

Mittestandardse ja väheväärtusliku kalatoorme väärimdamise uuring

Veebruar – Mai 2010

Tellijaja: Tallinna Tehnikaülikool, Keemiainstituut
Teostaja: Toidu- ja Fermentatsioonitehnoloogia Arenduskeskus

Sisukord

Annotatsioon	3
Abstract	3
Mittestandardse ja sekundaarse kalatoorme kaardistamine	4
Kalade sorteerimine ja säilitamine.....	5
Rookimine ja fileerimine	6
Pesemine	6
Soolamine	6
Maitsestamine	7
Marineerimine ja kastmed.....	7
Fermenteerimine	7
Praadimine	8
Konserveerimine	8
Suitsutamine.....	8
Kuivatamine	9
Mittestandardse ja sekundaarse kalatoorme peenestamise tehnoloogiad	10
Seadmed, millega saab kalaliha luudest eemaldada	10
Kala liha ja luude separaator.....	10
Kala konditustamine	11
Kalahakkmassi omadused	12
Seadmed, millega saab terve kala muuta homogeenseks massiks	13
Pihusti-homogenisaator ehk desintegraator	13
Kalajahu	15
Eesti kalajahutootmise tehnilis-majandusliku taseme analüüs	19
SWOT-analüüs.....	19
Kalajahutootmise tugevuste, nõrkuste, võimaluste ja ohtude analüüs.....	21
Kalajahutoodete alased patendid, tootjad, tooted ja arendustöö	22
Kalajahutootmise teemalised patendid	23
Kalajahu tootmine ja tootjad.....	25
Kalajahutooded internetis	26
Kalajahutoodete arengusuunad	27
Surimi tootmise võimalused sekundaarsest ja mittestandardsest kalatoormest.....	30
Surimi.....	30
Surimi tootmise protsess	30
Surimi keemilised ja füüsikalised omadused.....	31
Surimi laboratoorne valmistamine ja surimi kvaliteedi määramise meetodikad teadusartiklites	38
Ekstruuderi kasutamine võimalused kalatoorainel baseeruvate toodete valmistamiseks .	42
Ekstruuder	42
Loomasööda tootmise protsessid	44
Kalasööda iseloomustamise meetodid	46
Kalapuljongi tootmise võimalused mittestandardsest ja väheväärtuslikust toorainest	47
Kalalahuse kontsentraadi valmistamine.....	47

Kalatehnoloogialabori seadmepargi planeerimine.....	49
Kalatehnoloogia labori sisseseade	49
Mittestandardse ja väheväärtusliku kalatoorme arengusuundade määramine ja projektiplaani koostamine	51

Annotatsioon

Käesolev töö on koostatud „Mittestandardse ja väheväärtusliku kalatoorme uuringu” raames, mille eesmärk on kirjeldada ja analüüsida kalajäätmete tekkimist, nende kasutamise võimalusi ja hetkeolukorda Eesti kalakäitlemise sektoris ning anda ettepanekud kalajäätmete alaseks edasiseks arendustööks.

Uuringu raames viidi läbi küsitlus Eesti kalapüüdjate ja kalakäitlejate seas ning paluti ettevõtetel välja tuua kalajäätmete valdkond mis on neile endile kõige problemaatilisem. Kogutud andmetele tuginedes saab öelda, et mittestandardse kala valdkonnas on vaja rakendust leida väikestest ja keskmistest kalaliikidest tekkinud jääkidele ja soolatud ning suitsutatud kalajääkidele. Projekt „Mittestandardse ja väheväärtusliku kalatoorme uuring” annab ülevaate ka erinevatest kalajäätmete peenestamise ja töötlemise võimalustest ning toodetest, mida võib toota kalajäätmetest.

Uuring on kokku võetud mittestandardse ja väheväärtusliku kalatoorme rakendusliku tööplaaniga, mille tulemusel on ettevõtetel võimalik toota erinevaid tooteid kalajäätmetest.

Abstract

This research work is done in project „Current state of underutilized fish raw material”. The aim of the study was to give an overview of different types of underutilized fish raw material, possibilities of using underutilized fish raw material, current state of exploiting underutilized fish in Estonian fish manufacture and fishing sector, and generate suggestions for further development to make use of underutilized fish raw material.

In the current study interviews were carried on with Estonian fish manufacturers and fishermen and they were asked to identify which area and type of underutilized fish raw material concerns them the most. Relying on the information gathered, one can say that in the area of underutilized fish raw material the bottlenecks is to find applications for residues originating from small and medium fish species production, and residues from fish salting and smoking process. Project „Current state of underutilized fish raw material” makes synopsis of different technological methods for mincing and remanufacture of underutilized fish raw material, and products that can be made from different types of underutilized fish raw material.

The research work adds up with a project plan which aim is to develop the underutilized fish raw material sector and generate new products.

Mittestandardse ja sekundaarse kalatoorme kaardistamine

Eesti Vabariigis tegeletakse aktiivselt kalapüügi ja kalatoodete tootmisega. Veterinaar ja toiduameti andmetel tegutseb eestis 94 kalakäitlemisettevõtet (www.vet.agri.ee, 27.05.2010). Lisaks kalakäitlemisettevõtetele tegutseb Eestis nii siseveekogudel kui ka Läänemere suuri hulk kalureid ja kalapüügi ettevõtteid.

Tabelis 1 on toodud andmed Läänemere kalapüügi kohta ning kalatoodete tootmise kohta Eestis, vahemikus 2000 – 2008 a (Eesti Statistikaamet, www.stat.ee). Tabelis 2 on toodud andmed kaubakala kasvatamise ja müügi kohta Eestis, vahemikus 2000 – 2008 a (Eesti Statistikaamet, www.stat.ee). Kahe tabeli võrdlusest on näha, et kala püütakse 60 tuhandest kuni 85 tuhande tonnini ja kasvatatakse müügiks ca 480 tonni. Järelikult on kalakasvandustest pärit toodangu osakaal marginaalne.

Kalapüügil ja kalatöötlemisel jääb üle kala ning töötlemisjätmeid, mis ei ole reeglina sobilikud inimtoiduks. Selline tooraine on varasemalt müüdnud töötlemata kujul loomatoiduks, põhiliselt karusloomakasvatustesse või müüdnud kalajahutehastesse või muutunud jäätmeteks. Kaasajal on karusloomakasvatused ja kalajahutehased praktiliselt lakanud eksisteerimast ja seetõttu on vajalik leida väheväärtuslikule ja mittestandardsele kalatoorme rakendusvõimalused.

Tabel 1. Kalapüük Läänemere, ning kalatoodete tootmine.

Aasta	Püütud kala, tonni	Kalatoodete va. Konservide tootmine, tonni	Kalakonservide tootmine, tonni	Kõik kalatooted kokku, tonni
2000	85176	55100	44400	99500
2001	84959	80700	44200	124900
2002	79034	92200	34200	126400
2003	59377	87600	20500	108100
2004	64902	65300	14600	79900
2005	79760	76400	9700	86100
2006	73039	76800	7400	84200
2007	80244	70900	5100	76000
2008	83575	60000	7100	67100

Tabel 2. Kaubakala kasvatamine ja müük

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Kala kasvatamine, tonni	360	467	356	373	451	554	703	781	814

Kala müük, tonni	140	289	257	242	418	428	527	488	484
---------------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Mittestandardse ja sekundaarse kalatoorme kaardistamiseks viidi läbi kalaliigi spetsiifiline küsitlus kalakäitlejate seas. Küsitlus viidi läbi elektroonselt. Küsitluse andmed võeti kokku Kalaliidu juhataja Valdur Noormäega. Küsitluse tulemusel selgus, et kalaliigispetsiifiline lähenemine ei olnud sobiv, sest ettevõtjad klassifitseerivad tekkivaid jäätmeid tehnoloogiapõhiselt. Seetõttu otsustati viia läbi täiendavad telefoniintervjuud, kus paluti kalakäitlejatel välja tuua nende ettevõttele kõige olulisemad jäätmete tekkimise punktid.

Kalade sorteerimine ja säilitamine

Kalade sorteerimine ja säilitamine on tegevus mille tootmisprotsessi juurutamine võimaldab tõsta kalatoodangu kvaliteeti ja seeläbi ka hinda. Kalade sorteerimine suuruse ja kvaliteedi alusel on paljudes kalakäitlemisettevõtetes standard protseduur. Osades ettevõtetes järgneb sellele kala edasine töötlemine, teist tüüpi ettevõtetes kala jahutatakse või külmutatakse ning ladustatakse. Kalade sorteerimisel kasutatakse suures hulgas kõikide kalaliikide puhul manuaalset inspekteerimist. Väiksemate kalaliikide puhul viib selline sorteerimisviis töö väga ajamahukaks, mis omakorda mõjub negatiivselt kala värskusele ja toodangu kvaliteedile. Kalade sorteerimisel tekkiv mittestandardne kala praagitakse välja järgnevatel põhjustel: alamõõdulisus, ülemõõdulisus, füüsilised vigastused, rikkemistunnused.

Kala rikkemistunnused proovitakse välja selgitada juba enne kalapartii üleandmist. Osad kalakäitlemisettevõtted väitsid, et nad ei võtagi vastu rikkemistunnustega kala ja kui peaks juhtuma, et kuidagi on ikkagi rikkemistunnustega kala sattunud ettevõttesse, siis on võimalus see realiseerida kui madalama kategooria toodang. Viimane on muidugi ainult võimalik väga väheste rikkemistunnustega kala puhul, sest tugevalt riknenud kala ei ole enam inimtoiduks sobilik.

Füüsiliste vigastustega, ala- ja ülemõõdulised kalad lähevad ettevõtte üldisesse jäätmekäitlusesse.

Murettekitav on antud valdkonnas asjaolu, et ettevõtted, kelle põhitegevus on kalade säilitamine, kas siis jahutamise või külmutamise teel, teatasid, et nemad ainult jahutavad või külmutavad, kuid ei sorteeri kala ja seega neil jäätmeid ei teki. Selline tegevus oleks aktsepteeritav kui kalur on eelnevalt kala juba sorteerinud, mis on aga praeguses olukorras äärmiselt vähetõenäoline, eriti väiksemate kalaliikide puhul. Praktilisest aspektist lähtudes, ei ole võimalik, et transpordil kõik kalad säilitavad ühesuguse hea kvaliteedi. Paratamatult saavad mõned kalad muljuda ning selliste kalade jäämine toodangusse mõjub kogu partii kvaliteedile negatiivselt. Kala jahutamise ja külmutamisega tegelevatel

ettevõtetel tuleks kindlasti lisada oma tootmisetappidesse sorteerimine, mis omakorda suurendaks praegust mittestandardse ja sekundaarse kalatoorme osakaalu.

