

Fisksósa;

frumathugun á vinnslu fisksósu úr loðnu
(*Mallotus villosus*) af vetrarvertíð

Júlí 2000
Dr. Kristberg Kristbergsson
Gústaf Helgi Hjálmarsson
Matvælafræðiskor Háskóla Íslands og
Rannsóknastofnun Fiskiðnaðarins
Skúlagata 4, Reykjavík

FYRRI HLUTI: SKÝRSLA VERKEFNISSTJÓRA.....	2
1. ÞÁTTTAKENDUR OG HLUTVERK ÞEIRRA	2
2. ÁGRIP.....	2
3. ÁLYKTANIR OG UMRÆÐA.....	3
SÍÐARI HLUTI: VÍSINDALEG/TÆKNILEG LOKASKÝRSLA.	4
4. VERK OG TÍMAÁÆTLUN.....	4
5. FAGLEGUR ÁRANGUR - NIÐURSTÖÐUR	4
5.1 Verkpáttur 1 - Fortítraun	4
5.1.1 Próteinasavirkni	7
5.2 Verkpáttur 2. - Áhrif vinnslupátta (samkvæmt nýrri verkáætlun)	8
5.2.1 Bestun vinnslupátta.....	8
5.2.1.1 Forsendur bestunar og tilraunaruppsetningar.....	8
5.2.1.2 Uppsetning.....	9
5.2.1.3 Framkvæmd	9
5.2.2 Niðurstöður bestunar	10
5.3 Tilraunaframleiðsla á fíksósu	10
5.3.1 Uppsetning og aðferðir	10
5.4 Niðurstöður og umræða.....	11
6. ÁÆTLAÐUR VÍSINDA OG EÐA TÆKNILEGUR ÁVINNINGUR	18
7. ÁLYKTANIR OG NÝTING NIÐURSTAÐNA	19
8. HEIMILDIR:.....	19

Fyrri hluti: Skýrsla verkefnisstjóra

1. Þátttakendur og hlutverk þeirra

Verkefnið var unnið á Rannsóknastofnun fiskiðnaðarinnar þar sem rannsóknaraðstaða matvælafræðiskorar Háskóla Íslands í matvælavinnslu er til staðar. Unnið var í náinni samvinnu við háskólann í Oregon.

Verkefnisstjóri var dr. Kristberg Kristbergsson dósent í matvælavinnslu og tækni við Háskóla Íslands.

Verkefnið var unnið í samvinnu við dr. Jae Park við OSU Seafood Lab. sem er hluti af matvælafræðideild háskólans í Oregon. OSU Seafood Lab. er staðsettur í Astoria sem er lítill bær á Kyrrahafsströnd Bandaríkjanna. Jae er fæddur og alinn upp í Kóreu og lauk fyrstu háskólagráðu þáðan. Hann stundaði síðan framhaldsnám í Bandaríkjunum og starfaði að því loknu um fimm ára skeið í fiskiðnaði á vesturströnd Bandaríkjanna. Hann hefur verið prófessor við háskólann í Oregon undanfarin 10 ár. Hann hefur mikla reynslu af rannsóknum í fiskiðnaði og mikil tengsl við iðnaðinn og við Asíu og má nefna samstarfsaðila aðila í Kóreu, Thailandi og Japan. Hann hefur laðað að sér fjölda nemenda frá Asíu til framhaldsnáms. Jae Park er í samstarfi við stjórnvöld í Thailandi á þessu sviði.

Starfsmenn verkefnisins voru þeir Sigurgeir Kortsson lífefna og matvælafræðingur á Rannsóknastofnun fiskiðnaðarinnar og Gústaf Helgi Hjálmarsson matvælafræðingur sem vann að M.S. verkefni við matvælafræðiskor á þessu sviði.

2. Ágrip

Í verkefninu voru kannaðir möguleikar á því að nota loðnu (*Mallotus villosus*) sem hráefni í fisksósu. Ef tækist að framleiða loðnufisksósu stóð til að bera saman mismunandi tegundir fisksósu og finna hentugasta markaðssvæði loðnufisksósu.

Verkefnið var unnið í samvinnu við ríkisháskólann í Oregon í Bandaríkjunum en þar eru rannsóknir í gangi á þessu sviði. Fyrstu fortíðraunir (verkpáttur 1) fóru af stað í maí 1999 þar sem notast var við frysta loðnu. Niðurstöður úr verkþætti 1 bentu til að fisksósa úr loðnu geti haft góða skynmatseiginleika eins og kom fram í óformlegu mati aðila frá Thailandi og Kóreu við háskólann í Oregon. Prótein innihald loðnufisksósunnar var hinsvegar nokkuð lægri en vonast var eftir. Þó gerjun hafi ekki

staðið nema hluta af þeim tíma sem gert er ráð fyrir að þurfi, þá var aukning með tíma (hallatalan) lág. Við drógum því þær ályktanir að annaðhvort hefði hráefnið ekki þolað frystingu eða að vinnsluaðstæður sem notast var við hentuðu ekki fyrir loðnu og íslenskar aðstæður. Í tilraunum var byggt á upplýsingum um gerð fisksósu úr ansjósu í Thailandi og svo upplýsingum úr tilraunum frá samstarfsaðilum frá OSU með kyrrahafslýsing (Pacific Whiting).

Í stað þess að halda áfram með upphaflega verkáætlun þar sem stóð til að framleiða hefðbundna fisksósu í verkþætti 2 sem nota mætti til samanburðar og markaðskönnunar var ákveðið að kanna nánara hvernig mætti framleiða fisksósu úr loðnu þannig að próteininnihald sósunnar væri viðunandi. Verkþætti 2 var því breytt þannig að gerðar voru tilraunir til að besta vinnsluferlið með tilliti til gerjunar. Unnið var við mismunandi hitastig, saltstyrk o.fl. Þar kom í ljós að þær forsendur sem unnið hafði verið eftir með upplýsingum um ansjósu og kyrrahafslýsing hentuðu ekki fyrir okkar aðstæður. Bæði má nefna okkar eigin niðurstöður og svo nýjar upplýsingar frá samstarfsaðilum um ensímvirkni í kyrrahafslýsing en þar kom í ljós að efnahvörfin sem eiga sér stað við myndun fisksósu ganga mun hraðar og betur við aðrar aðstæður en upphaflega var notast við. Allt bendir til að átufull loðna af sumarvertíð henti mun betur til þessarar framleiðslu en loðna af vetrarvertíð.

Verkefnið var frumtilraun hér á landi og að mestu frumtilraun með loðnu sem hráefni í fisksósu enda er mörgum spurningum enn ósvarað. Þó hér sé rituð lokaskýrsla fyrir fyrsta styrkár verkefnisins Fisksósa, þá er verkefninu hvergi nærri lokið og standa nú yfir tilraunir með loðnu af sumarvertíð 2000 sem lofa ákaflega góðu.

3. Ályktanir og umræða

Eins og að ofan greinir þá eru tilraunir enn í fullum gangi og því vart unnt að draga miklar ályktanir sem stendur. Hjálögð er síðari hluti þessarar skýrslu þar sem stuttlega er gerð grein fyrir þeim tilraunum sem þegar hafa verið gerðar. Þeim má skipta í tvennt. Þ.e. verkhluta 1 sem líta má á sem fortíðaraun og svo verkhluta 2 þar sem unnið var að bestun vinnsluaðstæðna fyrir hráefni af vetrarvertíð 1999/2000. Þegar þetta er skrifað standa yfir tilraunir með loðnu af sumarvertíð 2000 og er allt útlit fyrir að þar sé komið hráefnið sem leitað var að.

Síðari hluti: Vísindaleg/tæknileg lokaskýrsla.

4. Verk og tímaáætlun

Upphaflega var lagt til að skipta verkefninu í tvo verkþætti.

