oli selvä korrelaatio, josta esimerkkinä tulokset kirjolohien osalta kuvassa 1. Kalan bakteeriflooraa kuvaavasta kokonaisbakteerimäärästä on tulosten perusteella valtaosa kylmässä viihtyviä psykrotrofisia bakteereita, joiden todennäköisin alkuperä on vesistö tai kalan käsittelyssä käytetty vesi. Koska silakan ja siian kokonaisbakteerimäärät olivat kirjolohen bakteerimääriä korkeammat, myös psykrotrofisten bakteerien määrä oli näissä selvästi korkeampi kuin kirjolohessa. Myymälöistä hankituissa näytteissä pitoisuudet olivat korkeammat kuin toreilta hankituissa.

Lämpökestoisten koliformisten bakteerien määrä

Kaikissa näytteissä lämpökestoisten koliformisten bakteerien määrä oli alle määrittäysrajan, 10 pmy/g.

Rikkivetyä tuottavien bakteerien määrä

Myös rikkivetyä tuottavien bakteerien määrä oli silakassa ja siassa korkeampi kuin kirjolohessa. Myymälöistä hankituissa näytteissä pitoisuudet olivat samoin korkeammat kuin toreilta hankituissa.

Säilytysajan ja myyntilämpötilan vaikutus

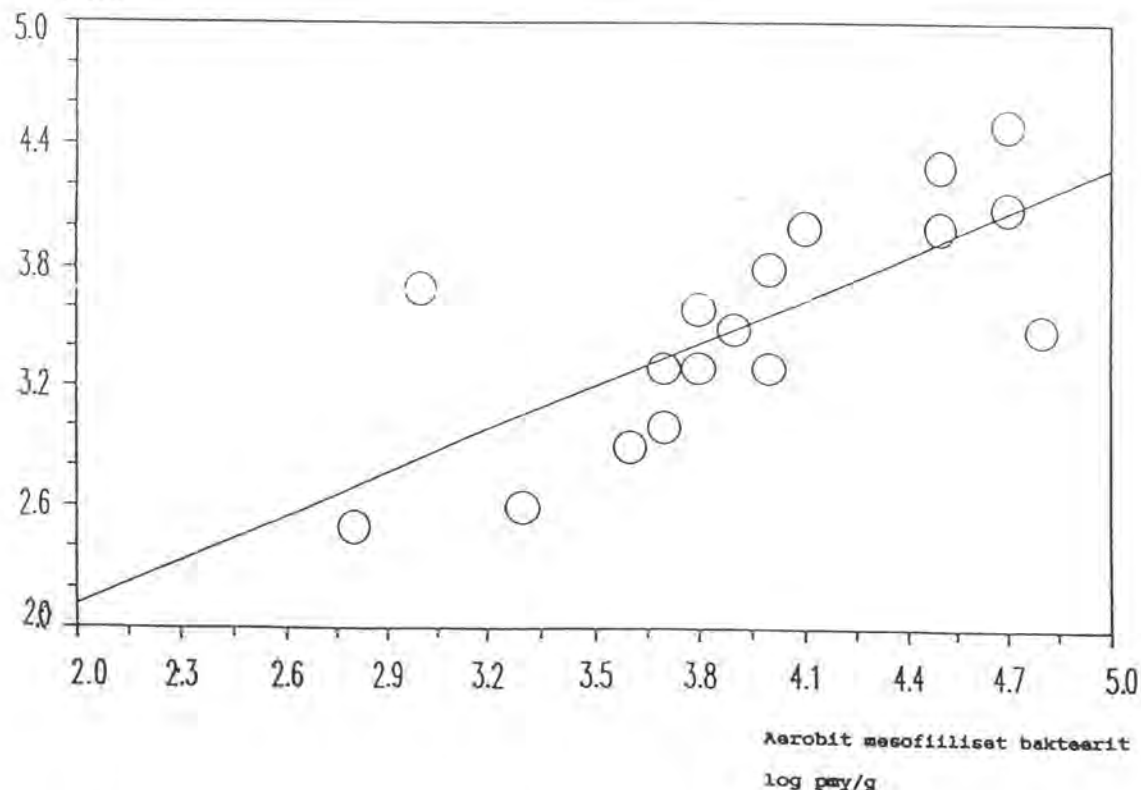
Kyselyjen avulla pyrittiin myyntipaikassa selvittämään, mistä ja milloin kala oli pyydetty. Tämän

ajan ja mikrobiologisen sekä aistinvaraisen laadun korrelaatiota. Tutkituista 38 myymäläkalanäytteestä kuusi oli myyjän ilmoituksen mukaan pyydetty näytteenottoa edeltävänä päivänä. Muiden näytteiden (84 %) pyyntiajankohtaa ei saatu selville. Torilta hankittujen kalojen pyyntiajankohdan pystyi ilmoittamaan 38 % myyjistä. Torinäytteistä 10 (24 %) oli myyjän ilmoituksen mukaan pyydetty edellisenä päivänä, kolme myyntipäivänä ja kolme kahta päivää aikaisemmin.

