

Verkefnaskýrsla til

RANNÍS

3 - 99



Rannsóknastofnun  
fiskiðnaðarins

Desember 1999

**Bragð og lyktarefni**

**úr sjávarfangi**

Guðrún Ólafsdóttir  
Rósa Jónsdóttir  
Margrét Geirsdóttir  
Þyrí Valdimarsdóttir



<i>Titill / Title</i>	<i>Bragð- og lyktarefni úr sjávarfangi / Mapping of flavorants in seafood</i>		
<i>Höfundar / Authors</i>	<i>Guðrún Ólafsdóttir, Rósa Jónsdóttir, Margrét Geirsdóttir og Þyri Valdimarsdóttir</i>		
<i>Skýrsla Rf / IFL report</i>	3-99	<i>Útgáfudagur / Date:</i>	Desember 1999
<i>Verknr. / project no.</i>	1470		
<i>Styrktaraðilar / funding:</i>	<i>Rannsóknarráð Íslands / Icelandic Research Council</i>		
<i>Ágrip á íslensku:</i>	<p>Tilgangur þessa verkefnis var að afla þekkingar á bragð- og lyktarefnum úr sjávarfangi. Framkvæmd var heimildaleit til að kortleggja hvaða efni gefa einkennandi bragð og lykt í hráefni og myndun þeirra við vinnslu. Á Rf hefur verið lögð mikil áhersla á uppbyggingu skynmats. Einnig hefur verið unnið markvisst að uppbyggingu á sviði lyktarefnarannsókna á undanförunum árum en minna hefur verið gert varðandi rannsóknir á bragðefnum. Kannað var hvernig núverandi tækjabúnaður og aðstaða á Rf gæti nýst við þessar rannsóknir og hvort nauðsynlegt væri að bæta þar um.</p> <p>Niðurstöður verkefnisins voru þær að skrifuð var umsókn til Tækniþróðs í samstarfi við innlenda aðila. Í þessari skýrslu er að finna heimildaskrá og stutta samantekt um niðurstöður heimildaleitar og þekkingaröflunar á þessu sviði.</p>		
<i>Lykilorð á íslensku:</i>	<i>Bragðefni, lyktarefni, greiningaraðferðir, vannýtt hráefni</i>		
<i>Summary in English:</i>	<p>The aim of the project was to extend our knowledge on flavorants from seafood. A literature research was carried out to summarise which compounds characterise flavour of raw and processed seafoods. Sensory studies have been one of the main area of research at Icelandic Fisheries Laboratory (IFL). During the last few years an effort has been made to establish facilities for flavour research at IFL and especially the set-up of equipments and methods for volatile compounds. Research on taste substances has not been studied extensively so far at IFL. The possibilities to use current instruments and facilities at IFL was evaluated and recommendation were made on how IFL facilities for flavour research can be extended further and developed.</p> <p>The results of this project is a proposal for the Icelandic Research Council in co-operation with an Icelandic flavour producer. In this report is a reference list and a short summary about the literature survey and the status of flavour research in this area.</p>		
<i>English keywords:</i>	<i>Flavour, analytical methods, under-utilised raw material</i>		

## EFNISYFIRLIT

1. INNGANGUR .....	1
2. BRAGÐ- OG LYKTAREFNI Í SJÁVARFANGI .....	1
3. AÐFERÐIR TIL AÐ GREINA BRAGÐ- OG LYKTAREFNI.....	3
4. LOKAORÐ.....	5
5. HEIMILDASKRÁ.....	6

VIÐAUKI

## 1. INNGANGUR

Aukin þörf er fyrir náttúruleg bragðefni fyrir matvælaíðnað (Lee, 1999). Bragðefni úr sjávarfangi eru gjarna unnin úr aukaafurðum sem falla til við vinnslu sjávarfangs eins og rækjuskel, humarbúkum og skel en einnig eru notaðar vannýttar tegundir og annar úrgangur eins og afskurður, roð og bein (Pigott, 1990). Í dag er þessu hráefni oft hent eða það nýtt í ódýrar afurðir eins og fiskimjöl. Við vinnslu á bragðefnum hafa aðstæður eins og hitastig og tími sem notað eru við framleiðslu þeirra afgerandi áhrif á hvaða efni myndast, en einnig hefur ferskleiki eða skemmdarstig hráefnis áhrif. Bragðefni í matvælum eru oft mjög viðkvæm efni sem þola illa hita og aðra meðhöndlun.