Verkþáttur 1 Hröðuð vinnsla fisksósu

1. Hröðuð vinnsla með hökkun hráefnis
2. Tvíhröðuð vinnsla hökkun hráefnis og viðbót ensíma

Verkþáttur 2 Hefðbundinn vinnsla fisksósu

1. Nam-pla (frá Thaílandi)
2. Patis (frá Filíppseyjum)

Fyrri verkþáttinn átti að framkvæma á tímabilinu febrúar til desember 1999 og þann síðari átti að hefja eftir að fyrstu niðurstöður úr verkþætti 1 lögju fyrir og stóð til að tilraunir stæðu langleiðina út árið 2000. Í Upphafi gekk ekki að fá ferskt hráefni þar sem upplýsingar um fjármögnun verkefnisins lágu ekki fyrir fyrir en að lokinni vetrarvertíð. Verkþáttur 1 var því hafinn með frystu hráefni og stóð til að setja upp nýja tilraun á sumarvertíð 1999. Eins og kunnugt er þá brást sumarvertíð hinsvegar alfarið og barst engin loðna á land. Það var því ekki fyrir en á vetrar vertíð 1999/2000 að ferskt hráefni fékkst til tilrauna.

Tímaáætlun hliðraðist til um u.þ.b. þrjá mánuði. Í ljós kom að mun meira þurfti að gera af grunnrannsóknnum en í upphafi var talið, því þarf að bæta þriðja starfsárinu við þessar rannsóknir. Ný framkvæmdaáætlun er sett fram í framhaldsumsókn og verður ekki tíunduð hér.

5. Faglegur árangur - Niðurstöður

5.1 Verkþáttur 1 - Fortilraun

Loðna sem tekin var frá hjá framleiðanda fyrir verkefnið á loðnu vertíð veturinn 1998/1999 fannst ekki þegar til átti að taka en verkefnið hófst heldur seinna en upphaflega var gert ráð fyrir. Loðnan hafði óvart verið seld með venjulegri framleiðslu. Því var gripið til þess ráðs að nota frysta norska loðnu í fyrstu tilraunirnar. Ekki er talið að munur sé á norskri og íslenskri loðnu sem hráefni í þessa framleiðslu. Óvíst var hinsvegar með öllu hvort hráefnið þylði frystingu eða

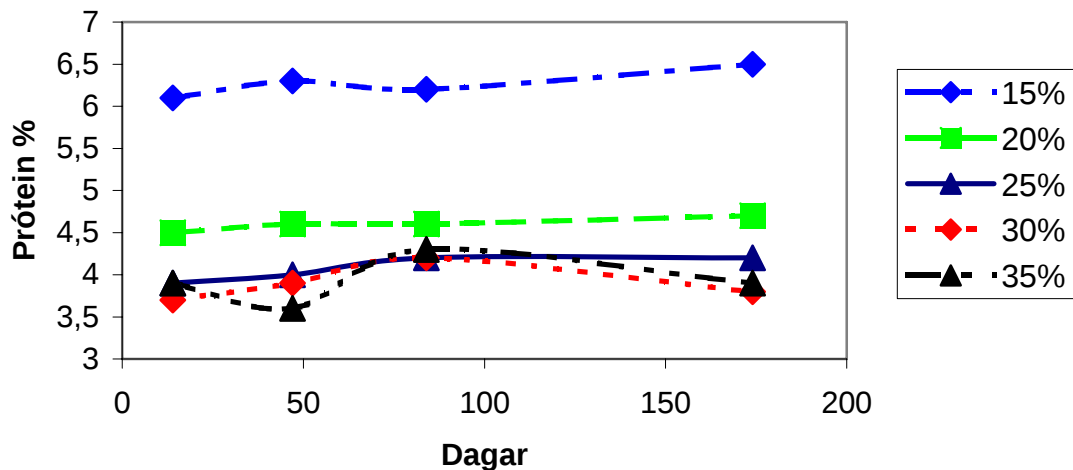
frystigeymslu fyrir notkun en örverur og ensím eru talin hafa afgerandi áhrif á eiginleika fisksósu. Ferskt hráefni fékkst síðan á vetrarvertíð 1999/2000. Sumarið 1999 fór verkefnisstjóri á þing matvælafræðinga í Bandaríkjunum (Annual Meeting of The Institute of Food Technologists), þar sem m.a. voru kynntar niðurstöður úr öðru samvinnuverkefni okkar og OSU. Í þessari ferð voru samstarfssaðilar í Oregon heimsóttir. Meðferðis voru sýni af loðnu fisksósu sem höfði verið söltuð í missterkum salt pækli í 47 daga við 37°C. Sýni voru borin saman við fisksósu annarsvegar úr úr kyrrahafslýsing, sem hafði verið framleidd í tilraunastofu við OSU og hinsvegar við hágæða ansjósufisksósu framleiddri í Thailandi. Þó þessi sýni af loðnufisksósu hafi ekki verið pækluð nema hluta af þeim tíma sem gert er ráð fyrir að þurfi, þótti afurðin lofa góðu í óformlegu mati aðila frá Thailandi og Kóreu. Það kom nokkuð á óvart að sýnið sem hafði verið pæklað við 15% saltstyrk kom best út. Þegar mynd 1 er skoðuð sést glögg að loðna gerjuð í 15% salti er líkust markaðssýnunum hvað varðar lit. Fyrirfram var gert ráð fyrir meiri útdrætti á próteinum við hærri saltstyrk.



Mynd 1 Fisksósa framleidd úr loðnu eftir 3 mánaða gerjun í mismunandi saltstyrk.

Til samanburðar eru sýni úr fisksósu keyptri í verslun og svo lengst til hægri úr hágæða fisksósu frá Thailandi.

Próteinmælingar studdu þessa niðurstöðu en mest prótein mældist í fisksósu sem hafði verið gerð með 15% söltum pækli (mynd 2). Próteininnihald í sýnunum veldur hinsvegar vonbrigðum en gildin eru á bilinu 4 – 6.5% en viðmiðunarsýni af ansjósufisksósu sem keypt var í austurlenskri verslun hérlandis mældist innihalda 10.8% prótein en samkvæmt upplýsingum frá samstarfsaðilum okkar er fisksósa í verslunum oftast þynnt. Sýni frá OSU úr kyrrahafslýsing innihalda almennt 20-40% prótein eftir vinnsluáðstæðum.

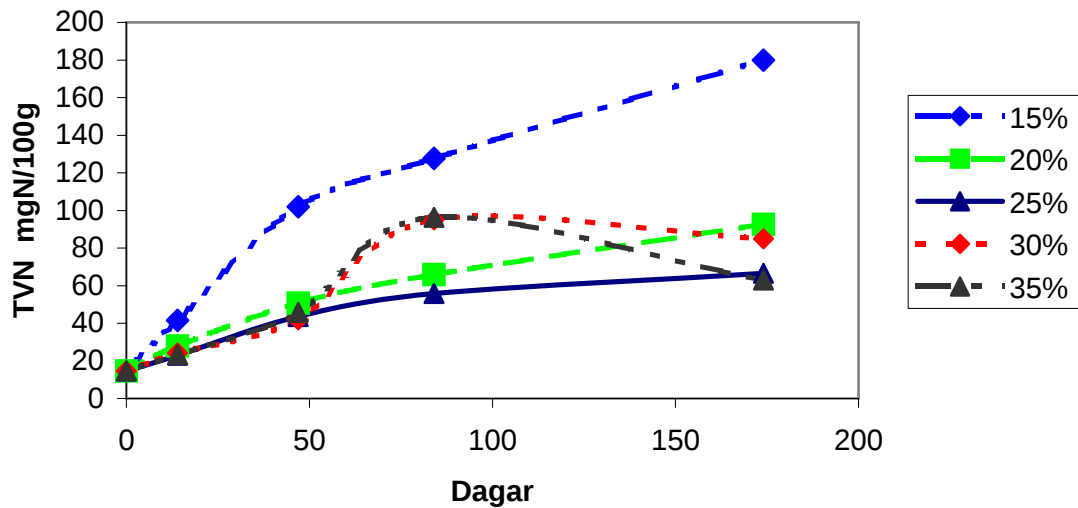


Mynd 2. Breyting í próteininnihaldi fisksósu sem fall af þæklunartíma við 15, 20, 25, 30 og 35% saltstyrk.