Kalojen aistinvaraisen laadun ja myyntilämpötilan välillä ei ollut havaittavissa korrelaatiota kuten ei myöskään mikrobiologisen laadun ja myyntilämpötilan välillä. Esimerkkinä on kuvissa 2-3 esitetty kalojen myyntilämpötilan ja ulkonäön suhdetta.

Psykrotrofiset bakteerit

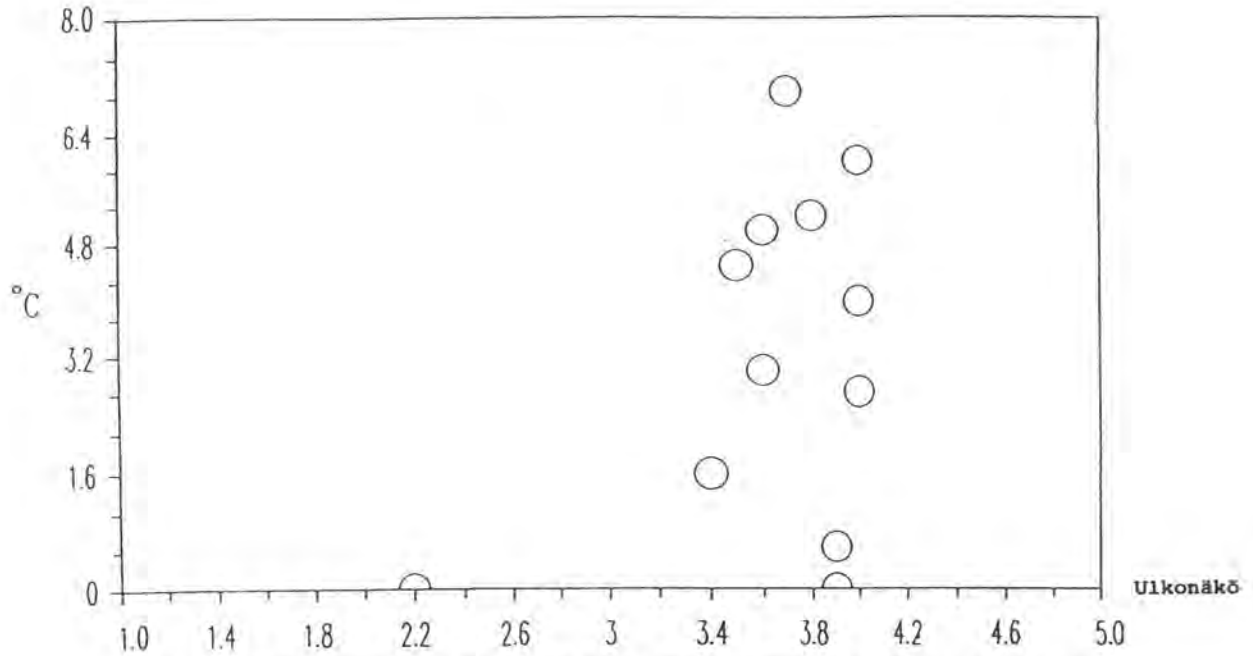
log pmy/g



Kuva 1. Aerobisten mesofiilisten ja psykrotrofisten bakteerien pitoisuuksien korrelaatio kirjolohissa.

Figur 1. Korrelationen mellan halten aeroba mesofila och psykrotrofa bakterier i regnbågsforell.