Teadlikumad käitlejad on enda joks ka defineerinud, et probleemseks kohaks on alamõõdulise kilu suur osakaal ja kala kvaliteet suurte koguste püügil ehk siis kui kala on läinud pehmeks või saanud muljuda või on liiga kaua seisnud enne töötlemist.

Rookimine ja fileerimine

Rookimise ja fileerimisega puutuvad kokku praktiliselt kõik kalakäitlemise ettevõtted. Rookimisel tekivad jäätmed koosnevad kalapeadest ja sisikondadest. Fileerimisel tekib lisaks eelnevale ka kalanahka, uimesid, luid ja kõhuääri. Suurematest kalaliikidest tekkivad kõhuääred ja pead on võimalik edasi töödelda ja müüa inimtoiduks. Väiksemate kalade rookimisel ja fileerimisel tekkivad jäätmed on müüdnud karusloomakasvatustesse, kuid nende nõudlus on vähenemas, sest karusloomakasvatuse mahud jäävad aina väiksemaks. Möödunud aastatel oli ettevõtetel ka võimalik rookimise ja fileerimise jäätmed müüa lähinaabrite kalajahutehastele, kuid praegusel hetkel on need majandusliku madalsesisu tõttu suletud. Suur osa rookimise ja fileerimise jääkidest viiakse prügimäele, mis on ettevõttele lisakulu. Keskmiselt tekib Eesti suuremates kalakäitlemise ettevõtetes kalajäätmeid ca 20 tonni nädalas.

Pesemine

Kui kalatooted valmistatakse terve kalast, siis pestakse terved kalad. Reeglina pestakse aga kalarümbead fõi fileed. Pesemine viiakse üljuhul läbi mehhaaniliselt, st kasutatakse pesemistrumlit. Trummel on pestavate kalade vastu küll üsna hell, kuid ikkagi juhtub, et ka selle töötlemisetapiu käigus, saavad mõned kalad, rümbad ja fileed füüsikaliselt kahjustada ja nad ei ole enam seetõttu sobivad edasiseks käitlemiseks. Sellisel tekkivate jäätmete osakaal on väike ja neid saab käidelda samamoodi kui sorteerimisel, rookimisel ja fileerimisel tekkinud jäätmeid.

Soolamine

Soolamine viiakse reeglina läbi tervetele kaladele. Peale soolamist kalad roogitakse ja fileeritakse ning tekkivad jäätmed on kalapead ja sisikond, mis samuti soolased. Soolaseid jäätmeid tekib kõikides eesti kalakäitlemise ettevõtetes, kus kala soolatakse, konserveeritakse, maitsestatakse või marineeritakse. Soolased kalajäätmed on ettevõtetele kõige suuremaks probleemiks, sest neid ei ole võimalik müüa karusloomatoiduks. Soolaste jäätmete praegune ainuke utiliseerimisvõimalus on jäätmete prügimäele vedu. Keskmiselt tekib Eesti suuremates kalakäitlemise ettevõtetes soolaseid kalajäätmeid ca 20 tonni nädalas.

Maitsestamine

Maitsestamise protsessi all mõeldakse peale kala soolamise ka kalale lisatavaid muid maitseaineid nagu piprad, vürtsid, maitsetaimed jne. Maitsestamine annab kalatootele nii positiivseid lõhna- ja maitseomadusi kuid võib pikendada ka säilivusaega, näiteks tsilli, küüslauk, petersell jms. Maitsestamist võib läbi viia juba roogitud kaladele ja fileedele, siis sellisel juhul maitsestamise käigus kalajäätmeid ja mittestandardset kala ei teki. Kuid on võimalik kasutada ka maitsestamise tehnoloogiat kus kala eelnevalt soolatakse, seejärel roogitakse ja / või fileeritakse ning alles seejärel maitsestatakse. Sellise tehnoloogia puhul võib maitsestamise etapis tekkida soolaseid kalajäätmeid, mida hetkel on võimalik viia ainult prügimäele. Ettevõtted arvestavad maitsestamisel tekkivad kalajäägid kokku soolamisel tekkivate kalajäätmete hulgaga.

Marineerimine ja kastmed

Kalatoodete marineerimisel ja kastmete lisamisel kasutatakse vastavalt toodete retseptuurile kas terveid väikeseid kalu, kalarümpa, kalafileesid või kalafilee tükke. Kalatoodete marineerimisel ja kastmete lisamisel omandavad kalad tootele iseloomuliku isuäratava lõhna- ja maitsebuketit ning kalatoodete säilivusaeg pikeneb tänu marinaadides või kastmetes sisalduva soola, suhkru ja hapete mõjul. Mida suurem on kala töötlemise aste enne marineerimist ja / või kastmega katmist, seda rohkem tekib ka sellest etapist kalajäätmeid ja mittestandardset kala. Marineerimisel ja kastmete lisamisel tekkivad jäätmed sisaldavad soola jm maitseaineid, mis muudab jäätmete otsese kasutamise loomatoiduks võimatuks. Käesoleval hetkel satuvad kõik marineerimise ja kastmetega katmise kalajäägid prügimäele. Ettevõtted arvestavad marineerimisel ja kastmete lisamisel tekkivad kalajäägid kokku soolamisel tekkivate kalajäätmete hulgaga.

Fermenteerimine

Kalatoodete fermenteerimine on protsess, kus toode omandab meeldivad lõhna- ja maitseomadused tänu kala sooldumisele, maitsestumisele ja laagerdumisele. Fermenteeritud kalatooted on näiteks vürtsikilud. Kalade fermenteerimisel pannakse kala pakendisse rookimata ja lisatakse maitseained, sool ja suhkur. Kalade fermenteerimisel on oluline valida ühesuguse suurusega ja füüsikaliste kahjustusteta kalad. Fermenteeritud kalatoodete tootmisel praagitakse välja ala- ja ülemõõdulised ning füüsikaliste kahjustustega kalad. Fermenteeritud toodete valmistamisel tekkiv jääk on sarnane kalade sorteerimisel tekkiva jäägiga. Fermenteerimisel tekkiv mittestandardne kala liidetakse

ettevõttes tekkivale üldisele kalajäägile. Sellist liiki kalajääki realiseeritakse jahutatult ja külmutatult loomasöödana, kuid nõudlus on väike ja lisaväärtuse andmine oluline.

Praadimine

Kalatoodete praadimisel lisatakse kalale erinevaid maitseaineid ja lisandeid ning viiakse läbi kuumtöötlus. Kalatooted kuumutatakse praadimisel läbi, mis pikendab toote säilivusaega. Praadimisprotsess viiakse läbi roogitud kaladele, kalarümpadele, fileedele või kalatükkidele toiduõli kasutades. Lisaks kalade eeltöötlemise jääkidele võib praadimisest jääda üle ka toiduõli, mis on muutunud inimtoiduks sobimatuks, sest on rääsunud temperatuuri mõjul. Kõige suurem kalatoodete praadija on Eestis Paljassaare Kalatööstus. Kuna aga Paljassaare Kalatööstuses praetakse valdavalt paneeringus ja taignas kalatooteid, siis toiduõli jääki ei teki, sest paneering ja taigen imavad toiduõli endasse. Kalakäitlemise ettevõtetes kus praetakse kalatooteid väiksemates kogustes või ilma paneeringu ja taignata, võib tekkida olukord, kus tuleb leida realiseerimisvõimalus praadimisel kasutatud õlile. Praadimisel kasutatud õli kasutatakse biokütusena ning selle realiseerimisega ei ole probleeme. Kalajätmed mis tekivad toodete praadimisel ja praadimiseks ettevalmistamisel käideleldakse kui kalade sorteerimisel ja rookimisel tekkivat mittestandardset toorainet ja seda saab müüa loomasöödaks.

Konserveerimine

Kala conserveerimisel pakendatakse eeltöödeldud kala pooltooted konservpakendisse ja kuumtöödeldakse autoklaavimise teel. Konserveerimiseks saab kasutada väiksemaid terveid kalasid (nt.kilu), kalarümpasid (nt.räim), kalafileesid ja fileetükke (nt.lõhe, tuunikala). Konserveerimisel tekkivad jäägid võivad olla ala- ja ülemõõdulised või füüsikaliste kahjustustega soolatud ja suitsutatud kalad; kala pead ja sisikond ning fileerimisjäägid; konservid, mis ei ole saavutanud vaakumit või piisavat sisetemperatuuri. Kalajäägid, mis on toored ja soolamata lisatakse sorteerimisel, rookimisel ja fileerimisel tekkinud jäämete hulka ja neid saab realiseerida loomasöödana. Kalajäägid, mis on eeltöödeldud, sisaldavad soola jm komponente, mis muudab nende kasutamise loomatoiduna komplitseerituks ja hetkel lähevad sellised jäägid kõik prügimäele.

Suitsutamine

Kala suitsutamisel kasutatakse toorainena terveid kalasid, roogitud kala, fileeritud kala ja kalatükke. Suitsutamisele eelneb või järgneb ka kalade soolamine. Suitsutamine annab kalale iseloomuliku kuldse värvuse ja meeldiva maitse ning pikendab toote säilivusaega, sest suitsul on antimikrobiaalne ja antioksidatiivne toime. Suitsutatud kalatoodetest tekkinud jäägid sisaldavad soola ja suitsutamisest pärit aroomiühendeid, mis muudab

nende kasutamise loomatoiduna võimatuks. Suitsutatud jäägid viiakse hetkel prügimäele. Erandiks on siin suurte kalade nagu lõhe ja forell kõhuääred ja pead, mida realiseeritakse ka inimtoiduna. Siiski valdav osa suitsutatud kalatootmise jääkidest jääb praeguse seisuga realiseerimata.

Kuivatamine

Kala kuivatamisel kasutatakse toorainena terveid väikeseid kalu, roogitud kala, fileeritud kala ja kalatükke. Kuivatamisele eelneb ka kalade soolamine. Kuivatamisel kalatoodetest tekkinud jäägid sisaldavad soola, mis muudab nende kasutamise loomatoiduna võimatuks. Kuivatatud kalatoodetest jäägid viiakse hetkel prügimäele.

Mittestandardse ja sekundaarse kalatoorme peenestamise tehnoloogiad

Seadmed, millega saab kalaliha luudest eemaldada

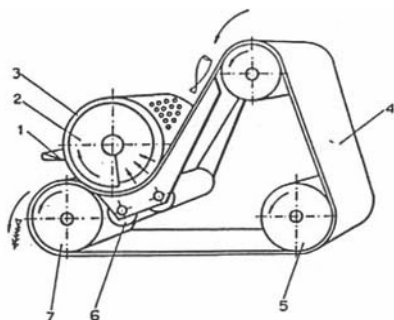
Kalahakkmassi valmistamiseks võib kasutada igat tüüpi kala. Kaladel tuleb enne töötlemist pea maha lõigata, viilutada ja poolitada ning samuti soolikad välja võtta. (http://cift.engineering.dal.ca/Industry%20Studies%20&%20Advisory%20Reports/Minced_Fish.php).