Fjölmörg mismunandi efni mynda einkennandi bragð og lykt af matvælum. Þessi efni myndast aðallega vegna niðurbrots próteina, lípíða og kolvetna. Við bragðefnavinnslu getur niðurbrot vegna hita, þrúnunar og Maillard efnahvarfa skipað mikilvægt hlutverk í myndun flókinna rokgjarnra efna sem valda bragði og lykt. Samspil bragð- og lyktarefna framkalla einkennandi bragð hvers matvælis. Nýlega hafa verið gefnar út mjög góðar bækur um bragð- og lyktarefni í sjávarfangi (Spurvey *et al.*, 1998; Shahidi og Cadwallader, 1997; Shahidi og Botta, 1994). Þær veita gott yfirlit yfir helstu bragð- og lyktarefni sem myndast við vinnslu og verkun. Hér á eftir verður gerð grein fyrir þeim helstu efnum sem eru einkennandi fyrir sjávarafurðir.

## 2. BRAGÐ- OG LYKTAREFNI Í SJÁVARFANGI

**Lyktarefni** eru fjölmörg mismunandi efni. Í fiski eru það einkum ómettuð alkóhól og karbonylefni með 6, 8 eða 9 kolefnisatómum sem valda ferskri fiskilykt eins og graslykt, grænni gróðurlykt, agúrku-, melónu og sveppalykt (Ólafsdóttir og Fleurence, 1998). Þessi efni myndast vegna ensímvirkni lipoxigenasa sem hvata oxun fjölómattaðra fitusýra. Þau eru einnig til staðar í ferskum skelfiski og valda sætu-, ávaxta-, þörung- og plöntulykt oft tengt málmlykt og frá daufri allt til áberandi fiskilyktar (Spurvey *et al.*, 1998). 1-okten-3-ól og (5Z)-1,5-oktadien-3-ól hafa verið tengd við sveppa, málm og málmkennt aukabragð/lykt af ferskri djúphafsækju (prawn) og humri. Ketónar þeirra, 1-okten-3-one og 1,5-oktadien-3-one, hafa lágt lyktarþröskuldsgildi og valda einkennandi lykt af ferskum krabbadýrum (Baek og Cadwallader, 1997). Efni eins og t.d. brómófenól valda joð- og rækjulykt og N-hringasambönd einkenna moldar- og jarðvegslykt í sjávarfangi (Ólafsdóttir og Fleurence, 1998). Önnur efni eins og alkyl pyrasín og hringasambönd með brennisteini valda einkennandi lykt sem minnir á soðinn skelfisk (Sun Pan & Kuo, 1994). Furan efni finnast einnig í bragð- og lyktarefnum soðins krabbakjöts (Spurvey *et al.*, 1998).

Í töflu 1 eru dæmi um einkennandi lyktarefni sem hafa áhrif á bragð og lykt í soðnum skelfiski og gefa æskilegt smjör-, kjöt-, hnetu/poppkorn og saltbragð/lykt (Chung og Cadwallader, 1994; Cadwallader *et al.*, 1995; Baek og Cadwallader, 1997). Öll þessi efni geta myndast vegna Maillard efnahvarfa amínósýra og afoxandi sykra, Strecker- niðurbrots amínósýra eða hitaniðurbrots thiamins. Við suðu á skelfiski myndast mörg æskileg lyktarefni sem gefa kjöt- og hnetu/poppkorn-lykt sem tengist m.a. myndun pyrazina og thiazola. Pyrazin myndast við Maillard efnahvörf og eru þekkt fyrir að

gefa einkennandi grill eða steikarlykt. Niðurbrotsefni lípíða hafa einnig áhrif á lykt af bæði ferskum og soðnum skelfiski. Myndefni oxunar fiskifitu sem valda þráa eru vel þekkt. Þar má nefna hexanal, 2,4-heptadienal, 3,5-oktadien-2-one og 2,4-dekadial sem valda skemmdarlykt. Þau tvö fyrstnefndu myndast við sjálfoxun eikósapentaensýru (20:5n-3). 4-heptenal veldur aukabragði/lykt af þorski geymdum í kæli. Isomerar af 2,4,7-decatrienal gefa einkennandi lýsisþráalykt (Meijboom og Stroink, 1972; Karahadian og Lindsay, 1989). Einnig má nefna 4-heptenal, 1-okten-3-one og 2,6-nonadienal sem öll eru talin valda óæskilegri lykt af soðnum skelfiski. 5,8,11-tetradecatrien-2-one hafa verið tengd við einkennandi lykt af soðinni rækju (Sun Pan og Kuo, 1994) og dodecanol sem veldur blómalykt er mikilvægur þáttur af lykt soðinna rækja (Spurvey *et al.*, 1998). Í viðauka 1 er tafla yfir helstu flokka af efnum sem hafa áhrif á lykt í sjávarfangi (Ólafsdóttir og Fleurence, 1998).