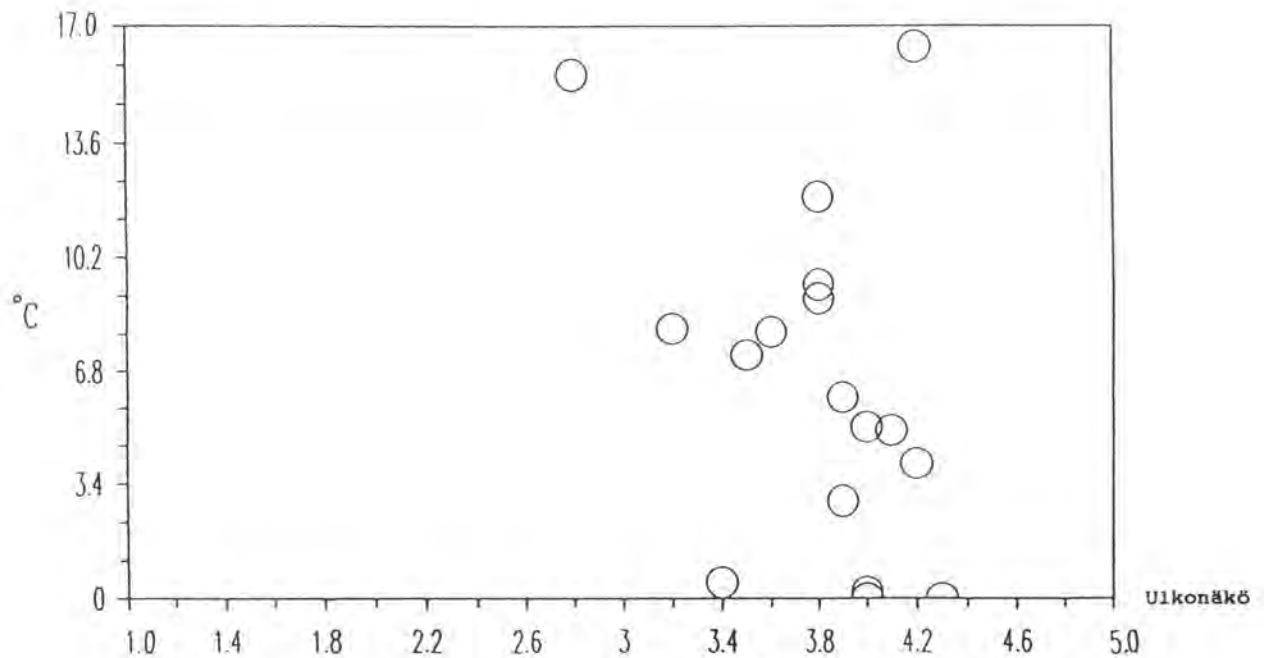
Myyntilämpötila



Kuva. 2. Myyntilämpötilan vaikutus myymälässä myytyjen kirjolohien ulkonäköön. Ulkonäkö arvioitu pisteasteikolla 0-5, jossa suurin pistearvo on paras.

Figur 2. Försäljningstemperaturens inverkan på regnbågsforell som salufördes i butiker. Utseende bedömdes enligt poängskalan 0-5, varvid det högsta poängskalan motsvarar det bästa utseendet.

Myyntilämpötila



Kuva 3. Myyntilämpötilan vaikutus torilla myytyjen silakoiden ulkonäköön. Ulkonäkö arvioitu pisteasteikolla 0-5, jossa suurin pistearvo paras.

Figur 3. Försäljningstemperaturens inverkan på den strömming som salufördes på torg. Utseendet bedömdes enligt poängskalan 0-5, varvid det högsta poängtalet motsvarar det bästa utseendet.

Säilytyslämpötila

Mitatut myyntilämpötilat on esitetty taulukossa 3. Säädösten mukaan lämpötilan tulisi olla alle +8 °C. Myymälöistä otetuissa näytteissä tämä raja ei ylittynyt, mutta toreilla raja ylittyi 16 tapauksessa (38 %). Eniten puutteita oli torisilakoiden säilytyslämpötiloissa; 43 %:ssa säilytyslämpötila ylitti +8°C. Kirjolohinäytteiden lämpötila toreilla oli 37 %:ssa liian korkea. Pahimmillaan sekä silakan että kirjolohen säilytyslämpötila torilla oli +16 °C.

Taulukko 3. Kalojen myyntilämpötilat.

Tabell 3. Försäljningstemperaturer för fisk.