Til eru niðurstöður um fisksósu framleiddri úr ansjósum þar sem próteininnihald er enn hærra. Þess ber að geta að loðnan hafði aðeins verið þækluð innan við þrjá mánuði en fisksósa sem er á markað er oft þækluð í um 12 mánuði.

Svipaðar niðurstöður fást ef skoðuð voru rokgjörn köfnunarefni (mynd 3). En áberandi var mest af þessum efnum í loðnu fisksósu sem framleidd var með 15% saltstyrk en þar var einnig mest aukning við geymslu. Sambærilegar niðurstöður fást ef aðrir þættir voru skoðaðir og verða frekari niðurstöður úr þessari tilraun ekki tíundaðar hér. Eftir 6 mánaða geymslu var sýnatöku hætt enda þótti einsýnt að próteininnihald sósunnar breyttist ekki mikið við geymslu (mynd 2) þó voru rokgjörnu köfnunarefnin á stöðugri uppleið (mynd 3) í sósu með 15% salt styrk. Eins og áður er getið er mögulegt að frosið hráefnið henti ekki í þessa framleiðslu.

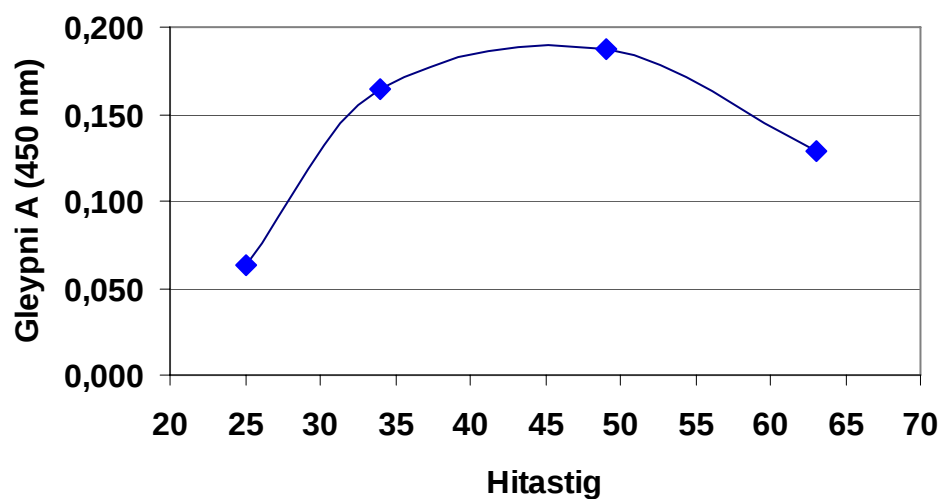
Niðurbrot próteina er talið vera af völdum ensíma og að einhverju leyti af völdum örvera. Ekki er vitað hvaða áhrif frysting hefur á þessi ensím og örverur. Það er einnig ólíklegt að aðstæður við þæklunina séu eins og best verður á kosið en vinnsluþættir voru miðaðar við kyrrahafslýsing. Eftir var að finna þær vinnsluaðstæður sem henta loðnu best. Því var ákaflega mikilvægt að hefja rannsóknir á þeim þáttum sem taldir eru hafa áferandi áhrif á vinnsluferlið.



Mynd 3. Breyting í rokgjörnum köfnunarefnum fisksósu sem fall af þæklunartíma við 15, 20, 25, 30 og 35% saltstyrk.

5.1.1 Próteinasavirkni

Mælingar á próteinasavirkni í hráefni því sem notað var í fortíðrauninni gefa til kynna að hugsanlega megi gerja sósuna við hærra hitastig en þær 37°C sem notaðst var við í fortíðrauninni. Virknimælingar á frystri loðnu gefa til kynna að ensímin séu virkust í kringum 45°C hita (mynd 4).



Mynd 4. Breyting á próteinasavirkni í loðnu sem fall af hitastigi.

Ensímin voru dregin út í vatnslausn sem var blanda saman við azocaseinblöndu. Azocasein er hvarfefnið sem ensímin eru látin vinna á og hefur myndefni með ljósvirkni við 450 nm. Hvarfið var látið ganga í 24 klst áður en það var stoppað með TCA lausn (trichloro acetic acid). Því næst voru sýnin spunnin niður og mæld með ljósgleypnimæli. Niðurstöðurnar eru þær að virknin mælist vera mest í kringum 45°C. Fyrsta tilraunakeyrsla (myndir 1-3) var framkvæmd við 36°-37°C. Þetta gefur vísbendingar um að hraða megi gerjun sósunnar við 45°C. Endurtaka þarf þessar mælingar með ferskri loðnu. Einnig er mjög líklegt að árstíðabundnar sveiflur í loðnu hafi hér veruleg áhrif en loðna er þekkt fyrir sjálfsát á ákveðnum árstímum.

Hér hefur eingöngu verið fjallað um hluta af þeim mælingum sem gerðar voru í fortíðinni en ofangreindar niðurstöður ættu að gefa mynd af gangi tilrauna.

5.2 Verkbáttur 2. - Áhrif vinnslubátta (samkvæmt nýrri verkáætlun)

5.2.1 Bestun vinnslubátta.

5.2.1.1 Forsendur bestunar og tilraunaruppsetningar

Fisksósa er í raun unnin úr pækli sem myndast vegna áhrifa salts á fiskiholdið. Saltið dregur vökva út úr fiskholdinu og í framhaldi brotna prótein niður af völdum ensíma (vöðva og meltingarensíma) en virkni ensíma er lykillinn að myndun fisksósu (Ijong and Yoshiyuki. 1996; Sanceda, Tadao et al. 1996)

Gæði fisksósu ráðast einkum af fimm þáttum, tegund fisks (árstíðar breytileika), gerð og gæðum salts, aukefnum og gerjunaraðstæðum en þær eru m.a. saltstyrkur, vinnsluhitastig og tími við vinnslu. Þar sem breytur eins og saltstyrkur og hitastig hafa áhrif á virkni ensíma er nauðsynlegt að finna þann innbyrðis styrk sem hámarkar ensímvirkni. Vegna þessa var ákveðið að skipta tilrauninni upp í tvo hluta. Í fyrri hlutanum var ætlunin að besta saman hitastig, saltstyrk og tíma til að hámarka ensímvirkni. Niðurstöður fyrri hlutans voru síðan notaðar við uppsetningu á fisksósu-tilraunaframleiðslu.

Rannsóknir sem framkvæmdar voru í Kanada sýndu að til að fá hágæða fisksósu úr loðnu hentuðu gerjunaraðstæður sem miðaðst við framleiðslu fisksósu í Asíu ekki. Heldur varð að bæta út í viðbótarensímum til þess að ná viðunandi próteinstyrk í

fisksósunni (Raksakulthai, Lee et al. 1986) (Raksakulthai and Haard 1992).

Hugsanlegt er að með réttum gerjunaraðstæðum (bestun vinnsluþátta) hefði mátt ná fram hærri próteinstyrk án viðbótarensíma.

5.2.1.2 Uppsetning

Stefnt er að því að meta áhrif árstíðabundna sveiflna í loðnunni á eiginleika hennar til fisksósugerðar, fyrirfram er búist við að átúfull sumarloðna henti best til þessarar framleiðslu. Hér verður fjallað um loðnu af vetrarvertíð 1999/2000. Sýni voru tekin þrisvar yfir vertíðana, í upphafi um miðbik og undir lok hennar. Undir lok vertíðar er hrogna hlutfallið í hámarki og hrygnan farin að hrygna. Fituinnihald loðnunnar er í lágmarki, við þessar aðstæður má því búast við að hugsanlegur munur á hæng og hrygnu sé einna mestur. Í síðustu sýnatökunni var hængur því flokkaður frá hrygnunni og voru hóparnir prófaðir við sömu aðstæður en sitt í hvoru lagi.