**Tafla 1.** Dæmi um lyktarefni sem fundist hafa í soðnum skelfiski.

Efnasamband	Lyktareinkenni
2,3-butanedione	smjörkennt
4-heptenal	þrátt / lýsislykt/kartafla
1-okten-3-one	sveppir / jarðar
2-methyl-3-furanthiol	soðin hrísgrjón / kjötkennt
2-acetyl-1-pyrroline	poppkorn/hnetu
3-(methylthio)propanal	soja sósa / bökuð kartafla/salt
2-acetylthiazole	hnetu /poppkorn
2-acetyl-2-thiazoline	poppkorn

Mikill fjöldi ketóna hafa fundist í soðinni og grillsteiktri rækju. Ketónar geta myndast við oxun fjölmættaðra fitusýra sem verður vegna hitameðhöndlunar, amínósýru niðurbrots eða vegna niðurbrots af völdum örveru. Ketónar geta valdið sætum blóma- og ávaxtaeinkennum í krabbadýrum. Diacetyl eins og 2,3-butan-dione og 2,3-pentanedione gefa mikið smjörbragð/lykt sem er einkennandi fyrir skelfisk.

**Bragðefni** eru einkum fríar amínósýrur og peptíð (Kawai 1996). Fríar amínósýrur og peptíð eru t.d. talin meginuppistaða í hinu sérkennilega bragði sem myndast í saltaðri síld við langvarandi geymslu (Stefánsson og Guðmundsdóttir, 1995). Fríar amínósýrur hafa hver fyrir sig ákveðna bragðeiginleika t.d. hafa glycine og alanine sætt bragð, vatnsfælnar amínósýrur framkalla beiskt bragð og sölt af glutamic og aspartic sýru framkalla bragðfyllingu (umami). Dípeptíð geta einnig haft afgerandi áhrif á bragðeiginleika matvæla og þá skiptir máli samspil þátta eins og sýrustigs og saltstyrks, svo og magn af viðkomandi bragðhvetjandi efnum þ.e. dípeptíð og amínósýrur

### 3. AÐFERÐIR TIL AÐ GREINA BRAGÐ- OG LYKTAREFNI

Ýmsar sýnatöku- og mæliaðferðir eru til sem hægt er að nota við greiningu á bragð- og lyktarefnum. Nauðsynlegt er að þekkja hvaða efni um eru að ræða, þannig að hægt sé að velja bestu greiningaraðferðirnar. Í bókunum *Techniques for Analyzing Food Aroma* (Marsili, 1997) og *Methods to Determine the Freshness of Fish in Research and Industry* (Jensen *et al.*, 1998) eru góðar upplýsingar um aðferðir við greiningar á þessum efnum.

**Sýnatökuaðferðir:** Á Rf hafa verið notaðar "headspace" aðferðir til að einangra rokgjörn lyktarefni úr sýnum. Aðallega hefur verið notuð svokölluð "purge and trap" aðferð, en þá er gas (köfnunarefni) látið fara í gegnum vatnsblandað sýnið og lyktarefnin berast með því yfir á sérstakar gildrur með efnum sem soga að sér lyktarefnin úr sýninu (TENAX). Lyktarefnum er þannig safnað á gildrur og síðan eru efnin frásoguð af gildrunni með leysiefni (eter) eða með hitameðhöndlun. Hugsanlegt er að nota þurfi öflugri sýnatökuaðferðir til að greina þau efni sem eru til staðar í litlu magni en hafa afgerandi áhrif á heildarlyktina þar sem lyktarþröskuldur þeirra er svo lágur. Aðferðir eins og SDE (simultaneous distillation and extraction) og eiming undir þrýstingi geta þá verið hentugri (Jensen *et al.*, 1998; Parliament, 1997).