	Keskiarvo Medelvärde °C	Vaihteluväli Variationsgräns °C
Myymälät/butik		
silakka/strömming	5,0	2,0-7,3
siika/sik	3,8	0-7,0
kirjolohi/regnbågsforell	3,7	0-7,0
Torit/torg		
silakka/strömming	6,4	0-16
siika/sik	7,6	4,6-11
kirjolohi/regnbågsforell	8,0	1,0-16

POHDINTA

Tuoreen kalan säilyvyys on hyvin rajoitettu. Tästä syystä erityiset toimenpiteet ovat tarpeen lyhytaikaisessakin kuljetuksessa, varastoinnissa ja myynnissä kalan hyvän laadun takaamiseksi. Helposti pilaantuvana elintarvikkeena tuore kala vaatii jäädytystä, ts. lämpötila saa olla korkeintaan +8°C. Hyvin säilyäkseen tuore kala vaatii kuitenkin huomatt-

tavasti alhaisemman säilytyslämpötila eli 0- +1°C. Tuoreelle kalalle onkin asetettu lämpimänä vuodenaikana jäyttämispakko. Säilyvyysaika lyhenee huomattavasti +5°C:n lämpötilassa ja +10°C vanhentaa kalan nopeasti /2/. Samassa lämpötilassa eri kalalajit muuttuvat eri nopeudella. Siika ja silakka ovat erityisen herkkiä pilaantumaan.

Kalan tuoreuden aistinvaraisessa arvostelussa kiinnitettiin huomiota kalan limaisuuteen ja siihen, oliko kalassa jäljellä elävän tai vastapyydystetyn kalan kirkkaat, lajille ominaiset värit. Kahdessa silakoiden myymälänäytteessä todettiin kalojen vatsat avonaisiksi. Kala, joka on ahminut itsensä täyteen ruokaa, pilaantuu nopeasti entsyymaattisesti. Mahalaukussa olevat ruoansulatusentsyymit ovat aktiivisia sekä elävässä että kuollessa kalassa. Ne sulattavat ensin kuolleen kalan vatsalaukun rikki ja myöhemmin entsyymitoiminnan jatkuessa vatsaontelon seinämä alkaa hajota. Tällöin myös kalan ruodot alkavat irrota lihasta vatsaonteloon. Sappirakko voi rikkoutua ja värjätä vatsan seinämän kellanruskeaksi. Silakalla ja siialla tällainen entsyymaattinen toiminta kesälämpimällä puhkaisee nopeasti kalan vatsan seinämän, ja seurauksena on suolten purkautuminen ulos. Kalan ei tällöin tarvitse välttämättä olla mikrobiologisesti pilaantunut. Nyt tutkituissa näytteissä entsyymaattisesti pilaantuneiden silakoiden kokonaisbakteeripitoisuus oli myymäläsilakoissa 80 000-100 000 pmy/g eli selvästi alle keskiarvopitoisuuden. Niitä on kuitenkin pidettävä myyntikelvottomina.

Eräs tärkeä kalan tuoreuden tuntomerkki on haju, joka on tuoreena tyypillinen monelle kalalajille. Tutkimuksessa ei todettu erityistä huomauttamista kalojen hajussa. Lievät virheet tulkittiin alavasta vanhenemisesta johtuviksi lähinnä tunkkaisiksi sivuhajuiksi. Merkittävä kemiallinen pilaantumisreaktio kalassa on valkuaisaineiden denaturoituminen ja rasvojen eltaantuminen ilman hapen vaikutuksesta.

Rasvojen eltaantumisessa syntyy vapaita rasvahappoja,

peroksideja, aldehydejä ja ketoneja eli haju- ja makuvirheitä /3/. Rasvojen eltaantuminen ei tutkittussa aineistossa ole merkittävä kalan pilaantumisen ilmiö, sillä selvä raa'an kalan eltaantunut haju todettiin ainoastaan yhdessä myymäläkirjoloheinäytteessä.

Tuore kala on maultaan raikas. Yhdessä kirjoloheista ja yhdessä silakkanäytteessä todetut mutamaiset sivumaut voivat johtua kalan pyyntipaikan veden laadusta tai olla veden luontaisten mikrobien, lähinnä sädesienien, aikaansaamaa.

Bakteerit ovat entsyymien ohella tärkeimpiä kalan pilaantumisen aiheuttajia. Elävissä kaloissa bakteereita on runsaasti kiduksissa, ihon limakerroksessa ja suolistossa. Likaisissa vesissä elävän kalan luontainen pinnan bakteeripitoisuus on huomattavasti korkeampi kuin puhtaissa vesissä elävän. Suomustuksella poistetaan osa pinnan mikrobifloorasta, mutta myös siirrostetaan mikrobeja verinahaan ja lihaan. Perkaaminen parantaa kalan säilyvyyttä estäen ruoansulatuskanavan bakteerien leviämisen lihaskudokseen. Kalan munuaiset ja maksa ovat erityisen herkkiä pilaantumaan.