Kala liha ja luude separaator

Enne kui kala pannakse masinasse, eemaldatakse kalalt pea ning kehaõõnsused puhastatakse. Separatuur eemaldab automaatselt kala liha küljest kondid, naha ja soomused. Separatuuris olev liha surutakse läbi aukude silindrisse, mis on konveieririhma poolt rõhu all. Konveieririhm ümbritseb seda silindrit, mis moodustab kuskil 25% silindri perimeetrist. Silinder pöörleb väheke kiiremini kui konveier. Silindriavad on tavaliselt 3-7mm-se diameetriga. Magevee kalade töötlemiseks on ava suurus tavaliselt 4-5 mm. Mida väiksemad on augud, seda tugevam on jahvatamine. Konveieri poolt silindrile suunatud rõhku saab reguleerida olenevalt toore produkti tüübist ja suuruselt ning ava diameetrist (Bykowski Piotr, 1996). Pilude suuruselt sõltub kalamassi kvaliteet, eriti luude ja soomuste suhtes. Väiksema piluga saavutatakse suurem kalamassi lagunemine, mis mõjutab ka selle tekstuuri (Venugopal V., 2006).

Osade masinate puhul eraldatakse liha kogu kalast mikro-õnaruse printsiibil (Paoli masinad), osad aga kruvi või puuri süsteemi ja augustatud trummeli süsteemil (eelnevalt tükeldatud kala puhul) (Beehive masinad). Kasutades kõrgrihma pinget ja suure-augulist trummelit saab üldiselt suurendada saaki. Lisaks võib panna saadud hakkmassi uuesti separatuurisse, kus mass läheb läbi sõela, kus eemalduvad kõik järelejäänud ebavajalikud osakesed. Sõelade aukude suurus on tavaliselt 1-2mm. Sõelumise meetodil saadakse vähendatud osakeste suurus ning veel homogeensem pasta-laadne toode.

(http://cift.engineering.dal.ca/Industry%20Studies%20&%20Advisory%20Reports/Minced_Fish.php)



Joonis 1 : kala liha separaator, kus 1-kaapija, 2- kruvi tüüpi liha eemaldaja, 3- augustatud trummel, 4-kummipael, 5- kummipaela pinge rull, 6- pressimisrull, 7- ülekande rull

(http://cift.engineering.dal.ca/Industry%20Studies%20&%20Advisory%20Reports/Minced_Fish.php)

Kala konditustamine

Kõik kala kontitustamise masinad töötavad põhimõttel, et pehmed portsjonid surutakse läbi augustatud plaadi või ava samas mitte läbi lastes luudel, kõhredel või soomustel. Mehaanilise kala konditustamise eelisteks võib lugeda valkude head kvaliteeti ja hoidistamise stabiilsust. Põhiliste probleemidena selle meetodi puhul võib nimetada kalamassi maitset ja värvust peale konditustamist, külmutamist ja hoiustamist (Pigott George M., 1990).

Kala konditustamise meetodi põhiprobleemiks on see, et soomused pääsevad protsessi käigus kergesti läbi avade. Konditustamise masinatega, mis kasutavad kombineeritud rõhku ja löikamistehnikat (kala läheb läbi avadega trummeli ja rihma, kus mõlemad liiguvad erineva kiirusega) läheb rohkem luusid kala hakkmassi sisse kui kasutada masinat kruvi printsiibiga. Seetõttu tihti soovitataksegi lasta terve kala läbi pöörleva purusti enne kui alustatakse kala konditustamist (Pigott George M., 1990).

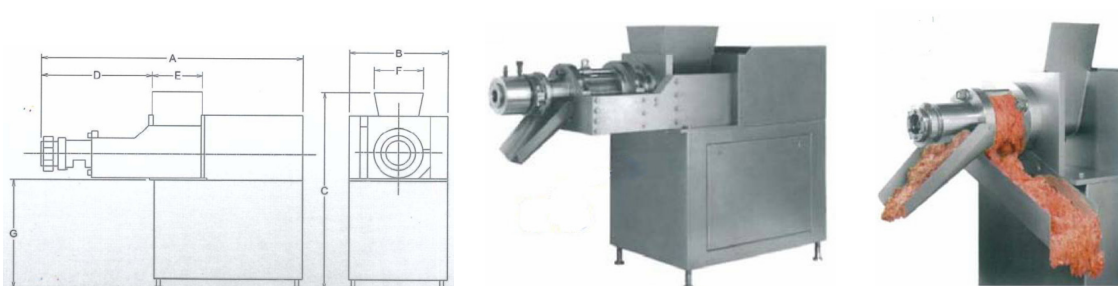
Masinat saab tavaliselt kasutada ilma, et oleks vaja eelnevalt kala purustada ja jahutada. Toorest materjali saab pidevalt masinasse panna ja otse avasse ilma kala mingisuguse viivitusega ja temperatuuri tõusuta. Sel viisil saadakse kiuline toode suurepärase tekstuuriga. Kala masinas töötlemise tulemusena saadakse liha emulsiooni ja luud pulbristatud vormina.

(<http://www.foodmate.nl/uploads/MDM%20machines.pdf>)

Seadme eelised:

- Saadud produkti hea kvaliteet
- Liha väga hea tekstuur
- Toode on suurema sidumisvõimega
- Protsessi käigus ei pea temperatuuri juurde lisama

- Toimub suures koguses ekstraheerimine
- Madal kaltsiumi sisaldus kätte saadud lihas
- Masinat vaja minimaalselt hooldada



Joonis 2. Skeem ja pildid kala konditustamise masinatest. (<http://www.foodmate.nl/uploads/MDM%20machines.pdf>)

Veejoaga konditsutamise meetod on alles viimasel ajal kasutusele võetud. Kuigi selle meetodi efektiivsus ei anna võrrelda tavalise mehaanilise konditustamise masinaga. Näiteks ühes katses saadi veejoaga koonditustamise masinaga 39% kalamassi kogu kalast, võrreldes 43%-ga, mis saadi tavalise mehaanilise meetodiga (Venugopal V., 2006).

Kalahakkmassi omadused

Mehaanilise separaatori abil kalaliha töödeldes saadakse kalahakkliha taoline mass, mis üldiselt seejärel külmutatakse blokkidena edasiseks kalatoodete valmistamiseks. Nendeks toodeteks on enamasti kalapulgad, kalakoogid, nugetid ning samuti näiteks uhhaale väärtuse juurde andmiseks. (<http://cift.engineering.dal.ca/Industry%20Studies%20&%20Advisory%20Reports/MincelFish.php>).

Mehaaniliselt purustatud kala liha on rohkem vastuvõtlikum saastatusele kui terve lihaskude, kuna kala purustamine põhjustab kudede lõhustumise ning samuti puutub liha kokku õhuga, mis kiirendab lipiidide oksüdatsiooni ning autolüüsi. Sellised reaktsioonid mõjutavad toote värvi ja lõhna. Lipiidide oksüdatsioon võib olla külmutatud kalamassi blokkide pealmiste kihtide puhul suur probleem. Oksüdeerunud lipiidid reageerivad proteiinidega põhjustades denatureerimist ja muutusi funktsionaalsetes omadustes. Kalamassi kvaliteet, mis hõlmab enda alla värvuse, maitse ja funktsionaalsed omadused, on sõltuv kala liigist, püügi hooajast ja käitlemisest ning töötlemisest. Kalamassi üks

kvaliteedinäitajatest on ka luude sisaldus kalamassis. Madal luude sisaldus vahemikus 0,1-0,4% (g/g) kuivmassi kohta näitab paremat kvaliteeti (Venugopal V., 2006).

Kalahakkmassi maitse kvaliteet sõltub vabade aminohapete, nukleotiidide, lipiidse päritoluga muutuvate ühendite sisaldusest, samuti lipiidide oksüdatsiooni astmest. Valgud omavad kõige suuremat rolli kalamassi nii funktsionaalsuse kui ka struktuuri seisukohalt. Kalamassi funktsionaalsed omadused, mis mõjutavad teatud toitude omadusi, on veesidumine, sidumisvõime ja kleepumisvõime (tehisliha), viskoossus ja lahustuvus (supid). Kala valkude reoloogilised ja maitse omadused sõltuvad nende võimest moodustada geeli, mis omakorda on mõjutatud molekulaarsetest omadustest nagu suurus ja kuju. Samuti sõltuvad reoloogilised ja maitse omadused töötlemise tingimustest nagu temperatuur, rõhk, pH ja soola sisaldus (Venugopal V., 2006).

Kala hakkmassi kvaliteedi määrab ära kala enda kvaliteet. Et saada väga heade omadustega kalamassi, peab kasutama selle tegemiseks värsket kala. Liiga pikk kala hoiustamine külmas enne protsessi, kus kalaliha luudest eraldatakse, või kalamassi liiga kaua sügavkülmas hoidmine enne teist kalatöötlemisprotsessi võib negatiivselt mõjuda valkude funktsionaalsusele, lahustuvusele, küpsetuskadudele ja tekstuurile ning võib seega mõjutada kalamassist valmistatud toodete kvaliteeti (Venugopal V., 2006).

Kalaliha luudest eemaldamise protsessi käigus on suurem oht kalamassil mikroorganismide tekkeks. Mikroorganismide arv on alati kalamassis suurem kui terves kala files. Tervete kalade masinasse pannes saadakse halva kvaliteediga hakkmass just sisikonna ja naha saastatuse tõttu. Parema kvaliteediga hakkmassi saamiseks tuleks aga lõigata kala lahti ning eemaldada sisikond ning samuti pea (Venugopal V., 2006).

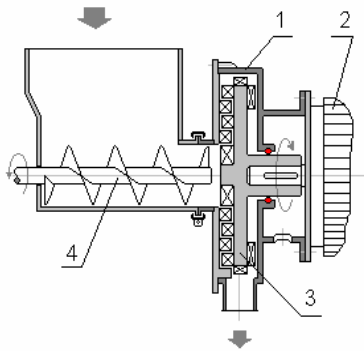
Kalamassi kvaliteeti on võimalik parandada kala esialgse töötlemisega enne kui kala separaatorisse või konditustamise masinasse pannakse. Pelaagiliste kalade puhul eemaldatakse tumedad lihaskoed, mis sisaldavad palju hemoproteiini pigmente ja ensüüme ning see tunduvalt parandab kalamassi kvaliteeti (Venugopal V., 2006).

Kalahakkmass, mis on saadud eelnevalt lõigatud kalast annab rohkem valgema tulemuse, kui mass, mis on saadud tervetest kaladest. Ensüümid ja veri soolestikust ja maksast annavad hakkmassile värvust juurde ja kiirendavad riknemist (http://cift.engineering.dal.ca/Industry%20Studies%20&%20Advisory%20Reports/Minced_Fish.php).