**Gasgreiniaðferðir:** Eftir einangrun rokgjarnra lyktarefna er efnablöndunni sprautað inn í gasgreini til að aðgreina einstök lyktarefni og bera kennsl á þau. Aðgreining efna í gasgreini byggist aðallega á mismunandi suðumarki efna og hvort efnin séu skautuð eða ekki. Þannig er hitastigi breytt og notuð misskautuð súluefni sem tefja lyktarefnin á súlunni mismikið þannig að þau aðgreinast. Á Rf eru til tveir gasgreinar (HP5890 ; HP GCD G1801C) með mismunandi nemum sem hægt er að nota til að bera kennsl á lyktarefni. Um eru að ræða GC-FID (flame ionisation) fyrir kolefniskeðjur, GC-FPD (flame photometric detector) fyrir brennisteinsefni og GC-MS (mass spectrometry) til að fá massaróf efnanna og bera þannig kennsl á þau. Einnig er hægt að framkvæma lyktargreiningu með "sniffer" eða GCO (gas chromatography olfactometry) sem byggist á því lykta af efnum þegar þau koma af gasgreinisúlunni og bera þannig kennsl á efni eftir lyktareiginleikum þeirra. Þessar aðferðir hafa verið notaðar í ýmsum verkefnum á Rf (Högnadóttir, 1999a; Ólafsdóttir *et al.*, 1997a; Ólafsdóttir *et al.*, 1997b)

Sýnt hefur verið fram á að það skiptir máli fyrir heildarbragð og lykt, hvaða efnasambönd eru til staðar og í hvaða magni þau eru. Algengt er að einkennandi lyktarefni í matvælum hafi lágan lyktarþröskuld og þannig þarf mjög lítið að efninu að vera til staðar til að mannsnefið geti greint lyktina. Lyktarefni eru oft til staðar í mjög litlu magni þó svo að þau hafi afgerandi áhrif á lykt matvæla. Þess vegna getur oft verið erfiðleikum háð að mæla þessi efni með gasgreini þar sem greiningarmörk gasgreinis eru hærri heldur en lyktarþröskuldur sumra þessara efna. Í þessu felst óvissa varðandi nákvæma magngreiningu þessara efna, ef eingöngu er notast við nema gasgreinisins. Með því að nota mannsnefið og bera kennsl á lyktareinkenni einstakra efna er hægt að magngreina þau jafnvel þó að þau séu ekki til staðar yfir greinimörkum tækisins. Aðferðin var þróuð af Grosch (1993) AEDA (Aroma Extraction Dilution Analysis) og felst í að þynna sýnin reglubundið þar til lyktin hættir að finnast. Efni sem hafa lágan lyktarþröskuld fá þannig háan þynningarfaktor FD (factor dilution) og er FD þannig vísbending um lyktarvirkni viðkomandi efnis.

Jafnframt er hægt að reikna út styrk efnisins í sýninu ef lyktarþröskuldur þess er þekktur.

**Lyktarskynmat:** Einfaldasta leiðin við að útbúa sýni fyrir lyktarskynmat er að setja sýni í lítil glerílát með þétu loki og hita það upp til að auka rokgirni efnanna þannig að þau komist upp úr ílátinu þegar það er opnað. Fyrir nokkrum árum voru gerðar rannsóknir með skynmat á lyktarefnum og bragðefnum úr lambafitu þar sem þessi aðferð var notuð (Valdimarsdóttir *et al.*, 1998; Valdimarsdóttir *et al.*, 1999). Helsta vandamálið við skynmat á lyktarefnum er að fanga lyktina og koma henni til skynmatsdómarar. Vandamálið felst í því að lyktarefnin, sem eru lokuð í loftþétu ílátinu, komast ekki almennilega til skila þegar ílátinu er opnað. Stundum rjúka lyktarefnin strax upp úr ílátinu eða þau sitja eftir og seitra hægt upp úr. Dómari verður að vera viðbúinn því að fá alla lyktina í einu eða bíða og lykta stöðugt þar til öll lyktarefnin eru uppurin. Lyktin verður annað hvort sterk og hverfur strax eða dauf og jafnvel ógreinileg fyrir dómara. Til að leysa þessa hindrun hefur verið þróaður búnaður (sparger) sem sér til þess að blása lyktarefninum upp úr ílátinu til dómara þegar hann lyktar af sýninu (Rousset-Akrim, *et al.*, 1997). Þessi aðferð stýrir flutningi rokgjörnu lyktarefnanna til dómara og er því nákvæmari og markvissari aðferð við skynmat á lyktarefnum. Áhugi er á því að koma upp slíkum búnaði á Rf í tengslum við lyktarefnarannsóknir.