Bakteerien määrästä tuoreessa kalassa voidaan tehdä johtopäätöksiä kalan pilaantumisesta, kalan käsittelyn hygieniasta ja mahdollisista terveydellisistä haitoista. Kalan pilaantuminen bakteerimäärän funktiona riippuu pilaajaflooran laadusta, mutta arvioidaan, että jo 10^6 pmy/g riittäisi pilaamaan tuoreen kalan.

Psykrotrofiset bakteerit *Acromobacter*, *Pseudomonas* ja *Flavobacterium* ovat kalojen yleisiä pilaajia /4,3/. Säilytyslämpötilan noustessa *Pseudomonas*-suvun bakteerit lisääntyvät, *Achromobacter*-suvun bakteerit vähentyvät, mutta flavobakteerien osuus

säilyy kutakuinkin ennallaan. Korkeammissa lämpötiloissa todetaan vielä mikrokokkeja ja myös itiöllisen

sen Bacillus-suvun bakteereita sekä vaarallista hermomyrkyä erittävää Clostridium botulinum tyyppi E -bakteeria.

Kuolleessa kalassa iholimman erityys jatkuu vielä jonkin aikaa, lima paisuu ja irtoaa helposti. Suomujen alla oleva verinahka pystyy estämään bakteerien pääsyn lihaan 0°C:n lämpötilassa noin viikon ajan. Kalan vatsakalvo ei kestä yhtä kauan.

Kalojen luontaisten entsyymien autolyyttinen toiminta tuottaa suuria määriä pahanhajuisia typpiyhdisteitä ja sokereita, joita bakteerit käyttävät ravinnokseen. Bakteerien toiminnan tuloksena syntyy trimetyylamiinia, ammoniakkia, amiineja, haihtuvia rasvahappoja, vetysulfidia ja muita sulfideja /3/. Streptomyces-sädesienet saavat aikaan mullanhajun ja -maun.

Bakteerien toiminta voi aiheuttaa myös värimuutoksia kalassa. Pseudomonas fluorescens voi aiheuttaa vihreän tai keltaisen värisävyn, mikrokokit keltaisia värisävyjä, Serratia-suvun bakteerit ja esim. jotkut hiivat voivat aiheuttaa punertavia värisävyjä.

Bioluminisoivat bakteerit kuten Photobacterium- ja Vibrio-suvun bakteerit voivat saada aikaan kalassa loisteilmiön. Bakteerit tuottavat aineenvaihduntaansa liittyvissä entsyymireaktioissa valoenergiaa. Bakteerit ovat veden luontaisia bakteereita. Jos niitä kuitenkin esiintyy suuria pitoisuuksia kalassa, loistaa kala etenkin pimeässä. Yleensä nämä bakteerit eivät ole terveydelle vaarallisia, mutta kyseessä on kuitenkin vähintäinkin alkava pilaantumisilmiö ja kaloja on pidettävä elintarvikkeeksi kelpaamattomina.

Tuoreena myytävän kalan sisältämät patogeeniset bakteerit on jaettavissa kolmeen ryhmään. Vesistöistä peräisin olevat patogeenit kuuluvat usein kalojen

normaaliflooraan, mutta voivat aiheuttaa sairauden ihmisellä. Näihin kuuluvat Clostridium botulinum, Plesiomonas shigelloides, Aeromonas ja eräät Vibrio-lajit kuten Vibrio parahaemolyticus ja Vibrio cholerae non 01. Toisaalta bakteerit voivat olla peräisin ihmisten tai eläinten ulosteista, jotka ovat saastuttaneet vesistöä. Näihin kuuluvat salmonellat, shigellat ja Vibrio cholerae. Bakteerit voivat joutua kalaan myös kalankäsittelyn yhteydessä. Tällöin bakteerit indikoivat huonoa hygieniaa ja runsaasti esiintyessään voivat aiheuttaa sairauksia. Näihin kuuluvat mm. salmonellat, shigellat, stafylokokit ja Clostridium perfringens.