Til að kanna áhrif frystingar á hráefnið var hluti sýnanna frystur í þrjá mánuði við – 24°C. Tilgangurinn var að bera saman áhrif frystingar á prótein niðurbrot í fiskholdinu.

Við uppsetningu á tilrauninni var notast við tilraunarhögun (experimental design) sem nefnist könnun á svarfleti (Response Surface Method) oftast skamstafað sem RSM. Þessi aðferð er ákaflega hentug til að besta vinnsluferla á sem hagkvæmastan hátt.

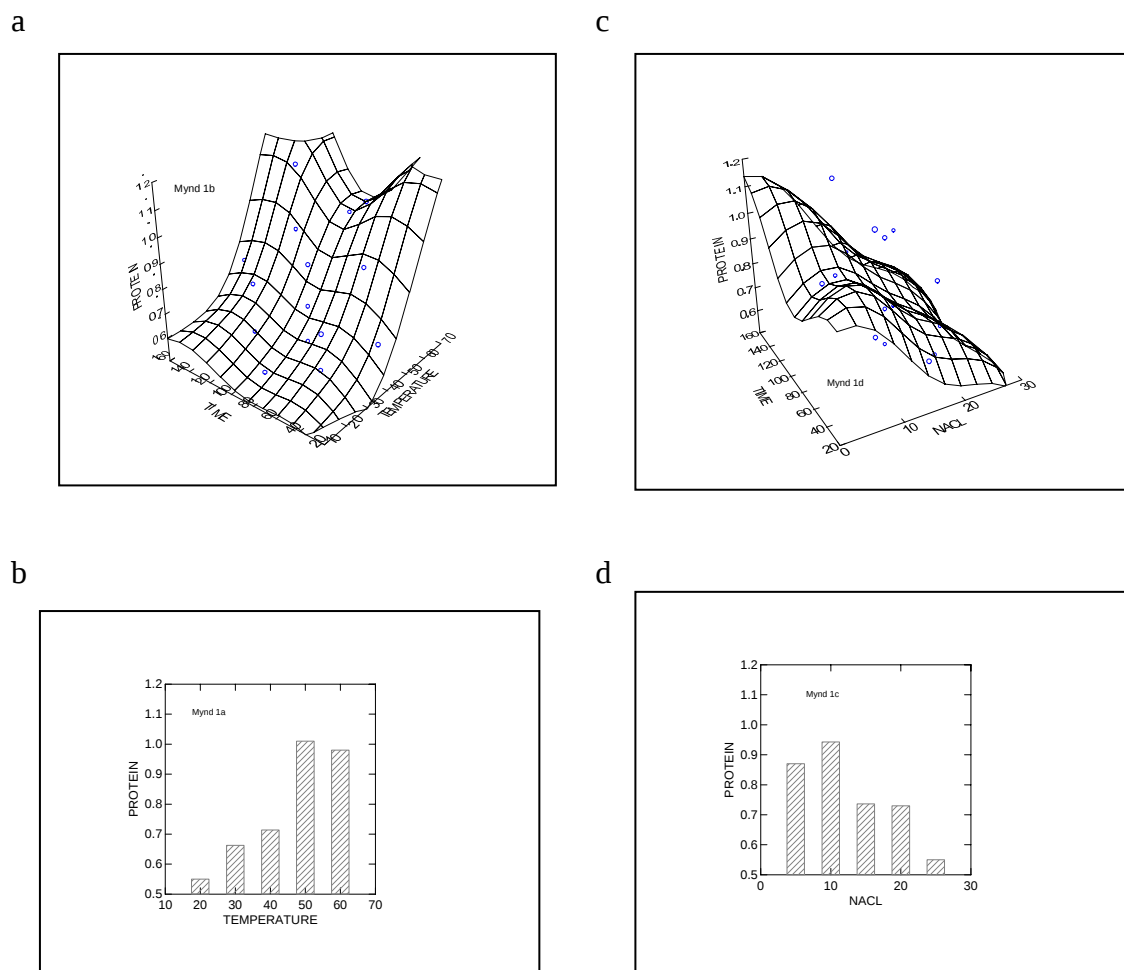
5.2.1.3 Framkvæmd

Í fyrri hlutanum þessa verkþáttar var ætlunin að besta saman hitastig, saltstyrk og tíma til að hámarka ensímvirkni. Niðurstöður voru síðan notaðar við uppsetningu á fisksósu-tilraunaframleiðslu.

Loðna sem veidd var á vetrarvertíð (vetur 1999/2000) var flutt ísuð úr skipi á Rannsóknarstofnun fiskiðnaðarins þar sem hún var þvegin og hökkuð fersk. Salti og hakki var blandað saman í mismunandi styrkjum frá 5% NaCl – 25% NaCl, w/w (milli bil 5% [NaCl]). Hitastigsbilið var frá 0°C – 65°C (milli bil 5°C), hitunartímabilið var frá 30 mín. – 150 mín. (milli bil 30 mín). Öll sýni voru tekin fersk til almennara efna- og örverumælinga.

5.2.2 Niðurstöður bestunar

Niðurstöður bestunartilrauna bentu til þess að kjöraðstæður sem hámarka prótein niðurbrot í vetrarloðnu væru við 50°C hita og 10% saltstyrk (mynd 5).



Mynd 5. Mynd 5a og 5b sýna áhrif hita á magn próteina í fisksósu. Á mynd 5c og 5d koma áhrif saltstyrks fram.

Hér eru aðeins sýndar þær niðurstöður sem skipta mestu máli fyrir tilraunaframleiðsluna sem lýst er hér á eftir. Þetta er aðeins lítill hluti af þeim bestunartilraunum sem framkvæmdar voru.

5.3 Tilraunaframleiðsla á fisksósu

5.3.1 Uppsetning og aðferðir

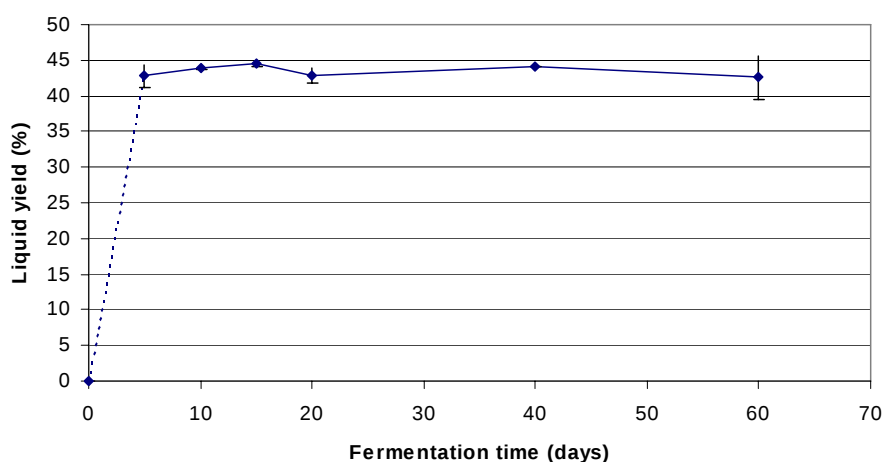
Fersk loðna veidd á vetrarvertíð 1999/2000 var þvegin og hökkuð gegnum 6mm sigti. Salti og hakki var blandað saman að 10% [NaCl], w/w. Blandan var látin standa við

10°C í 5 tíma og þá var blandað aftur til að fá fram sem jöfnasta dreifingu salts í massanum. Eins kílóa sýnum í plast ílátum var komið fyrir í 50°C heitum hitaklefa. Sýnataka fór fram með 5 daga millibili fyrstu 20 daganna en síðan með 20 daga millibili þar sem verulega hægir á öllum ferlum í kerfinu þegar líður á gerjunartímann. Ásamt örverumælingum var mælt; pH, salt, heildar-prótein (Kjeldahl), TCA-leysanlegra prótein, vatn og litarbreyting, brúnun, styrkur uppleystra agna (°Brix) og eðlisþyngd.