**Aðferðir til að greina bragðefni:** Á Rf eru til staðar aðferðir og tæki til að mæla amínósýrur með vökvaskilju (HPLC, HP1050), en áhugi er á að koma einnig upp aðferðum til að mæla peptíð. Hægt er að nota hárpípu rafdráttartækni (capillary zone electrophoresis) til að mæla peptíð (Flores *et al.*, 1997). Möguleikar á nýtingu þessarar tækni verða kannaðir á næstunni.

**Bragðskynjun** (flavour perception) er nýtt rannsóknasvið sem Rf hefur áhuga á að byggja upp. Bragðskynjun er fræðigrein þar sem tengd eru saman efnafræði matvæla, skynmat (bragð/lykt/áferð) og sálfræði (Laing & Jinks, 1996; Högnadóttir, 1999b). Áhrif losunar bragð- og lyktarefna við neyslu matvæla á bragðskynjun hefur lítillega verið skoðuð. Til að hægt sé að rannsaka þessi áhrif betur er þörf fyrir aðferðir til að líkja eftir aðstæðum í munni við neyslu matvæla (Jensen *et al.*, 1998). Í heimildaritgerð eftir Áslaugu Högnadóttur er að finna gott yfirlit um bragðskynjun og hvernig samspili bragð- og lyktarefna er háttað (Högnadóttir, 1999b).

#### 4. LOKAORÐ

Undanfarin ár hefur verið unnið að uppbyggingu rannsókna á Rf á sviði lyktarefna og skynmats í tengslum við ferskleikamælingar á fiski. Rf tekur þátt í verkefni, styrkt af Norræna iðnþróunarsjóðnum, þar sem fylgst er með verkunarferli sykursaltaðra hrogn. Lyktargreining með GCO og GCMS, auk skynmats, er stór þáttur í því verkefni. Stefnt er að enn frekari uppbyggingu rannsókna á sviði bragð- og lyktarefna á Rf. Niðurstöður þessa verkefnis voru þær að skrifuð var umsókn til Tæknisjóðs RANNÍS (1. nóv. '99) í samstarfi við fyrirtækið Genís hf en þetta fyrirtæki hefur sérhæft sig í framleiðslu bragðefna úr sjávarfangi. Markmið þess verkefnis, sem sótt er um, er að byggja upp enn frekar þekkingargrunn á bragðefnum úr sjávarfangi með því að bera kennsl á þau efni sem mest áhrif hafa á bragð- og lyktareinkenni sjávarfangs. Lögð verður sérstök áhersla á að vinna með starfsmönnum fyrirtækisins og samræma skynmatslýsingar fyrir einkennandi bragð og lykt og tengja niðurstöðurnar við mælingu á viðkomandi efnum með gasgreini. Mun sá grunnur nýtast við framleiðslu bragðefna úr aukaafurðum sem falla til í íslenskum fiskiðnaði.

## 5. HEIMILDASKRÁ

Baek H.H. and Cadwallader K.R. (1997). Character-Impact Aroma Compounds of Crustaceans. In: *Flavor and Lipid Chemistry of Seafoods* (Shahidi F. and Cadwallader K.R. editors). American Chemical Society, Washington, DC, 85-94.

Cadwallader K.R., Tan Q., Chen F. and Meyers S.P. (1995). Evaluation of the Aroma of Cooked Spiny Lobster Tail Meat by Aroma Extract Dilution Analysis. *J. Agric. Food Chem.* 43, 2432-2437.

Chung H.Y. and Cadwallader K.R. (1994). Aroma Extract Dilution Analysis of Blue Crab Claw Meat Volatiles. *J. Agric. Food Chem.* 42, 2867-2870.

Flores M., Aristoy, M-C., Spanier, A.M. and Toldrá, F. (1997). Non-Volatile Components Effects on Quality of "Serrano" Dry-cured Ham as Related to Processing Time. *J. Food Sci.*, 62 (6), 1325-1239.

Grosch W. (1993). Detection of Potent Odorants in Foods by Aroma Extract Dilution Analysis. *Trends Food Sci. Technol.* 4, 68-73.

Högnadóttir Á. (1999a). Application of an Electronic Nose in the Fish Industry. Ritgerð til meistaraþrófs í matvælafræði. Háskóli Íslands.