Seadmed, millega saab terve kala muuta homogeenseks massiks

Pihusti-homogenisaator ehk desintegraator

Purusti-homogenisaator on ette nähtud rasvu ja vedelikke sisaldavatest materjalidest homogeense voolava massi tootmiseks ning kasutatakse pastade ja kalapasteetide tegemiseks (<http://www.desi.ee/>).



Joonis 3. Pihusti-homogenisaatori skeem, kus 1- töökamber, 2-elektrimootor, 3-rootor, 4-tigutoitja ning pildid masinast (<http://www.desi.ee/>).

Kasutatud materjal

Bykowski Piotr, Dutkiewicz Daniel. (1996). Freshwater fish processing and equipment in small plants. FAO Fisheries Circular No. 905 FIIU/C905. Rome, February, 1996. (<http://www.fao.org/docrep/W0495E/w0495E03.htm>)

Pigott George M., Tucker Barbee W. (1990). Seafood. Effects of technology on nutrition. Marcel Dekker, Inc. 1990. P:209-211.

Venugopal V. (2006). Seafood Processing. Adding value through quick freezing, retortable packaging and cook-chilling. CRC Press, Taylor & Francis Group. 2006. P:215-259

[Online] (25.03.2010). http://cift.engineering.dal.ca/Industry%20Studies%20&%20Advisory%20Reports/Minced_Fish.php

[Online] (23.03.2010). <http://www.foodmate.nl/uploads/MDM%20machines.pdf>

[Online] (25.03.2010). <http://www.desi.ee>

[Online] (25.03.2010). http://www.bronto.ua/en/products/more/Extruder_E-1500.html

[Online] (25.03.2010). http://www.diytrade.com/china/4/products-list/0-k-c-1/fish_feed_extruder.html

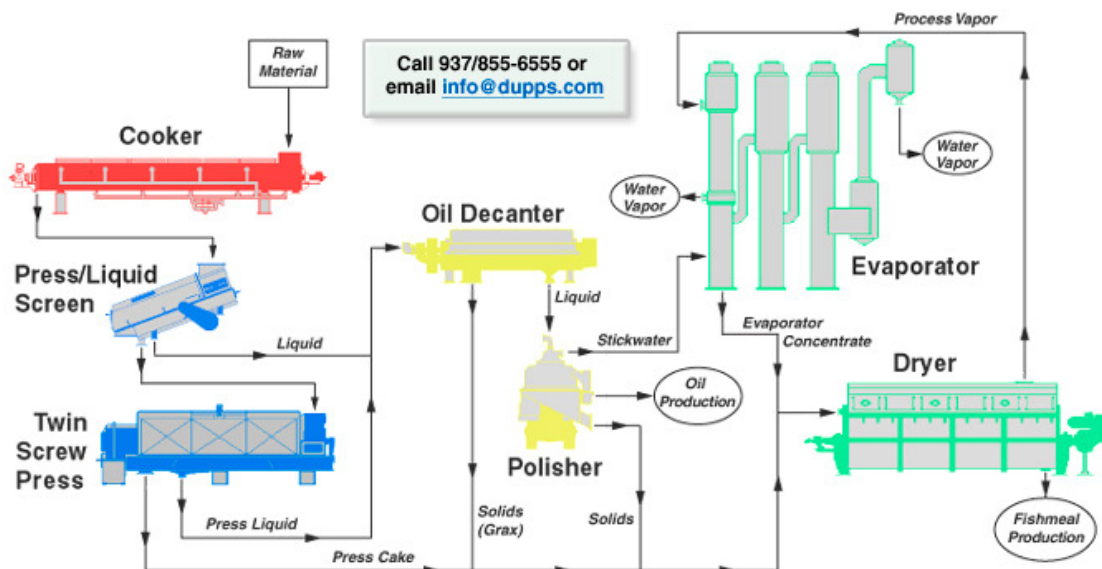
[Online] (26.03.2010). <http://class.fst.ohiostate.edu/FST401/401%20product/Lab%20Projects%202002/puffs.htm>

Kalajahu

Kalajahu on valmistatud nii tervest kalast ja luudest ning soolikatest. See on pruunikas pulber, mis on saadud kalajäätmemassist üleliigse õli ja vee eraldamise ning saadud massi jahvatamise teel (http://en.wikipedia.org/wiki/Fish_meal).

Kalajahu on hea proteiinisööt (50-60% proteiini), ta sisaldab palju lüsiini (30-40 g/kg) ja S-aminohappeid (ligikaudu kaks korda rohkem kui lõssipulber, 20 g/kg). Kalajahu on kaltsiumi- ja fosforirikas. Kalasöödad on rasvarikkad ja nende omadused kanduvad keharasvale üle. Palju kalasööta tarbinud sigade pekil on kalamaitse ja -lõhn. Selle vältimiseks ei tohi kalasööta anda viimasel nuumakuul (<http://www.pikk.ee/Loomakasvatus/seakasvatus/soodad/loomsedsoodad>).

Joonisel on näha kalajahu ja kalaõli tootmise tehnoloogiat (<http://www.dupps.com/fishsys.html>).



Seadusandlus

“EUROOPA PARLAMENDI JA NÕUKOGU MÄÄRUS (EÜ) nr 853/2004, 29. aprill 2004, millega sätestatakse loomset päritolu toidu hügieeni erireeglid

3. KALANDUSTOOTED

3.1. *Kalandustooted* – kõik merevee- või mageveeloomad (välja arvatud elusad kahepoolmelised molluskid, elusad okasnahksed, elusad mantelloomad ja elusad meriteod ning kõik imetajad, roomajad ja konnad), looduslikud või tehistingimustes peetavad, k.a selliste loomade kõik söödavad vormid, osad ja tooted.

3.4. *Mehaaniliselt eraldatudkalandustooede* – mis tahes toode, mis on saadud kalaliha eemaldamisega kalandustoodetelt mehaaniliste vahendite abil, mille tulemusena liha struktuur hävib või muundub.

3.5. *Värsked kalandustooted* – töötlemata kalandustooted, terved või ettevalmistatud, sealhulgas vaakumis või rõhu all pakitud tooted, millele pole rakendatud muid töötlusti säilimise tagamiseks peale jahutamise.

3.6. *Ettevalmistatud kalandustooted* – töötlemata kalandustooted millele on rakendatud nende anatoomilist terviklikkust rikkuvat töötlust nagu rookimist, pea äralõikamist, viilutamist, fileerimist ja tükeldamist. (**“EUROOPA PARLAMENDI JA NÕUKOGU MÄÄRUS (EÜ) nr 853/2004, 29. aprill 2004, millega sätestatakse loomset päritolu toidu hügieeni erireeglid**).

7. TÖÖDELDUD TOOTED

7.4. *Töödeldud kalandustooted* – kalandustoodete töötlemise saadused või selliste töödeldud toodete edasise töötlemise saadused.

- Värsked kalatooted – töötlemata kalatooted, tervikud või ettevalmistatud, sealhulgas vaakumis või rõhu all pakitud tooted, millele pole rakendatud muid töötlusti säilimise tagamiseks peale jahutamise.
- Ettevalmistatud kalatooted – töötlemata kalatooted, millele on rakendatud nende anatoomilist terviklikkust rikkuvat töötlust nagu rookimist, pea äralõikamist, viilutamist, fileerimist ja tükeldamist.
- Töötlemine – mis tahes algset toodet oluliselt muutev tegevus, sealhulgas kuumutamine, suitsutamine, laagerdamine, kuivatamine, marineerimine, ekstraheerimine, ekstrudeerimine või nende protsesside kombinatsioon

KOMISJONI MÄÄRUS (EÜ) nr 956/2008, 29. september 2008, millega muudetakse Euroopa Parlamendi ja nõukogu määruse (EÜ) nr 999/2001 (millega sätestatakse teatavate transmissiivsete spongioossete entsefalopaatiate vältimise, kontrolli ja likvideerimise eeskirjad) IV lisa

Määruse (EÜ) nr 999/2001 artikli 7 lõikes 1 on sätestatud, et mäletsejalistele on keelatud sööta loomadelt pärit valke. Siiski on selle keelu puhul kõnealuse määruse artikli 7 lõikega 3 ette nähtud erand, mille kohaselt võib teatavatel tingimustel lubada mäletsejaliikide noorloomadele kaladelt saadud valkude söötmist. Kõnealused tingimused sisaldavad mäletsejaliste noorloomade toitumisvajaduste teaduslikku hindamist ja niisuguse erandi kontrolliaspektide hindamist.

24. jaanuaril 2007 võttis Euroopa Toiduohutusamet vastu arvamuse mäletsejaliste kalajahuga söötmisest tulenevate terviseriskide hindamise kohta seoses TSE ohuga. Arvamuses jõuti järeldusele, et kalade puhul on nii nakatunud sööda otse söömise kui ka nakkavuse suurenemisega seotud TSE oht väike. Arvamuses leiti samuti, et on olemas väike kalajahuga seotud TSE oht, kui kaladele on hiljuti söödetud imetajatelt pärit valkudest valmistatud sööta või kui kalajahu on saastunud liha-kondijahuga.

19. märtsil 2008 sai valmis tervise- ja tarbijaküsimuste peadirektoraadi aruanne, mille koostamises osalesid paljud teadusekspertid. Aruandes on jõutud järeldusele, et kalajahu on väga kergesti seeditav valguallikas, mille seeditavus on väiksem kui piima puhul, kuid suurem kui enamiku taimset päritolu valkude puhul, ning sellel on hea aminohappe profiil võrreldes taimset päritolu valguallikatega, mida praegu piimaasendajates kasutatakse, ning et mäletsejaliikide noorloomade söötmist kalajahuga võib lubada.

Võttes arvesse määruse (EÜ) nr 999/2001 artikli 7 lõikega 3 ettenähtud tingimust kontrolliaspektide hindamise kohta, on mäletsejaliikide noorloomade kalajahuga söötmise võimalikule ohule vastukaaluks kalajahu tootmise suhtes kehtivad ranged töötlemiseeskirjad ning imporditud kalajahu iga saadetise kontrollimine enne selle ühenduse piires vabasse ringlusse lubamist.

Määruse (EÜ) nr 999/2001 IV lisa muudetakse järgmiselt.