Ómeðhöndluð fisksósa var fengin með því að skilja þækilinn frá hratinu og síá hann síðan. Þækill var pressaður frá massa (loðna/salt) með 60 kg þrýstingi og rúmmál mælt. Pressaður þækill var síaður með Whatman #113 og síðan með Whatman #1 sá vökvi sem þá fékkst var litið á sem óunna fisksósu.

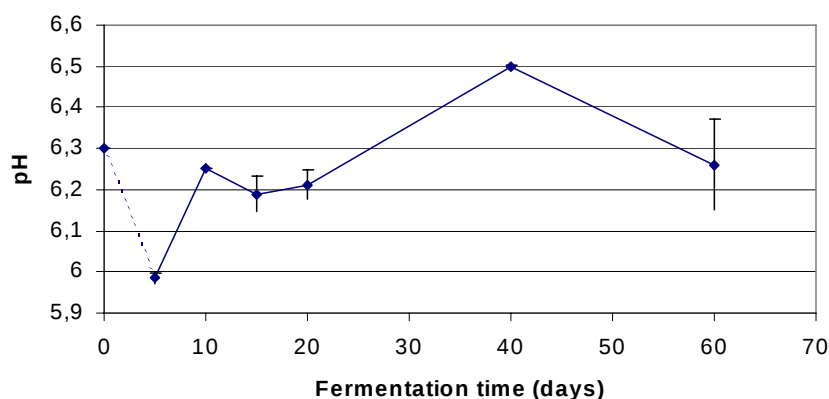
5.4 Niðurstöður og umræða

Heimtur fisksósu voru mældar sem hlutfall af massa sýnis. Eftir 5 daga gerjun mældust heimtur um 43% v/w. Heimtur fyrstu 60 daganna reyndust liggja á bilinu 42-44% v/w (Mynd 6). Hökkun hráefnis og hátt hitastig hraða myndun þækils vegna betri verkunar salts á fiskholdið. Við framleiðslu á fisksósu úr ansjósum fengust 70%v/w heimtur eftir 140 daga gerjunartíma við 30°C (Beddows 1985).



Mynd 6. Heimtur fisksósu sem fall af gerjunartíma. Heimtur eru reiknaðar sem hlutfall af upphaflegri þyngd massa (loðnuhakk/salt).

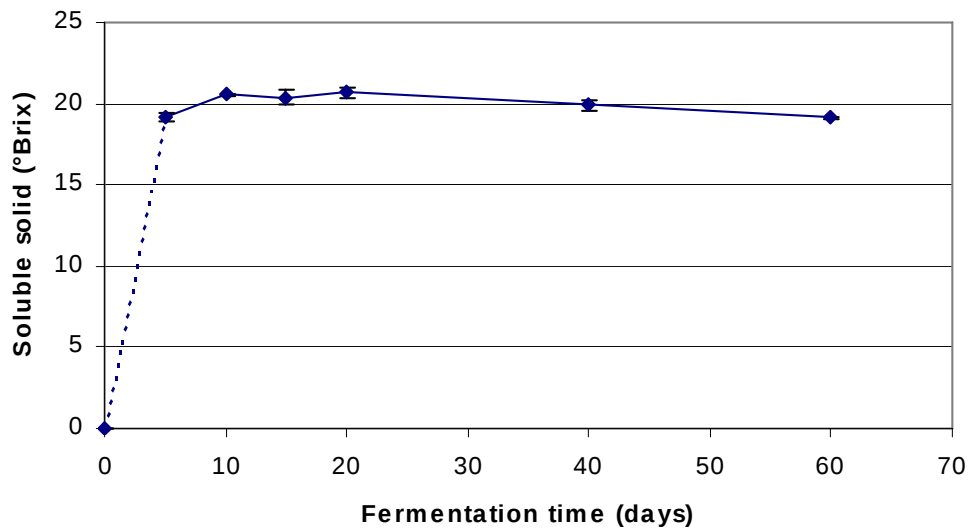
Breytingar á sýrustigi liggja á milli pH 6,0-6,5 fyrstu 60 daga gerjunar (Mynd 7). Upphafspunktur (dagur 0) sýnir sýrustig mælt í fersku hráefni.



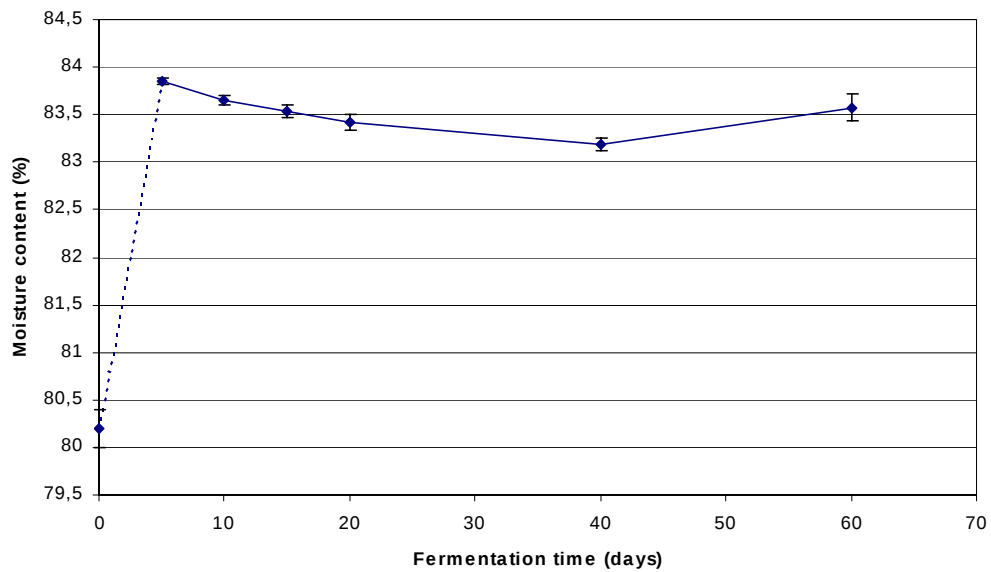
Mynd 7. Breytingar á sýrustigi sem fall af gerjunartíma. Upphafsmæling er sýrustig í fersku hráefni.

Streymi amínósýra og smá peptíða úr fiskholdinu út í pækilinn (fisksósuna) á meðan á gerjun stóð orsakaði lækkun á sýrustigi með tíma. Sýrustig á fjöldaframleiddum fisksósum hefur verið mælt á bilinu pH 5,3-6,7 (Mizutani, Kimizuka et al. 1992). Lækkun á sýrustigi hefur áhrif á virkni niðurbrotsensíma á gerjunarferlinum, cathepsin er talið vera megin ensímið sem er virkt við lágt pH (seinni stig gerjunar) en trypsin og chymotrypsin við hátt pH (fyrri stig gerjunar). Styrkur uppleystra agna helst nokkuð stöðugur á fyrstu 60 dögum 19-22 °Brix (Mynd 8). Meðalstyrkur uppleystra agna í fjöldaframleiddri fisksósu er 40-56° Brix (Lopetcharat and Park 1999). Mögulegt er að nota ljósbrotsmælingar til að mæla °Brix og nota slíkar mælingar við mat á vatnsrofi próteina þar sem ljósbrot lausnarinnar byggir á styrk frírra amínósýra og smárra peptíða sem losna út í pækilin (fisksósuna) við niðurbrot próteina í fiskholdinu.

Vatnsinnihald fyrstu 60 daganna mældist vera á bilinu ~83,8-83,1% (Mynd 9). Minnkun kemur fram fyrstu 40 daganna en eftir 40-60 daga sést hækkun um ~1/2%. Vatnsinnihald í fjöldaframleiddri fisksósu hefur mælst 60-75% (Lopetcharat 1999). Patis sem er fjöldaframleidd fisksósa frá Fillipseyjum hefur vatnsinnihald 62-74% (Bersamin and Napugan 1961).