Högnadóttir Á. (1999b). Flavor Perception and Volatile Compounds in Fish. Rf skýrsla í prentun.

Jensen, B., Refsgaard, H.H.F., Ólafsdóttir, G. (1998). Headspace and extraction methods for analysis of volatile and semivolatile compounds in fish. Chemical and sensory assessment of lipid-derived volatiles. In *Methods to Determine the Freshness of Fish in Research and Industry, Proceedings of the Final meeting of the Concerted Action "Evaluation of Fish Freshness" AIR3 CT94 2283*. Nantes Nov 12-14, 1997. International Institute of Refrigeration, 70-91.

Karahadian C. and Lindsay R.C. (1989). Evaluation of compounds contributing fishy flavors in fish oils. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 66 (7), 953.

Kawai T. (1996). Fish Flavor. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 36(3), 257-298.

Lee C. (1999). Seafood wastes: A Resource for Flavour Extracts. '99 Innovations for Seafood; Conference, Tradeshow and Innovative Seafood Product Competition, Seafood Research team of the Centre for Food Technology, Queensland, Australia.

Laing D.G. og Jinks A. (1996). Flavour perception mechanisms. *Trends in Food Science & Technology*, 7, 387-389.

Marsili, R. (1997). *Techniques for Analyzing Food Aroma*. Marcel Dekker, Inc., New York.

Meijboom P.W. and Stroink T.B.A. (1972). 2-trans,4-cis,7-cis-decatrienal, the fishy off-flavor occurring in strongly autoxidized oils containing linolenic acid or n-3,6,9 etc fatty acid. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 49, 555.

Ólafsdóttir, G., Martinsdóttir, E. and Jónsson, E.H. (1997a). Gas sensor and GC measurements of volatile compounds in capelin (*Mallotus villosus*). In *Seafood from Producer to Consumer, Integrated Approach to Quality*. (Luten, J. B., Børresen, T. and Oehlenschläger, J., Eds.). Elsevier, Amsterdam, pp. 507-520.

Ólafsdóttir, G., Martinsdóttir E., and Jónsson, E. H. (1997b). Rapid gas sensor measurements to predict the freshness of capelin (*mallotus villosus*). *J.Agric. Food Chem.* 45,7, 2654-2659.

Ólafsdóttir, G. and Fleurence, J. (1998). Evaluation of fish freshness using volatile compounds - Classification of volatile compounds in fish. In *Methods to Determine the Freshness of Fish in Research and Industry, Proceedings of the Final meeting of the Concerted Action "Evaluation of Fish Freshness" AIR3 CT94 2283*. Nantes Nov 12-14, 1997. International Institute of Refrigeration, pp. 55-69.

Parliament, T.H. (1997). Solvent Extraction and Distillation Techniques. In *Techniques for Analyzing Food Aroma*. Marcel Dekker, Inc., New York.

Pigott G.M. (1990). Flavors and Acceptance of Formulated Seafood Products. *Food Reviews International*, 6 (4), 661-679.

Rousset-Akrim, S., Martin, J.-F., Bayle, M.-C. and Berdagué, J.-L. (1997). Comparison between an odour profile and a flavour profile of dry fermented sausages. *International Journal of Food Science and Technology*, 32, 539-546.

Shahidi, F., and Botta, J.R. (1994). *Seafoods: Chemistry, Processing Technology and Quality*. Blackie Academic & Professional, London.

Shahidi, F. and Cadwallader, K.R. (1997). *Flavor and Lipid Chemistry of Seafoods*. American Chemical Society, Washington, DC.

Spurvey P., Pan B.S. and Shahidi F. (1998). Flavour of shellfish. In *Flavor of meat, meat products and seafoods*, 2nd edition (Shahidi F. Ed.). Blackie Academic & Professional, London, pp. 159-196.

Stefánsson G. og Guðmundsdóttir G. (1995). Free amino acids and their relationship to taste in (salt)ripened pelagic fish species. *Rf-skýrsla*, nr. 91, 9. Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins, Reykjavík.

Sun Pan B. og Kuo J.-M. (1994). Flavour of Shellfish and Kamaboko Flavorants. In: *Seafoods: Chemistry, Processing Technology and Quality* (Shahidi F. and Botta J.R., Eds.). Blackie Academic & Professional, London, pp. 85-113.