„BA. Punkti A alapunktis e osutatud kalajahu ja kalajahu sisaldava sööda kasutamise puhul võõrutamata mäletsejaliikide põllumajandusloomade söötmiseks kohaldatakse järgmisi tingimusi:

- a) kalajahu peab olema toodetud töötlemisettevõttes, mis tegeleb ainult kalatoodete tootmisega;
- b) enne ühenduse territooriumil vabasse ringlusse lubamist analüüsitakse iga imporditud kalajahu saadetist mikroskoopiliselt vastavalt direktiivile 2003/126/EÜ;
- c) kalajahu kasutamist mäletsejaliikide noorte põllumajandusloomade puhul lubatakse üksnes piimaasendajate tootmiseks, mida turustatakse kuivalt ja antakse loomadele

kindlas koguses vedelikus lahjendatuna ning mis on ette nähtud võõrutamata mäletsejaliste söötmiseks, et täiendada või asendada enne võõrutuse lõppemist pärast ternespiima antavat piima;

d) kalajahu sisaldavaid piimaasendajaid, mis on ette nähtud mäletsejaliste noorte põllumajandusloomade jaoks, tuleb toota ettevõtetes, mis ei tooda muud mäletsejaliste jaoks ettenähtud sööta ja millel on pädeva asutuse luba.

SÕODASEADUS' Vastu võetud 11.01.2007. a seadusega ([RT I 2007, 6, 32](#)), jõustunud 1.02.2007. a. Muudetud ja täiendatud järgmise seadusega (vastuvõtmise aeg, avaldamine Riigi Teatajas, jõustumise aeg): 16.09.2009 ([RT I 2009, 48, 321](#)) 23.10.2009

§ 2. Sööt

(2) Söödamaterjal käesoleva seaduse tähenduses on värske või konserveeritud, taimse või loomse päritoluga, töötlemata või töödeldud toode või orgaaniline või anorgaaniline aine, mida söödetakse loomale lisanditega või lisanditeta, töötlemata või töödeldud kujul või segasööda koostises või kasutatakse eelsegu koostises.

§ 6. Sööda käitlemine ja kasutamine

(8) Kalajahu, dikaltsiumfosfaati, trikaltsiumfosfaati, veretooteid või verejahu sisaldava sööda tootmisega ja söötmisega võib tegelda Veterinaar- ja Toiduameti loal. Veterinaar- ja Toiduamet keeldub loa andmisest, kui ettevõttes ei suudeta tagada Euroopa Parlamendi ja nõukogu määruses (EÜ) nr 999/2001 sätestatud nõuete täitmist.

Kasutatud materjal

Rustad T. (2003). Utilisation of marine by-products. EJEAFChe. Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry 2 (4), 2003. ISSN: 1579-4377. Pp: 458-463.

Venugopal V. (2006). Chapter 8. Mince and mince-Based Products. Pp: 215-259. Seafood processing. Adding Value Through Quick Freezing, Retortable Packaging and Cook-Chilling. Taylor & Francis Group, CRC Press.

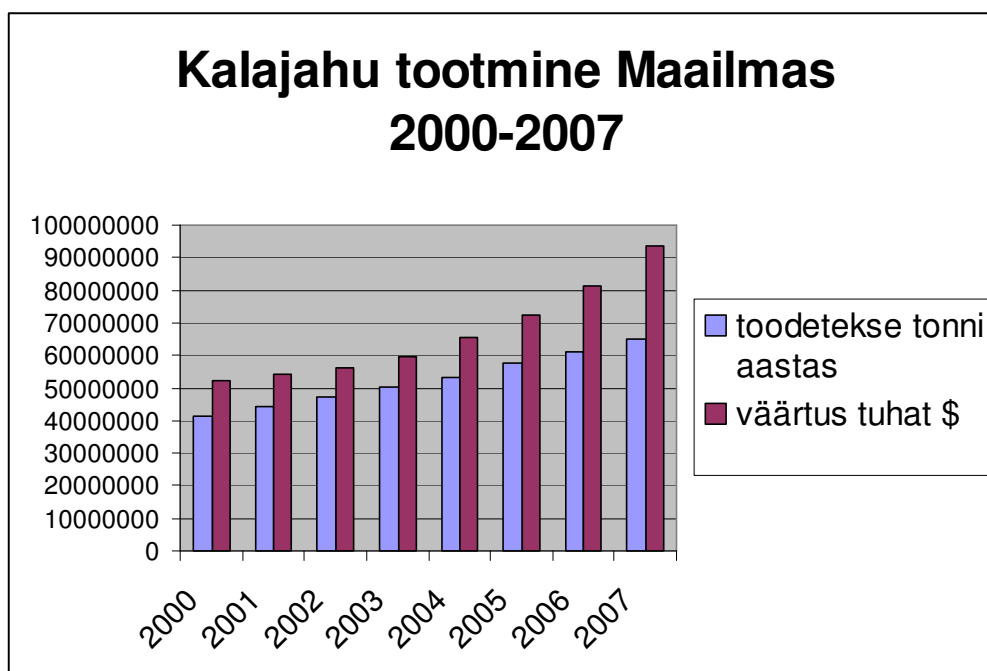
[Online] <http://www.pikk.ee/Loomakasvatus/seakasvatus/soodad/loomsedsoodad>. (22.02.2010).

[Online] http://en.wikipedia.org/wiki/Fish_meal. (22.02.2010).

[Online] <http://www.dupps.com/fishsys.html>. (22.02.2010).

Eesti kalajahutootmise tehnilis-majandusliku taseme analüüs

Mittestandardsest ja väheväärtuslikust kalast saab valmistada erinevaid kalajahutooteid. Kalajahutooteid saab kasutada loomasööda komponendina, toidulisanditena ja kosmeetikatööstuse toormaterjalina. FAO andmetel kasvab kalajahu tootmine maailmas aasta-aastalt (Joonis 1, http://www.fao.org/fishery/statistics/en_01.03.2010). Kalajahu tootjaid on praeguse seisuga Veterinaar- ja Toiduameti andmetel Eestis üks AS Pomes Feed, samas leidub viis ettevõtet, kes on tunnustatud kui kolmanda kategooria jäätmete vaheettevõtted, st et võivad ladustada ja külmutada kalatöötlemise jäätmeid. Kolmanda kategooria jäätmeid võib kasutada ka näiteks lemmikloomatoidu valmistamisel ning selleks on Veterinaar- ja Toiduametilt tunnustuse saanud üks ettevõtte (www.vet.agri.ee).



Joonis 1. Kalajahu tootmine maailmas, 2000-2007.

SWOT-analüüs

Selleks, et hinnata kalajahutootmise tugevusi, nõrkuseid, võimalusi ning ohte, viidi läbi SWOT-analüüs, mille tulemused on toodud Tabelis 2.

Tabel 2. Kalajahutoodete SWOT-analüüs

Tugevused	Nõrkused
<ul style="list-style-type: none"> ○ Odav ja kättesaadav tooraine ○ Kõrge toiteväärtusega tooraine ○ Kalajäätmeid tekib üle Eesti erinevatel kalapüüdjal ja kalakäitlejal ○ Kalajäätmed on saadavad aastaringiselt ○ Kalajahutoteid saab kasutada paljudes valdkondades (loomasööt, toidulisandid, kosmeetikatööstus, biokütused) ○ Kalajahutooded on kõrge lisandväärtusega ○ Kalajahutooded on pika säilivusajaga ○ Kalajahutoodete tehas ei vaja palju spetsialiseerunud tööjõudu 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Eestis ei ole kasutusel kaasaegset kalajahutoodete tootmise tehnoloogiat ja puudub oskusteave ○ Tooraine on kergesti riknev, seetõttu on vajalikud head tugiteenused (logistika, jahutamine, külmutamine) ○ Kalajäätmete töötlemine võib tekitada keskkonnaprobleeme ○ Kalajahutoodete tootearendus on vähe uuritud valdkond
Võimalused	Ohud
<ul style="list-style-type: none"> ○ Seni jäätmeteks kategoriseeritud toormaterjali maksimaalne kasulik rakendamine ○ Uute töökohtade loomine ○ Kalajahu toodetel on kasvav turg, sest looma- ja kalakasvatus intensiivistub ○ Kalajahutoodete funktsionaalsete omaduste arendamine ○ Kalajahutoodetel on suur ekspordipotentsiaal 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Looduslikud kalavarud üle ekspuuteeritud ○ Toimub katastroof, mille tõttu looduslikud kalavarud saastuvad/hävivad ja ei ole kasutamiskõlblikud ○ Eesti kalalaevastik ja personal vananeb ja lõpetab tegutsemise, noored ei kasva peale, sest kalapüük ei ole piisavalt atraktiivne valdkond ○ Kalajahu toodete tehnoloogia on spetsiifiline, kallis ja vajab pidevat täiendamist ○ Kalajahutootmise oskustööjõud vajab eraldi väljaõpet ○ Kalajahutoodete tootearendus vajab eksperte, keda on vähe ning kes on tööga ülekoormatud ○ Ei leita kalajahutoodetele sobivaid turustuskanaleid

Kalajahutotmise tugevuste, nõrkuste, võimaluste ja ohtude analüüs

Kalajahutoodete tootmise tugevused näitavad, et toodete tootmiseks on olemas odav ja kättesaadav tooraine ja toodete turg on laia amplituudiga. Kalajäätmetest on võimalik toota ja turustada paljusid erinevaid tooteid, mis muudavad äri alustamise riski madalamaks. Kalajahutoodete tehase tarnijateks oleksid Eesti kalapüüdjad ja kalakäitlejad ning klientideks looma- ja kalakasvatused, kosmeetikatööstused ja biokütuse tarbijad.

Kalajahutoodete tootmise nõrkused tulenevad tooraine kiirest riknevusest, mis mõjutab kalajahutoodete kvaliteeti. Kalajäätmed, mis tuuakse kalajahutotmise tehasesse töötlemisele, peavad olema võimalikult värsked ja säilitatud 0 °C juures jahutatult või -18 °C juures külmutatult. Seetõttu on vajalik korraliku logistikaplaani ja piisava laosüsteemi, jahutamise ja külmutamisvõimsuse olemine, kuigi see ei ole otseselt vajalik kalajahutoodete tootmiseks. Viimane tõstab kalajahutotmise ettevõtte rajamise kulusid. Kalajäätmete töötlemine võib tekitada keskkonnaprobleeme heitvee ja ebameeldiva lõhna kaudu. Selle nõrkuse elimineerimiseks on vajalik valida ettevõtte asukoht sobiva heitveepuhastuse asutuse lähedusesse või arvestada heitvee töötlemise üksuse loomisega, mis omakorda tõstab investeringute suurust. Kalajahutoodete tootearendusega ei ole Eestis viimastel aastakümnetel tegeletud. Vajalik oskusteave tuleb luua eesti teadlastel, mis on aeganõudvam või osta sisse välismaalt, mis on kulukam ettevõtmine. Kaasaegse ja areneva kalajahutoodete ettevõtte seisukohalt on kalajahutoodete tootearendusega pidev tegelemine eluliselt oluline.