Arvioitaessa kalan laatua voidaan tutkia joko spesifisesti edellä mainittuja patogeeneja tai bakteerien kokonaismäärää. Nämä molemmat kuvaavat osaltaan kalankäsittelyn hygieniaa. Kokonaisbakteerien määrä kuvaa lisäksi säilytysaikaa. Tuoreen kalan pilaantuminen voidaan todeta haju- tai makuhaittana vasta bakteeripitoisuuden ylittäessä 10^7 pmy/g eli aistinvaraisesti pilaantuminen todetaan varsin myöhäisessä vaiheessa.

Kylmissä lämpötiloissa, lähellä 0°C , merkittävin suolaisen veden kalan pilaantumisesta aiheuttava bakteeri on Shewanella putrefaciens, jolle on ominaista kyky tuottaa aineenvaihdunnassaan rikkivetyä. Haihtuvat sulfidit ovat tärkein syy kalan pilaantumisen hajuun /5,6,7,8/. Edellä mainitusta syystä pilaantumisesta voidaan arvioida myös määrittämällä joko Shewanella putrefaciensin pitoisuuksia tai rikkivetyä tuottavien bakteereiden pitoisuuksia. Nyt tehdyssä tutkimuksessa käytettiin kokonaisbakteerien ja rikkivetyä tuottavien bakteerien pitoisuuden määrittämistä kuvaamaan kalan säilytysajan ja säilytysolosuhteiden sopivuutta sekä mahdollista pilaantumisesta, koska

näytteet ovat makean veden ja murtoveden kalaa. Lämpökestoisten koliformisten bakteerien pitoisuuden määrittämistä käytettiin kuvaamaan säilytyksen ja käsittelyn hygieenisyyttä. Spesifisiä patogeeneja ei määritetty; ei myöskään erikseen *Shewanella putrefaciensia*.

Tuoreen kalan laatua voidaan mitata myöskin pika-diagnostisilla menetelmillä. Menetelmät ovat joko turbidometrisiä, kalorimetrisiä tai perustuvat sähköisten ominaisuuksien muuttumiseen (konduktio, impedanssi ja kapasitanssi). Myöskin immunologisia menetelmiä kalan tuoreuden arviointiin ollaan kehittämässä /8/. Menetelmät ja laitteet vaativat jatkokehittelyä yleistyäkseen käytössä.

Tuoreen kalan mikrobiologisesta laadusta on vaikea antaa yksiselitteisiä normeja. Mikrobien määrä riippuu useista tekijöistä kuten pyydystyspaikasta ja vuodenajasta sekä näytteenottotekniikasta. Makean ja suolaisen veden mikrobifloorat eroavat lisäksi toisistaan. Mikrobien määrä vaihtelee näytteenotto-tekniikasta riippuen kalan lihan ollessa pyydystettäessä periaatteessa steriiliä ja bakteereiden sijaitessa lähinnä kalan pinnalla ja suolistossa.

Eräissä maissa on annettu normeja mikrobien määrästä tuoreessa kalassa. Ranskassa korkein sallittu aerobisten bakteereiden kokonaismäärä kalassa on 5×10^5 pmy/g, fekaalisten koliformien ja stafylokokkien 100 pmy/g, anaerobisten sulfiittia pelkistävien bakteerien 10 pmy/g eikä salmonellaa saa esiintyä 25 gramman näytteessä. Espanjassa korkein sallittu aerobisten bakteerien kokonaisarvo on 10^6 pmy/g /9/. Näistä raja-arvoista on kuitenkin esitetty myös kritiikkiä /10/. Useissa maissa, kuten USA:ssa, Kanadassa, Japanissa, Englannissa ja Saksassa ei kuitenkaan ole asetettu kalan mikrobiologisia laatu- normeja, ei myöskään Suomessa.

Kansainvälinen elintarvikkeiden mikrobiologisia laatuvaatimuksia laativa ja suositteleva komissio

ICMSF on antanut vuonna 1974 suositukset kalatuotteiden mikrobiologisesta laadusta /11/. Arvostelussa

on sovellettu ns. kahden raja-arvon periaatetta. Näiden mukaisesti viidestä osanäytteestä yhdenkään kokonaisbakteerimäärä (25°C) ei tulisi olla yli 10^6 pmy/g hyvälaatuisessa tuoreessa kalassa. Fekaalisten koliformien hyväksytty enimmäismäärä on näiden normien mukaan 400 pmy/g ja stafylokokkien 1000 pmy/g. ICMSF:n näytteenotto-ohjeet mikrobiologista tutkimusta varten vastaavat tässä tutkimuksessa käytettyä menettelyä, joten bakteeripitoisuudet ovat vertailukelpoisia.