Valdimarsdóttir, T., Thorkelsson, G. and Thorsteinsson, S.S. (1998). Sensory quality of lambmeat of rams and wethers at different ages. *Proceedings of the 44th International Congress of Meat Science and Technology*, pp. 774-775.

Valdimarsdóttir, Þ., Thorsteinsson, S.S., Þorkelsson, G. og Jónsdóttir, R. (1999). Skynmat á kjöti af haustfóðruðum hrútlömbum og geldingum. *Ráðunautafundur 1999*, bls. 121-130.

# VIÐAUKI

Yfirlit yfir helstu flokka af efnunum sem  
hafa áhrif á lykt í sjávarfangi

**Table I:** Classes of odours in fish and examples of compounds contributing to the odour (Ólafsdóttir & Fleurence, 1998).

Fish odour	Class of chemical species	Examples of compounds	Aroma description	Odour threshold in water
SPECIES RELATED FRESH FISH ODOUR	C6-C9 alcohols and carbonyls	Hexanal / t-2-hexenal, 1-octen-3-ol, /1-octen-3-one 1,5-octadiene-3-ol 1,5-octadiene-3-one 2,6-nonadienal 3,6-nonadienol	Green, aldehyde-like Mushroom Heavy earthy, mushrooms Geranium Cucumber Cucumber, melon-like	4,5ppb / 17ppb <sup>/37/</sup> 10ppb/ 0,009ppb <sup>/37/</sup> 10ppb <sup>/37/</sup> 0,001ppb <sup>/37/</sup> 0,001ppb <sup>/37/</sup> 10ppb <sup>/37/</sup>
	Bromophenols	2,6-dibromophenol 2,4,6-tribromophenol 2-bromophenol	iodine- and shrimp-like saltwater fish, brine-like. Sea, marine-like flavour	0,0005µg/kg <sup>/22/</sup> 0,6µg/kg <sup>/22/</sup>
	N-cyclic compounds	Pyrrolidine piperidine	Earthy	
MICROBIAL SPOILAGE ODOUR	Short chain alcohols	ethanol, propanol, butanol, 3-methyl-1-butanol	solvent like	1-100 ppm <sup>/5/</sup>
	Short chain carbonyls	acetone, butanone ethanal, propanal 3-methylbutanal 2-methylbutanal	solvent like  malty malty	  0,06ppm <sup>/44/</sup> 0,04ppm <sup>/44/</sup>
	Amines	ammonia, TMA DMA histamine, putrecine, cadaverine	ammoniacal fishy, ammoniacal  putrid, rotten	110 ppm <sup>/5/</sup> 30 ppm <sup>/5/</sup> 0,6 ppm <sup>/5/</sup>
	Sulphur compounds	hydrogen sulphide methylmercaptan methyl sulphide dimethyl disulphide dimethyl trisulphide bis-methylthio methane thioesters	sulphury, boiled eggs rotten, cabbage cabbage-like putrid, onion-like putrid, cabbage and onion- garlic like	5-40 ppb <sup>/38/</sup> 0,05 ppb <sup>/38/</sup> 0,9µg/kg <sup>/39/</sup> 12 ppb <sup>/40/</sup> 0.01ppb <sup>/40/</sup> 0,3 µg/kg <sup>/39/</sup>
	Aromatics	phenethyl alcohol phenol, p-cresol	old roses phenolic, pigpen-odours , horse manure moth ball or faecal like	2 ppm 300 µg/kg <sup>/39/</sup>
	N-cyclic compounds	indole skatole		
	Acids	acetic acid, butyric acid isobutyric acid	Sour, rotten, old socks	34,2ppm <sup>/5/</sup> 32,8ppm <sup>/5/</sup>
OXIDIZED ODOUR	Unsaturated aldehydes	hexanal c4-heptenal 2,4-heptadienal, 2,4,7-decatrienal,	green, planty cardboard-like, potato-like fishy oxidised flavour burnt, fishy, cod-liver oil- like	4,5ppb <sup>/39/</sup> 0,04ppb <sup>/41/</sup>
PROCESSING ODOURS		2,4-heptadienal and 3,5-octadien-2-one methional 2-methyl-3-furanthiol	ripened anchovies  boiled potato - like odour meaty odour in canned tuna	
ENVIRONMENTAL ODOURS		methyl sulphide geosmin 2-methyl-iso-borneol	petroleum odours  earthy, muddy odours	