Kalajahutoodete tootmise võimalustest määravaim on funktsionaalsete kalajahutoodete arendamine. Kaasaegne looma- ja kalakasvatus vajab igale liigile ja vanusegrupile sobiva koostisega sööta. Kalatoormest on võimalik eraldada sobivaid rasvhappeid, aminohappeid ja mineraalaineid. Kasutades lisandina probiootikume saab loomade ja kalade heaolu ja kasvukiirust veelgi parendada. Kalajahutoodete turg hõlmab tervet Maailma. Kalajahutooteid võib toota nii lõpptarbijale kui ka äripartneritele edasiseks töötlemiseks.

Kalajahutoodete tootmise juures on võimalikuks ohuks kalatoorme vähenemine ülepüüdmise või keskkonnakatastroofi tõttu. Ülepüüdmise vältimiseks on EL paika pannud normid, mille täitmist jälgib Eesti Vabariigi Põllumajandusministeerium ja Keskkonnaministeerium ja seega pikas perspektiivis on selle ohu realiseerumine vähetõenäoline. Läänemeri on väike ja suletud ökosüsteem ning mõni suurem keskkonnakatastroof võib mürgitada kalad. Suure mõjuga keskkonnategevuste, mis võiksid esile kutsuda antud ohu realiseerumise, reguleerimiseks on aga töös EL institutsioonid. Seega on ka keskkonnakatastroofi tekkimine Läänemeres vähe tõenäoline.

Kui aga midagi peaks kõigest hoolimata juhtuma Läänemere kalavarudega, siis jääb kalajahutehase tooraineks siseveekogude, kasvanduste ja teiste ookeanide ja merede kalatoore. Eesti kalalaevastiku ja personali vananemise leevendamiseks on rakendab EV Põllumajandusministeerium Euroopa Kalandusfondi toetusrahasid, kus PRIA kaudu antakse kalapüüdjatele võimalus uuendada oma kalalaevastikku, püügivahendeid ja koolitada meeskonda. Kalapüüdjate kadumise oht on madal. Kalajahutoodete tootmise kaasaegse sisseadega ettevõtte rajamine on kallis, spetsiifiline ja vajab pidevat täiendamist, et tuua turule uusi ja konkurentsivõimelisi tooteid. See on reaalne oht, kuid heade inseneride, mehaanikute ja investeerimistoega on võimalik sobiv tehnoloogia leida ja juurutada. Kaasaegsed tehnoloogiaseadmed vajavad igaljuhul spetsialistide koolitamist ja selle teadmiselega tuleb juba ettevõtlust alustades arvestada. Kalajahutoodete ekspertide leidmine ja uute koolitamise osas on vaja teha koostööd ülikoolide ning teadus- ja arenduskeskustega. Kalajahutoodetele sobivate turustuskanalite mitteleidmine võib osutada suureks ohuks kui:

- 1) palgatakse mittekompetentne müügimeeskond;
- 2) Maailma kalajahutootmise ettevõtted moodustavad kartelli või üks ettevõtte otsustab kõik kalajahutootmise ettevõtted endale osta.

Kuna kalajahutootmine toimib hetkel aktiivselt paljudes erinevates riikides, siis tõenäosus, et teiste tootjate poolt hakatakse Eesti ettevõtte tegutsemist piirama, on väike. Ebakompetentse müügipersonali palkamise ohtu saab vähendada viies läbi korraliku taustauuringu või tunnustatud värbamisfirmat kasutades.

Kokkuvõte

Arvestades, et Eesti on mereäärne riik ning nii kalapüük kui kalakasvatamine on olulised majandusele, samuti kalajahutootmise trende mujal maailmas, on kalajahutootmine Eestis hetkel suure potentsiaaliga.

Kalajahutoodete alased patendid, tootjad, tooted ja arendustöö

Kalajahutoodete kaasuse täidab järgmised ülesanded:

- leiab millised patendid on võetud kalajahule,
- annab ülevaate kalajahutootjatest,
- leiab internetis müüdava kalajahutoodete olulised omadused ja erinevused,
- hindab millise suunitlusega on kalajahuteemalised teadusartiklid

Kogutud info põhjal leitakse kalajahutoodete potentsiaalikaim arengusuund.

Kalajahutootmise teemalised patendid

Otsing patentsonline.com otsisõnaga „fish meal“

1. Tehnoloogia valgurikka kalajahu ja kalaõli tootmiseks

Ameerika Ühendriikide Patent 4976973

Antud patent kirjeldab protsessi valgurikka kalajahu ja kalaõli tootmiseks, mis seisneb suhteliselt madala temperatuuri juures kala proteaasidega töötlemises, et saada vedelik ning antud vedeliku suhteliselt madalal temperatuuril kuivatamises. Saadud produktid lagunevad termiliselt harva ning sisaldavad rohkesti osaliselt lagunenuid valku. Seega on toode väga hästi kasutatav valguallikana n söötade ja lemmikloomatoitude korral.
<http://www.freepatentsonline.com/4976973.html>

2. Tehnoloogia õlivaba kalajahu tootmiseks ning polüküllastamata rasvhapete taastamiseks

Ameerika Ühendriikide Patent 4961936

Antud patent kirjeldab rasvavaba kalajahu tootmist, ning ka väärtuslike polüküllastamata rasvhapete kogumist, koosnedes purustatud kala membraani fosfolipiidide leeliselahusega töötlemisest temperatuuril, mis ei ole oluliselt kõrgem toatemperatuurist; seejärel lisatakse tugevat hapet, et vabastada vabad polüküllastamata rasvhapped, vabad rasvhapped kogutakse mehhaanilise separeerimise ja kuivatamise abil veefaasist.
<http://www.freepatentsonline.com/4961936.html>

3. Tehnoloogia parendatud kalajahu ja kalaõli kõrvalproduktide tootmiseks

Ameerika Ühendriikide Patent 3959518

Kala küpsetatakse ning pressitakse. Õli võib esimesest pressist separeerida ja koguda. Esimese pressi vedeljääk kontsentreeritakse 30-50% kuivaineni ning segatakse esimese pressi koogiga. Saadav segu pressitakse uuesti ning kuivatatakse, mislõõbi saadakse kalajahus kõik esialgselt esinenud kuivained minus vesi ning minus osa õlist. Pressivesi, pumpamisvesi ning muud sarnased veed käideldakse ümber, et minimeerida mõju keskkonnale.

<http://www.freepatentsonline.com/3959518.html>

4. Tehnoloogia kalajahu tootmiseks

Ameerika Ühendriikide Patent 5972403

Meetod soola ja vee eemaldamiseks kalajahu tootmisprotsessi käigus ilma kalavalke, mis kuuluvad lõpptoote koosseisu, ohverdada.

<http://www.freepatentsonline.com/5972403.html>

5. Etoksükiini teisedid kui antioksidandid söögiks mõeldud õlides ja kalajahus

Ameerika Ühendriikide Patent 4986996

Paljud etoksükiini teisedid on uudsed ühendid. Antioksidandid naturaalsele ja töödeldud õlile, kaasaarvatud kalaõlid ja kalajahu ning loomasööt, rikastatakse etoksükiini teistidega, mis erinevalt etoksükiinist ei dimeriseeru oksüdeerumisel.
<http://www.freepatentsonline.com/4986996.html>

6. Tehnoloogia kõrge kvaliteediga kalajahu tootmiseks tervest kalast

Ameerika Ühendriikide Patent 4405649

Tehnoloogia kõrge valgu kvaliteediga kalajahu tootmiseks tervest kalast, kaasaarvatud prügikalast, kas siis laeval või kaldal, kasutades sobivat proteolüütilist ensüümi, mis veeldab kala seedemasinas, mis on varustatud kõrgekiirusel töötava purustiga, mis veeldab kala kuumutades, seejärel pastöriseerib veeldatud kala nii, et riknemata vedelikku võib säilitada sügavkülmutatuna mitu nädalat. Vedelikust sõelutakse välja luud, ning tsentrifuugides on võimalik eraldada õli ja see ülejäänud vedelik kuivatada.
<http://www.freepatentsonline.com/4405649.html>

7. Tehnoloogia inhibeeritud oksüdeerumisega kalajahu

Euroopa Patent EP2018812

Antud leiutise probleem seisnes antioksidandis, mis oleks väga ohutu, kuna põhineb naturaalsel ainetel ning on vähemasti sama efektiivne kui praegu kasutusel olev etoksükiin.

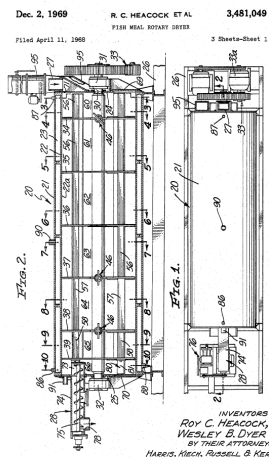
Kalajahule/loomasöödale/kalajahu tootmisele lisatav antioksidant koosneb köögiviljaõli destilleerimise-deodoreerimise destillaadist ning askorbiinhappest, või –soolast, või –estrist.

<http://www.freepatentsonline.com/EP2018812.html>

8. Kalajahu rootorkuivati

Ameerika Ühendriikide Patent 3481049

<http://www.freepatentsonline.com/3481049.html>



Kalajahu tootmine ja tootjad

www.iffonet.net – kalajahutootjate ühendus, liikmed moodustavad 80% maailma kalajahutootjatest (vt. Lisa 1)

Valik mõnedest kalajahutootajtest

Kodiak Fishmeal Company – Alaska

Toodab kahte kalajahu:

- Valge kalajahu – valgetest kaladest
- Lõhe kalajahu – lõhest suvekuudel

Kasutatakse kalafarmides söödana; loomafarmides söödana, samuti lemmikloomatoitudes.

www.kodiakfishmealcompany.com

Janatha Fish Meal & Oil Products – India

Toodab 4 erinevat kalajahu, valgusisaldusega 55-65%, kasutamiseks loomasöödaks.

Toodab puhastamata ja puhastatud kalaõli, mida saab kasutada farmaatsiatööstuses, loomasöötades, värvitööstustes.

<http://www.janathafishmeal.com/FishOil.html>

Agro-fish - Poola

Toodab kalajahu ja õli – räime ja kilu, aga ka haugi jääkidest.

Peamiselt loomasöödaks.

http://www.agro-fish.pl/eng/products_fish_oil.php

FF Skagen – Taani

Toodab kalajahu ja õli; loomasöödaks ja kalasöödaks. Toodab värsket kalast, mitte jääkidest.

www.ffskagen.dk

Vereinigte Fischmechlwerke Cuxhaven – Saksamaa

Toodab kalajahu ja õli; loomasöödaks ja kalasöödaks. Toodab värsket kalast ja jääkidest. Kalajahutooded klassifitseerib valgusisalduse ja kalaliigi (segakala, lõhe, heeringas, forell, tuunikala, valge kala, krevetid) alusel.