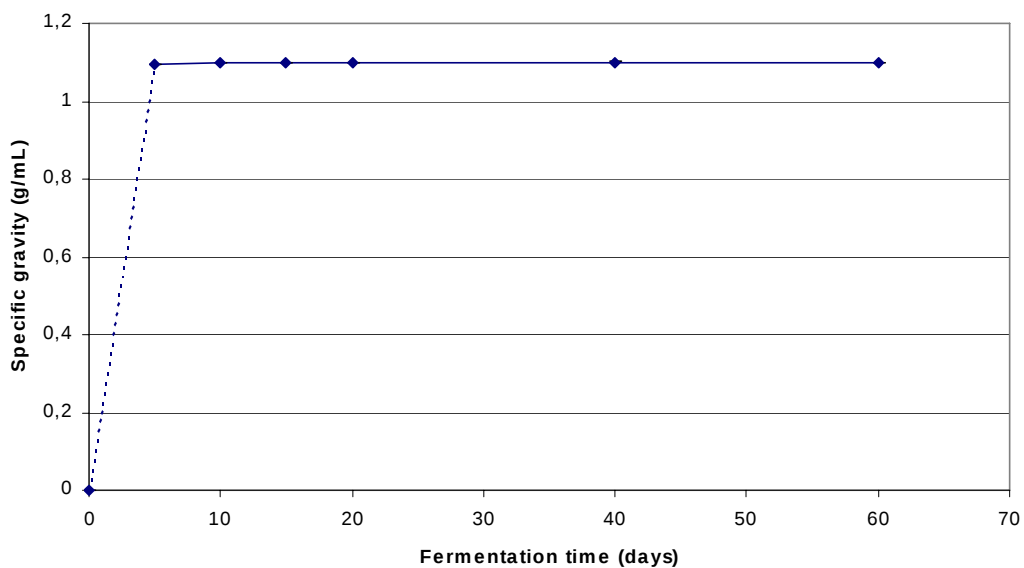


Mynd 8. Uppleystar agnir (°Brix) í fisksósu sem fall af gerjunartíma.



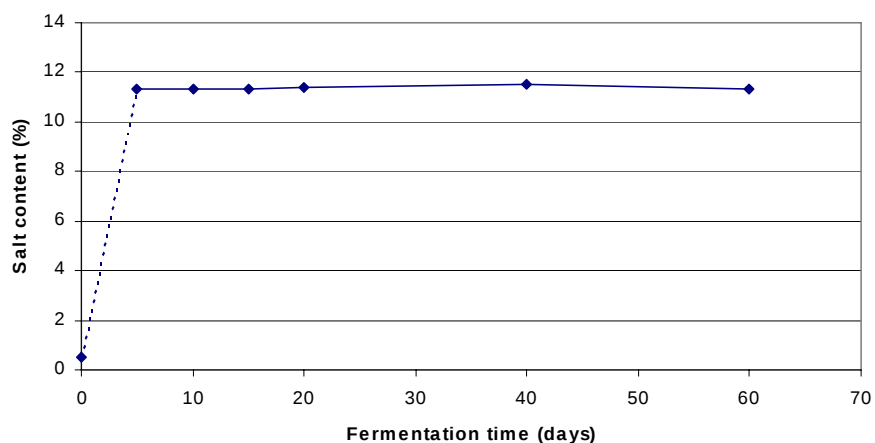
Mynd 9. Vatnsinnihald (%) í fisksósu sem fall af gerjunartíma.

Eðlisþyngd fisksósunnar fyrstu 60 daganna mældist vera ~1,0-1,1g/mL (Mynd 10). Eðlisþyngd fjöldaframleiddrar fisksósu er ~1,2g/mL. Aukin styrkur uppleystra efna í pæklinum (fisksósunni) veldur hækkandi eðlisþyngd. Hátt gerjunarhitastig flýtir fyrir hækkandi eðlisþyngd og hækkandi hitastig eykur á leysni amínósýra og smárra peptíð sambanda sem losna úr fiskiholdinu og streyma út í pækilinn.



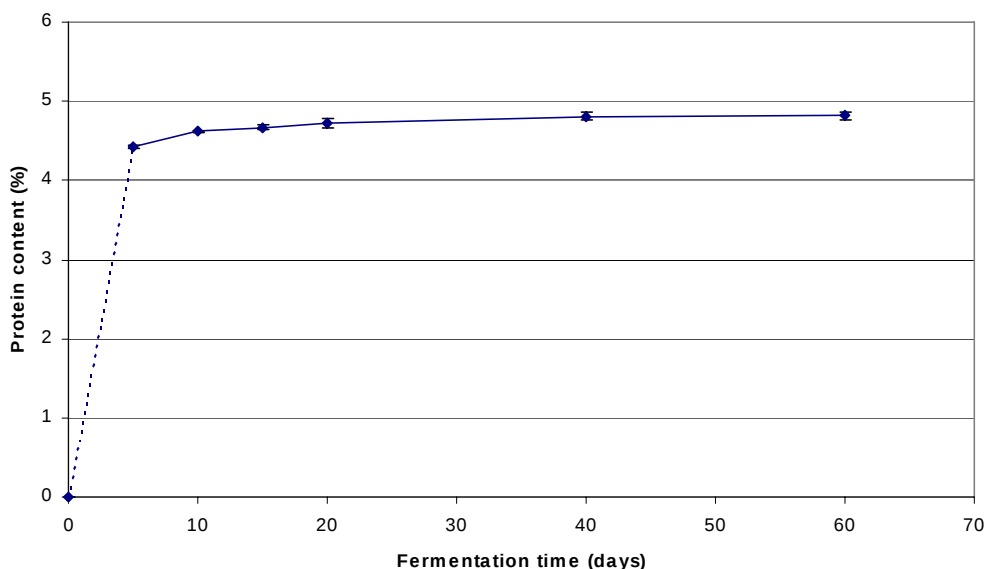
Mynd 10. Breytingar á eðlisþyngd sem fall af gerjunartíma.

Saltinnihald hélst stöðugt fyrstu 60 daga gerjunartímans ~11,3-11,5% (Mynd 11). Þessar niðurstöður eru samhljóða niðurstöðum þar sem Kyrrahafslýsingur (Pacific whiting) var notaður sem hráefni (Lopetcharat and Park 1999) hvað varðar stöðugleika saltstyrks á gerjunartímanum. Það sem vert er að benda á hér er að saltinnihaldið er rúmmlega helmingur af því sem mælist í Nampla (~25%) (Wilaipun 1990). Sem er jákvætt fyrir næringargildi fisksósu.



Mynd 11. Saltstyrkur (%) í fisksósu sem fall af gerjunartíma.

Heildarstyrkur köfnunarefnissambanda (Nx6,25) mældist ~4,4-4,8% fyrstu 60 daga gerjunar (Mynd 12). Osmotískur þrýstingur veldur flæði vatns og leysanlegra próteina úr frumu í fiskholdinu og út í þækilinn í upphafi gerjunar.