Aerobien bakteerien kokonaismäärän suhteen nyt tutkitut näytteet alittivat yleisesti edellä mainitut normit. Ainoastaan kolmessa näytteessä bakteerien kokonaismäärä ylitti 10^6 pmy/g. Näiden bakteerien määrän perusteella arvioituna etenkin kirjolohen mikrobiologista laatua on pidettävä hyvänä. Lämpöketoisten koliformisten bakteerien määrä alitti aina 10 pmy/g. Täten näiden määrä on selvästi vähäisempi kuin Ranskan ja ICMSF:n antamat laatuvaatimukset.

Rikkivetyä tuottavien bakteereiden määristä ei ole olemassa normeja. Gram ym./8/ saivat hylkäysrajalla olevien kalojen rikkivetyä tuottavien bakteerien määräksi 5×10^6 - 8×10^7 pmy/g. Aaltonen ym./1/ totesivat tuoreen kirjolohen rikkivetyä tuottavien bakteerien pitoisuuden vaihtelevan välillä 10^3 - 2×10^5 ja silakalla 10^3 - 3×10^3 . Nyt todetut pitoisuudet vaihtelevat keskimäärin 5 000 - 1 168 000 pmy/g. Ravn Jörgensen ym. /5/ totesivat jäätetyssä yhden vuorokauden ikäisessä turskassa pitoisuuksia 10 - 10^4 pmy/g, mutta 10-16 vuorokautta myöhemmin pitoisuudet olivat 10^7 - 10^8 pmy/g.

Kalojen aistinvaraisen laadun ja myyntilämpötilan välillä ja mikrobiologisen laadun ja myyntilämpötilan välillä ei havaittu korrelaatiota. Tämä selittyy sillä, että kalan laatuun vaikuttaa oleellisesti

koko sen käsittelyketjun asianmukaisuus pyydystyksestä ja terastuksesta varastoihin ja myyntipisteisiin

kuljetukseen. Näytteet otettiin suurimmaksi osaksi aamuisin tai aamupäivisin, jolloin myyntiolosuhteiden vaikutus peittyi paljolti aiemman käsittelyketjun vaikutukseen. Käsittelyketjun asianmukaisuutta ja vaikutuksia tullaan selvittämään jatkotutkimuksin.

KIITOKSET

Raportissa tuoreen kalan aistinvaraisesta ja mikrobiologisesta laadusta esitetään tutkimustuloksia ja arvioita näytteistä, joita tutkittiin Helsingin ympäristölaboratoriossa kesä-lokakuussa 1992. Näytteenotosta vastasi ympäristöterveysyksikkö. Tutkimustulosten tulkinnan ja johtopäätösten teon kannalta on oleellista riittävien tausta- ja näytteenottotietojen selvittäminen ja luotettava laboratorioanalytiikka. Työryhmä esittää parhaimmat kiitokset kaikille työhön osallistuneille laboratorion ja terveysyksikön henkilöille.

KIRJALLISUUTTA

1. Aaltonen T, Anttalainen L, Hakala J, Pasanen R. Rauta-agar-menetelmien käyttö kalan tuoreuden arvioimisessa, Suomen Eläinlääkäri-lehti 1992; 98:386-392.
2. Tiainen, O. Kalan tuoreuden aistinvarainen arviointi, Eläinlääketieteellinen korkeakoulu, Elintarvike- ja ympäristöhygienian osasto, moniste II. 1989.
3. Jay, JM. Modern food microbiology, 4. painos, D. Van Nostrand Company, 1992.

4. Shewan, JM. The microbiology of fish and fishery products - a progress report, *J Appl Microbiol* 1971; 34:299-315.
5. Ravn Jørgensen B, Gibson DM, Huss HH. Microbiological quality and shelf life prediction of chilled fish. *Int J Food Microbiol* 1988;6:295-307.
6. Herbert RA, Ellis JR and Shewan JM. Isolation and identification of the volatile sulphides produced during chill storage of North Sea cod. *J Sci Food Agric* 1975; 26:1187-1194.
7. Hobbs G and Hodgekiss W. The bacteriology of fish handling and processing. In: R.Davies (Ed), *Developments in Food Microbiology*, Applied Science Publishers 1982; pp. 71-117.
8. Gram L. Evaluation of the bacteriological quality of seafood, *Int J Food Microbiol* 1992;16:25-39.
9. FAO. Food safety regulations applied to fish by the major importing countries. *FAO Fisheries Circular No. 825*, Rome 1989.
10. Huss HH. Development and use of the HACCP concept in fish processing. *Int J Food Microbiol* 1992; 15:33-44.
11. International Commission on Microbiological Specifications for Foods. *Microorganisms in foods*. Vol 2, p. 92-104. University of Toronto Press, Toronto 1974.