Kalajahutooded internetis

Kalajahutooded mida ettevõtted internetis müügiks pakuvad erinevad eelkõige valgusisalduse, peenestamisastme, värvuse ja kvaliteedi osas. Kvaliteetsem kalajahu on valmistatud värsket kalast ja vähemkvaliteetsem kaaltööstuse tootmisjääddest. Mõned näited pakutatavatest kaaljahutoodetest on toodud piltidel.



Kalajahutoodete arengusuunad

Kõige enam kasutatakse kalajahu looma, kala ja lemmikloomasööda koostiskomponendina. Senine arendustöö on keskendunud valgu kättesaadavuse ja omastatavuse ning rasvhappelise koostise optimeerimisele. Looma, kala ja lemmikloomavaldkondadest on hetkel kõige kiiremini kasvav kalakasvatus. Kalakasvatustes on viimastel aastatel muutunud aktuaalseks kalatoidu probiootikumide ja prebiootikumidega rikastamine.

Mõned näited valdkonna teadusuuringutest allikast www.sciencedirect.com, otsisõna „fish meal+probiotics”

[Chapter 17 Prospects of fish probiotics](#), *Biology of Growing Animals, Volume 2, 2005*, Pages 379-417, L. Gram, E. Ringø

[In vitro antagonism of the probiont *Pseudomonas fluorescens* strain AH2 against *Aeromonas salmonicida* does not confer protection of salmon against furunculosis](#), *Aquaculture, Volume 199, Issues 1-2, 16 July 2001, Pages 1-11*, Lone Gram, Tone Løvold, Janne Nielsen, Jette Melchiorson, Bettina Spanggaard

[Probiotics and immunity: A fish perspective](#), *Fish & Shellfish Immunology, In Press, Corrected Proof*, Available online 26 February 2010

S.K. Nayak

[Gilthead seabream \(*Sparus aurata* L.\) innate immune response after dietary administration of heat-inactivated potential probiotics](#), *Fish & Shellfish Immunology, Volume 20, Issue 4, April 2006, Pages 482-492*

Patricia Díaz-Rosales, Irene Salinas, Alejandro Rodríguez, Alberto Cuesta, Mariana Chabrilón, M. Carmen Balebona, M. Ángel Moriñigo, M. Ángeles Esteban, José Meseguer

[Probiotic effect in vivo of *Roseobacter* strain 27-4 against *Vibrio \(Listonella\) anguillarum* infections in turbot \(*Scophthalmus maximus* L.\) larvae](#), *Aquaculture, Volume 255, Issues 1-4, 31 May 2006, Pages 323-333*

Miquel Planas, María Pérez-Lorenzo, Mette Hjelm, Lone Gram, Ingrid Uglenes Fiksdal, Øivind Bergh, José Pintado

[Chapter 18 Antimicrobial activity of lactic acid bacteria isolated from aquatic animals and the use of lactic acid bacteria in aquaculture](#)

Biology of Growing Animals, Volume 2, 2005, Pages 418-453, E. Ringø, U. Schillinger, W. Holzapfel

[Vibrionaceae dominates the microflora antagonistic towards *Listonella anguillarum* in the intestine of cultured Atlantic cod \(*Gadus morhua* L.\) larvae](#), *Aquaculture, Volume 269, Issues 1-4, 14 September 2007, Pages 98-106*, Anders Jón Fjellheim, Karina Jane Playfoot, Jorunn Skjermo, Olav Vadstein

[Dietary administration of *Zooshikella* sp. enhance the innate immune response and disease resistance of *Paralichthys olivaceus* against *Sreptococcus iniae*](#), *Fish &*

Shellfish Immunology, **In Press, Corrected Proof**, Available online 3 March 2010, Ju-Sang Kim, Ramasamy Harikrishnan, Man-Chul Kim, Chellam Balasundaram, Moon-Soo Heo

The current status and future focus of probiotic and prebiotic applications for salmonids, *Aquaculture*, Volume 302, Issues 1-2, 1 April 2010, Pages 1-18, Daniel L. Merrifield, Arkadios Dimitroglou, Andrew Foey, Simon J. Davies, Remi T.M. Baker, Jarl Bøgwald, Mathieu Castex, Einar Ringø

The society for bioscience and bioengineering : October 28–30, 2002 Grand Cube Osaka (Osaka international convention center) Nakanoshima, Kita-ku, Osaka, Japan, *Journal of Bioscience and Bioengineering*, Volume 94, Issue 2, 2002, Pages 1-41

Diversity and seasonal changes in lactic acid bacteria in the intestinal tract of cultured freshwater fish, *Aquaculture*, Volume 234, Issues 1-4, 3 May 2004, Pages 335-346, Tatsuro Hagi, Daichi Tanaka, Yasutada Iwamura, Takayuki Hoshino

Effects of two closely related probiotics on respiratory burst activity of Senegalese sole (*Solea senegalensis*, Kaup) phagocytes, and protection against *Photobacterium damsela* subsp. *piscicida*, *Aquaculture*, Volume 293, Issues 1-2, 1 August 2009, Pages 16-21, P. Díaz-Rosales, S. Arijo, M. Chabrillón, F.J. Alarcón, S.T. Tapia-Paniagua, E. Martínez-Manzanares, M.C. Balebona, M.A. Moriñigo

Protection of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) from lactococcosis by probiotic bacteria, *Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases*, Volume 31, Issue 4, July 2008, Pages 337-345

Daniel Vendrell, José Luis Balcázar, Ignacio de Blas, Imanol Ruiz-Zarzuela, Olivia Gironés, José Luis Múzquiz

In vitro growth characteristics of five candidate aquaculture probiotics and two fish pathogens grown in fish intestinal mucus

FEMS Microbiology Letters, Volume 231, Issue 1, 9 February 2004, Pages 145-152, Niall G Vine, Winston D Leukes, Horst Kaiser

Effect of heat-inactivated fish and non-fish derived probiotics on the innate immune parameters of a teleost fish (*Sparus aurata* L.)

Veterinary Immunology and Immunopathology, Volume 111, Issues 3-4, 15 June 2006, Pages 279-286, Irene Salinas, Patricia Díaz-Rosales, Alberto Cuesta, José Meseguer, Mariana Chabrillón, M. Ángel Moriñigo, M. Ángeles Esteban

Pro- ja prebiootikumide alased artikleid on vähe ja neid on eriti palju publitseeritud just viimastel aastatel. See tendents näitab, et kalajahuteemalisse tootearendusse on võimalik leida erinevaid teaduspartnereid. Artiklite autorid leiavad et probiootikumid ja prebiootikumid toetavad kalade immuunsust ja vastupanuvõimet haigustele ning mõjuvad positiivselt kalade kasvamisele. Hetkeseisuga ei ole veel ühtegi kommertsiaalset kalasööta, mis sisaldaks probiootikume või prebiootikume. Samuti ei ole ühtegi pro- või prebiootikumidega rikastatud kalajahu patenti. Kuna kalajahu on üks parimaid ja



1918

TALLINNA
TEHNIKAÜLIKOOL



Toetab Euroopa Liit

täisväärtuslikumaid kalasööda komponente, siis edasine arendustöö on kõige potentsiaalikum pro- ja prebiootikumidega rikastatud kalajahu valmistamise valdkonnas.

Surimi tootmise võimalused sekundaarsest ja mittestandardsest kalatoormest

Eestis on ajalooliselt olnud tähtsal kohal nii kalapüüdmine kui ka kalakäitlemine. Mõlema tegevuse käigus tekib mittestandardset ja väheväärtuslikku kalatooret, mis ei sobi oma kuju ja vormi tõttu otseselt inimtoiduks. Samas on mittestandardne ja väheväärtuslik kalatoore bioloogiliselt täisväärtuslik, sisaldades nii valku kui ka rasva. Selline tooraine omab potentsiaali, et temast valmistada purustatud kalaliha baasil tooteid, mille hulka kuuluvad ka surimitooted.

Kalapüügil tekib mittestandardne kala traalpüügil, kus korraga satub püüsesse terve parv erineva suurusega kalasid. Traalpüüki kasutatakse Läänemeres eelkõige kilu ja räime püügil, kus aastas püütakse räime ca 50 tuhat tonni ja kilu ca 80 tuhat tonni. 49% Eesti kalatöötlemise ettevõtetest kasutab toorainena räime ja kilu, ainult 26% ettevõtetest kasutab suuri kalaliike (lõhelised, forell, haug, koha) (Timberg,2009). Antud andmetele tuginedes on käesoleva töö eesmärgiks uurida surimi kvaliteediomadusi ja nende määramise meetodikaid ning surimi valmistamise võimalusi räimest ja kilust.

Surimi

Sõna surimi on tulnud jaapani keelest, kus see tähendab kalahakkliha. Jaapanlased on surimit tootnud juba pea 1000 aastat.

Surimi on reeglina kalatoode, mis on traditsiooniliselt tehud kvaliteetsetest tursalistest, eriti hinnatud on mintai (*Theragra chalcogramma*). Kuid tänapäeval kasutatakse ka teisi kalaliike nagu näit *Merluccius productus*, *Micromesisteus poutassou*. Põhimõtteliselt saab aga surimit toota igasugusest lihast, mitte ainult kalalihast. On tehtud katsetusi ka väiteks “veise surimi” ja “kana surimi” väljatöötamiseks, mis pole aga siiani vilja kandnud. (Park,1998)

Surimi põhiline karakteristik on tema hea geelistumisvõime. Surimist saab kuumutades geeli mis enam ei sula - saadakse termo-resistentne geel. (Park,2000)

Surimist saab teha väga mitmesuguseid mereande imiteerivaid tooteid. Tuntumad on krabimaitseelised pulgad, kalanuudlid, kreveti ja teiste vähilaadsete imitatsioonid.

Surimit säilitatakse reeglina sügavkülmutatult, kuid Jaapanis kasutatakse ka värsket surimit.

Surimi tootmise protsess

Kalad puhastatakse sisikonnast ja eemaldakse luud ning nahk, seejärel kala peenestatakse, pestakse ja kurnatakse eemaldamiseks veeslahustuvad ühendid (soolad ja

valgud), lipiidid kerkivad selle segu pinnale ja neid on sealt võimalik eemaldada näiteks tsentrifugeerimise teel.