Mynd 12. Heildarprótein (%) fisksósu sem fall af gerjunartíma

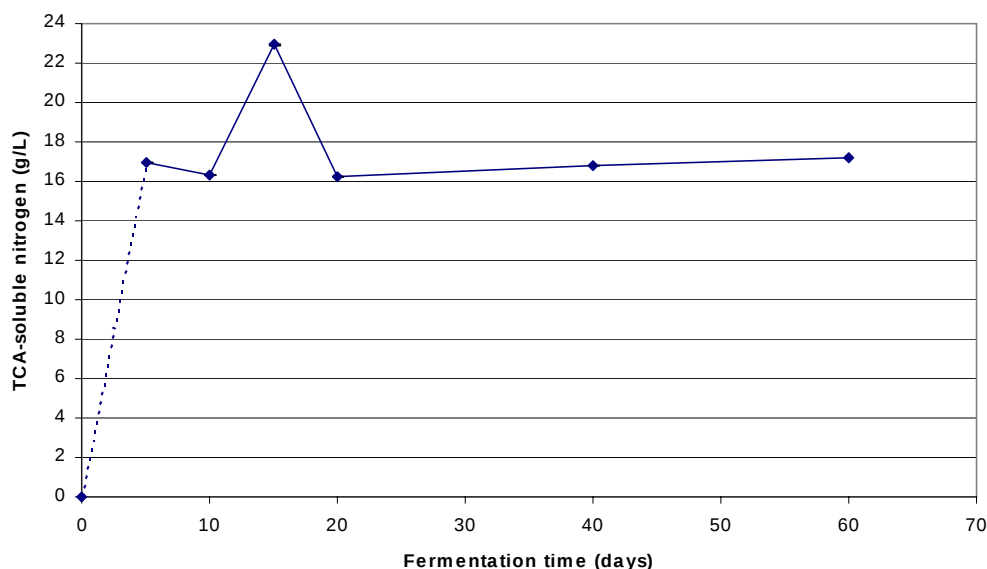
Heildarmagn köfnunarefnis sambanda við framleiðslu á Nampla (Thailensk fisksósa) hækkaði úr ~7g/L í ~18g/L á níu mánuðum (Shahidi and Amarowicz 1996). Við gæðamat á fisksósu er gjarnan stuðst við mælingar á styrk köfnunarefnissambanda. Hágæða Nampla og Patis þurfa að hafa köfnunarefnis innihald >16,3g N/L byggt á mælingum með Kjeldahl. Til að ná þeim mörkum þarf Nampla og Patis ~360 daga gerjunartíma (Bersamin and Napugan 1961; Wilaipun 1990). Það er því ljóst að myndun köfnunarefnis sambanda er háð löngum gerjunartíma, styrkur eftir 60 daga gerjunartíma gefur ekki fyrirheit um stöðuna eftir 12 mánaða vinnslutíma.

Ensímvirkni í hráefninu sjálfu hefur mikil áhrif á niðurbrotshraða próteina og myndun köfnunarefnis sambanda í fisksósu. Ensímvirkni í loðnu er mjög háð ætis ástandi hennar, þekkt er að virkni meltingar ensíma í loðnu er mest yfir sumartímenn þegar hún hefur aðgang að nægu æti í hafinu. Ásamt því að hafa háa virkni meltingar ensíma hafa rannsóknir sýnt að vöðva og bandvefur veikist sem auðveldar niðurbrot á honum (Gildberg 1978).

Margt bendir til að loðna sem er veidd á sumarvertíð henti því betur sem hráefni til fisksósu þar sem aukin sjálfsmelta í hráefni ætti að leiða til hraðari myndunar á

köfnunarefnissamböndum í pæklinum. En til að meta þann möguleika þarf að framkvæma samanburð á gæðum fisksósu sem er unnin úr loðnu frá vetrarvertíð á móti loðnu veiddri á sumarvertíð.

TCA-leysanleg köfnunarefnissambönd mældust frá ~16,9-17,1 g/L fyrstu 60 daganna (Mynd 13).



Mynd 13. TCA-leysanleg nitrogen (N) sambönd sem fall af gerjunartíma.

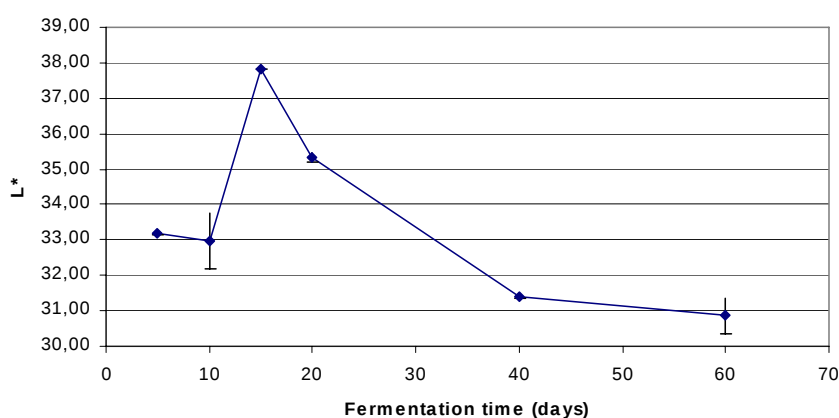
Ef niðurstöðurnar eru skoðar kemur fram að niðurbrot fiskiholdsins eykst lítillega með tíma og því ljóst að virkni niðurbrotsensíma er en til staðar. Virkni niðurbrotsensíma tryggir áframhaldandi aukningu í styrk köfnunarefnissambanda. TCA-leysanleg köfnunarefni hafa verið notuð sem mælieining á gang gerjunar. TCA (trichloroacetic acid) bindst próteinögnum og fellir þær út úr lausninni en sá vökvi sem eftir verður og flýtur ofan á botnfallinu inniheldur m.a. köfnunarefnis sambönd sem ekki eru hluti proteina og aðrar niðurbrotsagnirnar svo sem fríar fitusýrur, peptíð, amínó sýrur og kirni. Vegna þessa er mæling á TCA leysanlegum próteinum ágætur mælikvarði á gang gerjunar þar sem niðurbrotsagnirnar streyma úr fiskholdinu og út í pækilinn umhverfis. Kiesvaara (1975) komst að því að heildarmagn leysanlegra köfnunarefnis sambanda (peptíð og fríar amínósýrur) jókst við gerjum á síld þegar köfnunarefnis sambönd streyma úr fiskholdinu og út í pækilinn. Þessar breytingar eru taldar stafa að mestu frá ensímvirkni en ensím eru talinn vera megin orsök fyrir niðurbroti og um leið gerjun fiskholdsins (Voskresensky 1965; Kiesvaara 1975;

Marvik 1979). Vegna þessarar þróunar eykst magn TCA-leysanlegra köfnunarefnis sambanda í þæklinum með tímanum.

Litur hefur mikil áhrif á gæði fisksósu. Lit má mæla með ýmsu móti en algengar eru mælingar með litamælum sem kvarðaðir eru eftir alþjóðlegu kerfi (CIE) sem byggir á því að litur getur ekki verið grænn og rauður eða blár og gulur á sama tíma. Kvarðinn sem notaður er byggir á tölugildum fyrir a, b og L en þar er -a fyrir grænt og yfir í +a fyrir rautt; -b fyrir gult yfir í +b fyrir blátt svo er L notað til að lýsa hversu dökkt, hvítt yfir í svart, sýnið er. Litamæling sem lýsir gulleika fisksósunnar (b^*), mældist nokkuð stöðugt fyrstu 60 daganna.. Mæligildi sem lýsa græn-rauðum blæ (a^*) sýna litabrigði í átt að rauðum blæ fyrstu 60 daganna(gröf ekki sýnd hér)

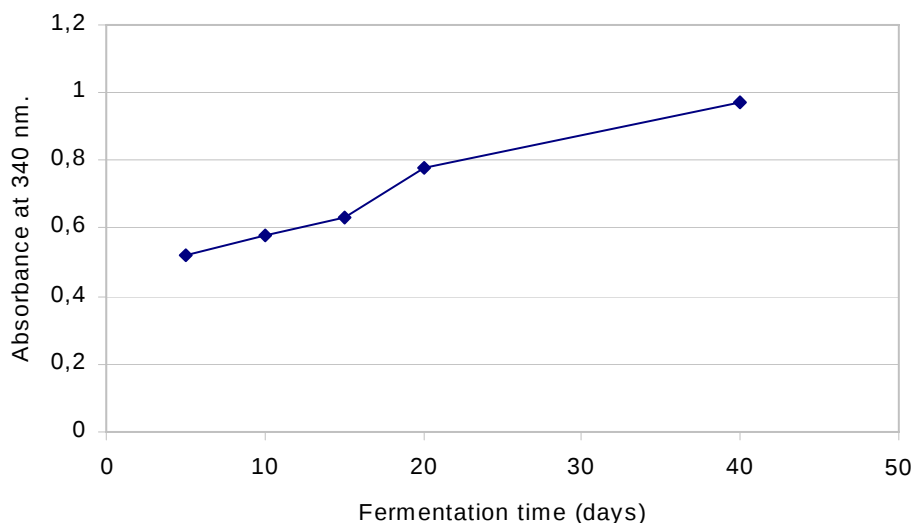
Ljósleiki (Lightness), L^* , minnkar fyrstu 60 daga gerjunartímans (Mynd 14). L^* hefur verið mælt ~58,24 í fjöldaframleiddri fisksósu (Lopetcharat and Park 1999). Óformlegt sjónmat á fisksósu úr loðnu eftir 60 daga bendir til þess að ljósleiki litar sé mjög ásættanlegur miðað við viðmið (Nampla). Mælingar á fjöldaframleiddri fisksósu hafa sýnt stefnu litar í átt að gulum og rauðum blæ. Rannsóknir með fisksósu úr Kyrrahafslýsing sýndu að litur fisksósunnar stefndi út í grænan en ekki rauðan eins og æskilegt er (Lopetcharat and Park 1999).