PISTEASTEIKKO KALALLE**ULKONÄKÖ JA VÄRI 0-5**

- 5 täysin virheetön, erinomainen
- 4 hyvä ulkonäkö
- 3 joitakin virheitä ulkonäössä
- 2 melko virheellinen
- 1 virheellinen ulkonäkö (esim. laikukas, liian tumma/vaalea)
- 0 täysin virheellinen, kelpaamaton

HAJU JA MAKU 0-5

- 5 erinomainen, tuore, raikas haju ja maku
- 4 tuore, raikas haju ja maku
- 3 melko tuore haju ja maku tai heikko virrehaju ja -maku
- 2 melko vanha haju ja maku tai melko selvä virrehaju ja -maku
- 1 hyvin vanha, eltaantunut haju ja maku tai selvä virrehaju ja -maku
- 0 täysin kelpaamaton

RAKENNE 0-5

- 5 erinomainen, mehukas
- 4 hyvä, mehukas
- 3 melko hyvä
- 2 melko huono, sitkeä, kuiva tai vetinen
- 1 huono, hyvin kuiva, puumainen tai vetinen, liian pehmeä
- 0 täysin kelpaamaton

KOKONAISLAATU 0-5

- 5 erinomainen
- 4 hyvä
- 3 melko hyvä
- 2 melko huono
- 1 huono
- 0 täysin kelpaamaton

HELSINGIN KAUPUNKI
YMPÄRISTÖKESKUS
Helsinginkatu 24
00530 HELSINKI

KUVAILULEHTI

Tekijä(t) Antti Pönkä, Seija Kalso, Aimo Kuhmonen, Minna Viiliäinen, Seppo Ahonen			
Nimike Tuoreen kalan aistinvarainen ja mikrobiologinen laatu			
Julkaisija (virasto tai laitos)	Julkaisuaika	Sivumäärä, liitteet	
Helsingin kaupungin ympäristökeskus	1993	22	1
Sarjan nimike		Osanumero	
Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja		4/93	
ISSN-numero 1235-9718	Kieli		
ISBN-numero 951-772-347-4	Koko teos fin	Tiivistelmä fin, swe	Taulukot fin, swe
Kuvatekstit fin, swe			
Avainsanat kala, bakteerit, laatu			
UDK			
Lisätietoja: Antti Pönkä, Helsingin kaupungin ympäristökeskus, ympäristö- terveysyksikkö, Helsinginkatu 24, 00530 Hki, puh. 7099 2427			

HELSINGIN KAUPUNGIN YMPÄRISTÖKESKUKSEN JULKAISUJA 1992

1. Helsinki-Malmin lentoaseman lentomeluselvitys
2. Radonmittaukset Helsingissä
3. Hajuyhdisteitä päästävien laitosten haitta-alueet Helsingissä
4. Kolme näkökulmaa kaupunkiliikenteeseen
5. Selvitys Helsingin kaupungin rakennusviraston Veräjämäen
keskusvaraston maaperästä ja pohjavedestä
6. Melutilanne Helsingissä - seurantaraportti
7. Helsingin meluntorjuntaohjelma 1994 - 1998
8. Haihtuvat orgaaniset yhdisteet sisäilmassa
9. Varautuminen kemikaalionnettomuuksiin
10. Helsingin uimarantavesien laatu 1985 - 1992

HELSINGIN KAUPUNGIN YMPÄRISTÖKESKUKSEN JULKAISUJA 1993

1. Selvitys Pohjois-Hermannin ja Toukolan alueilla tehdyistä maaperä-
tutkimuksista
2. Eräiden Suomen vesilaitosten verkostoveden mikrobiologinen laatu
3. Keuhkosyövän ilmaantuvuus Helsingissä 1975 - 1986
ja ilman epäpuhtauksien vaikutukset
4. Tuoreen kalan aistinvarainen ja mikrobiologinen laatu

Julkaisujen tilaus:

ympäristökeskuksen tiedotus
Helsinginkatu 24, 00530 HELSINKI
puh. 7099 2815, fax 7099 2245

ISSN 1235-9718
ISBN 951-772-347-4