Almennt má segja um litablæ fisksósunnar úr loðnu að hann lofi góðu hvað varðar blæbrigði og ljósleika.



Mynd 14. Lýsing, L^* , fisksósu sem fall af gerjunartíma. Neðri hluti y-ásins stefnir á svart en sá neðri á svart.

Önnur leið til að meta lit fisksósunnar er að fylgjast með brúnun. Mæling á brúnun sýndi hækkun fyrstu 40 daganna (Mynd 15). Mælt var við ljósgleypni við 340nm. Gleypni mæld í fjöldaframleiddri fisksósu hefur mælst ~1,1-4,2 mælt við 420nm. Brúnun í fisksósu er óenzímatísk brúnunarferli (Wilaipun 1990). Algengasta orsök óensímatískar brúnunar í matvælum er af völdum Maillard hvarfs (Fennema 1996).



Mynd 15. Brúnun fisksósu sem fall af gerjunartíma. Brúnunin er mæld með gleypni við 340 nm.

Fríar aínósýrur og smá peptíð eru algengustu köfnunarefnis- samböndin í fisksósu sem hafa áhrif á brúnunina. Afoxandi sykrur eru í litlu magni í fiskholdinu, en afleiður eins og glúkósi-6-fósfat sem er til staðar í fiskiholdi getur verkað sem hvati fyrir Maillard brúnunarhvörf (Kawashima and Yamanaka 1996)

6. Áætlaður vísinda og eða tæknilegur ávinningur

Hér er um þróun á vinnslu sem ekki er þekkt hérlendis og væri því um hreina viðbót að r  a   fiski  na i Íslendinga. Mögulega gæti orðið um nýja st ra atvinnugrein að r  a.   Thailandi voru til að mynda 150 verksmiðjur sem framleiddu fisksósu   árinu 1987.  ar eru margar þessar verksmiðjur mjög fullkomnar og minna   það besta sem við eigum   bolfiskvinnslu, hvað varðar t kni og hreinlæti. Heildarafli Íslendinga   loðnu var 707.301 tonn (1995), 1.178.510 tonn (1996) og 1.313.624 tonn (1997) ( tvegurinn, 1998) en meira en 90% loðnunnar fer til bræðslu. Verð   loðnu

til bræðslu er um 4-6 kr/kg. Nýtingarhlutfall er innan við 20% og er kílóíð af mjöli selt á um 50 krónur (35-55 kr. eftir gæðum).

Verð fisksósu stjórnast mjög af gæðum hennar og af markaðsaðstæðum á hverjum stað. Framleiðslan á Íslandi yrði fyrst og fremst til útflutnings til Asíu og Bandaríkjanna en þar er stór markaður fyrir þessa afurð. Algengt verð á báðum þessum mörkuðum er u.þ.b 1.5-2 dollarar (u.þ.b. 100-150 kr.) fyrir 500g flösku í smásölu.

Umhverfissamtök deila nú hart á veiði loðnu sem fer mest í bræðslu og til framleiðslu á lýsi og mjöli þar sem afurðirnar eru mest notaðar sem dýrafóður en ekki beint til manneldis. Af heildarafla loðnu fóru einungis 37.561 tonn (5.3%) 1995, 76.711 tonn (6.5%) 1996 og 99.608 tonn (7.6%) 1997 beint til manneldis. Þessi vinnsla mun auka nýtingu loðnu til manneldis. Þó markmið vinnslunnar sé að framleiða fisksósu í hágæða flokki yrði einnig framleidd sósa í ódýrari gæðaflokkum og hún nýtist sem próteingjafi á svæðum sem eiga við próteinskort að búa.

7. Ályktanir og nýting niðurstaðna

Hér er skrifuð loka skýrsla fyrir fyrsta starfsár verkefnisins. Verkefninu er þó hvergi nærri lokið og því réttara að tala um áfangaskýrslu en loka skýrslu. Núna (sumarið 2000) er verið að safna sýnum af sumarvertíð en fyrstu mælingar benda til að um allt annað og betra hráefni sé að ræða til þessarar vinnslu en vetrarloðnan sem hér hefur verið fjallað um.

Þegar niðurstöður liggja fyrir stendur til að kynna þær á vísindaráðstefnu og að skrifa um þær í vísindarit. Jafnframt hefur verið stofnað fyrirtæki til að vinna að útfærslu á vinnslu fisksósu en það vinnur í náinni samvinnu við helstu hagsmunaaðila í vinnslu loðnuafurða hér á landi.

8. Heimildir:

Beddows, C. G. (1985). Fermented Fish and Fish Products. Microbiology of Fermented Foods. B. J. B. Wood. London, UK, Elsevier Applied Science Publishers. 2: 1-39.

Bersamin, S. V. and R. S. J. Napugan (1961). "Preliminary studies on the comparative chemical composition of the different commercial brands of Patis in the Phiippines." Philippines. J.Fish: 151-157.

Gildberg, A. (1978). "Proteolytic activity and the frequency of burst bellies in capelin." Journal of the FoodTechnology. **13**: 409-416.

Ijong, F. G. and O. Yoshiyuki. (1996). "Physicochemical and Microbiological Changes Associated with Bakasang Processing-A Traditional Indonesian Fermented Fish Sauce." J. Sci. Food Agric. **71**: 69-74.

Kiesvaara, M. (1975). On the soluble nitrogen fraction of barrel-salted herring and semi-preserves during ripening., Technical Reserch Center of Finland.

Lopetcharat, K. (1999). Fish sauce: The Alternative Solution for Pacific Whiting and it's By-Product. Oregon State, Oregon State University.

Lopetcharat, K. and J. W. Park (1999). Fish sauce: The Alternative solution for Pacific Whiting and Its By-Products. Oregon, Oregon State University: 110.

Marvik, S. (1979). Breakdown of added sugar during ripening of sugar-salted herring. Gautaborg, Sweden.

Mizutani, T., A. Kimizuka, et al. (1992). "Chemical Components of Fermented Fish Products." Journal of Food Composition and Analysis. **5**: 152-159.

Raksakulthai, N. and N. F. Haard (1992). "Fish sauce from Capelin (*Mallotus villosus*): Contribution of Cathepsin C to the Fermentation." ASEAN Food Journal. **7(3)**: 147-151.

Raksakulthai, N., Y. Z. Lee, et al. (1986). "Effect of Enzyme Supplements on the Production of Fish sauce from Male Capelin (*Mallotus villosus*)." Can. Inst. Food Sci. Technol. J. **19(1)**: 28-33.

Sanceda, N. G., K. Tadao, et al. (1996). "Accelerated Fermentation Process for the Manufacture of Fish Sauce Using Histidine." Journal of Food Science **61**(1): 220-222.

Shahidi, F. and R. Amarowicz (1996). "Antioxidant activity of peptide fractions of capelin protein hydrolysates." Food Chemistry **58**(4): 355-359.

Voskresensky, N. A. (1965). Salting of herring. Fish as food. G. Borgstrom. New York, Academic Press. **3**: 107-131.

Wilaipun, P. (1990). Halophilic bacteria producing lipase in fish sauce. Bangkok, Thailand, Chulalongkorn University,.