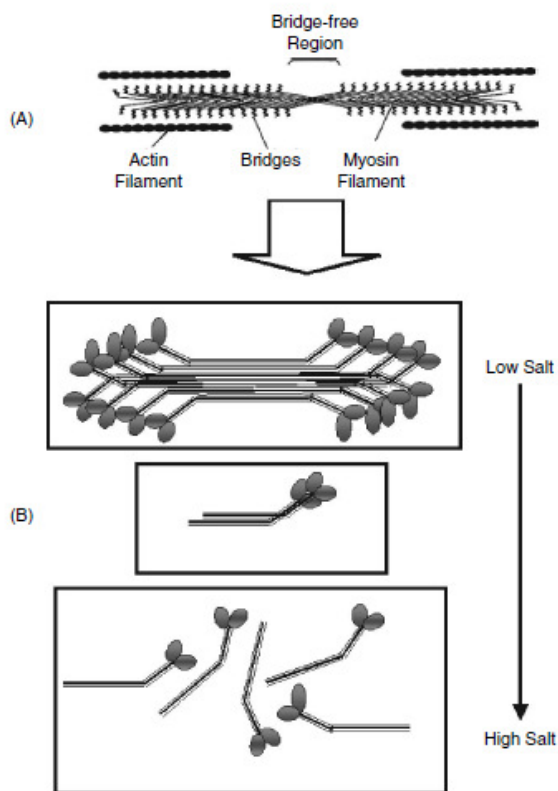
Selle protsessi tulemusena saadakse kontsentreeritud kalahakkmass mis koosneb ainult vees mittelahustuvatest ühenditest. Pasta pakitakse plokkidesse ja külmutatakse. Protsessi võib võrrelda tärglise eraldamisega näiteks kartulist või maisist. (Park,1998)

Surimi keemilised ja füüsikalised omadused

Kalavalgud geelimumodustajatena

Kalalihas omavad geelistumisvõimet müofibrillaarsed valgud, mis põhiliselt on müosiin ja aktiin. (Park,1998)

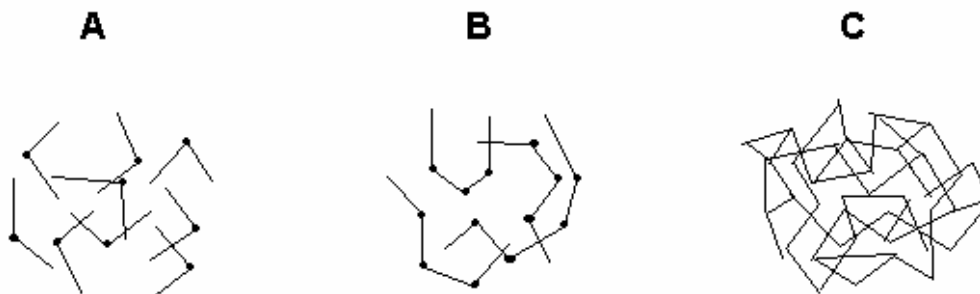
Müosiin ja aktiin tagavad elusa kala lihaste kokkutõmbumise ja lõtvumise ning surimi puhul hea geelistumisvõime. Need valgud lahustuvad soolalahuseses kuid on puhtas vees suures osas mittelahustuvad (*Joonis 1*).



Joonis 1. Joonise A osas on näha kuidas müosiin ja aktiin paiknevad kalalihas omavahel seotuna. Joonise B osa illustreerib soola mõju müosiini ja aktiini lahustumisele, kus madala soolasisalduse juures on valgud omavahel seotud, kuid soolasisalduse tõustes müosiin ja aktiin lahustuvad. (Lanier,2005)

Sidusaine valgud, mis koosnevad peamiselt kollageenist, ei lahustu vees üldse ja ei osale geeli moodustumise protsessis. Seetõttu jäävad nemadki surimisse. Olenevalt kuumutatava kollageeni struktuurist võime seda kuumutades saada želatiini. Selliselt tekkinud želatiin võib segada müofibrillaarsete valgude geelistumist, kogunedes väikeste tilgakestena surimisse. Kalas on aga sidusainel väga väike osakaal, seega eelpool kirjeldatud probleem ei ole aktuaalne. (Park,2000)

Müofibrillaarsed valgud denatureeruvad kuumutamisel ja moodustavad omavahel sidemeid. Kui piisavalt palju sidemeid tekib üheaegselt siis tekibki meil geel (Park,1998) (vt. Joonis 2)



Joonis 2. Joonisel A on valkude vahel tekkinud üks side, joonisel B kaks sidet ja joonisel C on tekkinud kolm sidet. Geel ei formeeru kui ei teki vähemalt kolme sidet naaberproteiinide vahel (Park,1998)

Valkude vahel on nelja sorti erinevaid sidemeid: vesiniksidemed, ioonsed sidemed, hüdrofoobsed sidemed ja kovalentsed sidemed.

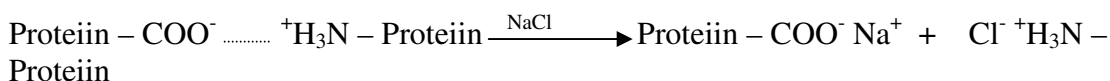
Vesiniksidemed

Vesiniksidemed ei osale aktiivselt geelistumise protsessis, kuid nende tähtsus on suur veesidujana. Suur hulk vee molekulidest seotakse polaarsete aminohappe jääkidega, mis asuvad denatureerunud proteiinide pinnal. Otsene seos on surimi geelide elastsuse ja seotud vee hulga vahel. Vesiniksidemeid tekib geeli jahtudes rohkem, mis on ka põhjuseks surimi kõvenemisele külmutades. (Park,2000)

Ioonsed sidemed

Ioonsed sidemed tekivad tänu proteiini pinnal asuvatele positiivselt laetud ja negatiivselt laetud osakestele. Kaltsiumi ioonid (Ca^{2+}) moodustavad sillakesed negatiivselt laetud valkude vahel. (Park,1998)

Sellise mehhanismi kaudu saab kaltsiumi ioone lisades tugevdada surimi geelide struktuuri. Kuid ka see tüüp sidemetest ei põhjusta iseseisvalt surimi geelistumist. Surimi geelistumiseks on vaja lisada soola (NaCl). *Rigor mortise* aegne pH põhjustab negatiivselt laetud karboksüülrühmade (COO^-) ja positiivselt laetud aminorühmade (NH_2^+) tekkimise. Nende rühmade vahel tekib iooniline side, mis tähendab, et proteiinid on teineteisega tugevalt seotud ja seega ka vees mittelahustuvad. Lisades vette soola seostuvad tekkinud Na^+ ioonid karboksüülrühmadega ja Cl^- ioonid aminorühmadega.



Seega on lõhutud molekulisised sidemed müofibrillaarsete proteiinide vahel ja proteiinid muutuvad veeslahustuvateks, sest nende afiinsus vee suhtes tõuseb.

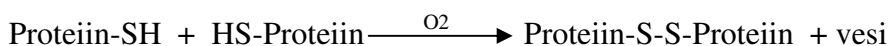
Hüdrofoobsed sidemed

Valgu molekulis on aminohappeid mis on hüdrofoobsed – nad tõrjuvad vett nagu lipiidid. Valgu pinnal on aga aminohapped, mis on oma omadustelt hüdrofiilsed ja lahustuvad vees meelsasti. Valgu denatureerudes puutub valgu hüdrofoobne osa kokku veega, mis muudab süsteemi keemiliselt ebastabiilseks. Samamoodi nagu õlitilgakased püüavad vees ühineda, proovib ka käituda valgu hüdrofoobne osa. Tuelmusena tekivab nn hüdrofoobne proteiinide sidumine. (Park,2000)

Hüdrofoobsed sidemed tugevnevad kuumutamisel tõstes temperatuuri vähemalt 60°C-ni. Hüdrofoobsete sidemete teket peetakse geeli moodustamisel üheks põhiliseks faktoriks koos kovalentsete sidemete tekkimisega. (Park,2000)

Kovalentsed sidemed

Kovalentsed sidemed on jäigad keemilised sidemed, mida on raske lõhkuda. Kuumutades valke kõrgetel temperatuuridel (>40°C) tekib geelimumoostamise seisukohalt oluline kovalentne side – disulfiidside. Disulfiidside tekib kahe naaberproteiini ahela vahel, kus oksüdeeritakse tsüsteiini molekulid (-SH rühmad). (Park,1998)



See reaktsioon näitab, miks surimi geeli struktuur paraneb oksüdeerijate lisamisel. (Park,1998)

Proteasid surimis

Valkude hüdroolüüs toimub ensüümide - proteaaside toimetel, mis lõikavad suured valgu molekulid väiksemateks osadeks – peptiidideks. Valgu hüdroolüüs kalatoodetes võib olla nii kasulik kui ka kahjulik. (Park,2000)

1) proteaasid, mis parandavad kalatoodete kvaliteeti:

- kalakaste
- kala hüdroolüsaat
- kalamarja tootmine
- maitsekomponendid

2) proteaasid, mis halvendavad kalatoodete kvaliteeti:

- modori (geeli pehmenemine) surimis
- fileede pehmenemine
- sardiinidel kõhu lõhkemine

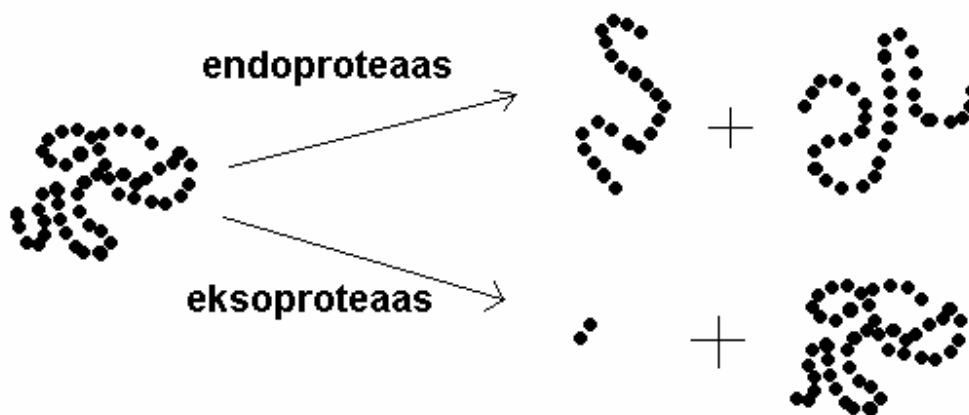
Proteaaside klassifikatsioon:

1) klassifitseeritud aktiivse saidi alusel

- tsüsteiinproteaas (-SH)
- matalloproteaas (metalli ioon)
- seriinproteaas (-OH)
- asparagiinproteaas (-COOH)

2) klassifitseeritud valgu lõikamise koha järgi

- endoproteaas – lõikab peptiidsidemeid valgu molekuli keskelt
- eksoproteaas – lõikab aminohappeid valgu molekuli otsast



Joonis 3. Joonis illustreerib endoproteaaside ja eksoproteaaside mõju valgu struktuurile (Park,2000)

3) proteaaside päritolu järgi

a) endogeensed proteaasid –

1. seedeensüümid - trüpsiin, kumotrüpsiin, pepsiin
2. lihaskud – lüsoosüümi ensüümid, aluselised proteaasid
3. ekstratsellulaarne maatriks – kollageenaasid

b) eksogeensed proteaasid – proteaasid, mis on pärit väljaspoolt peremeesorganismi (parasiidid, bakterid)

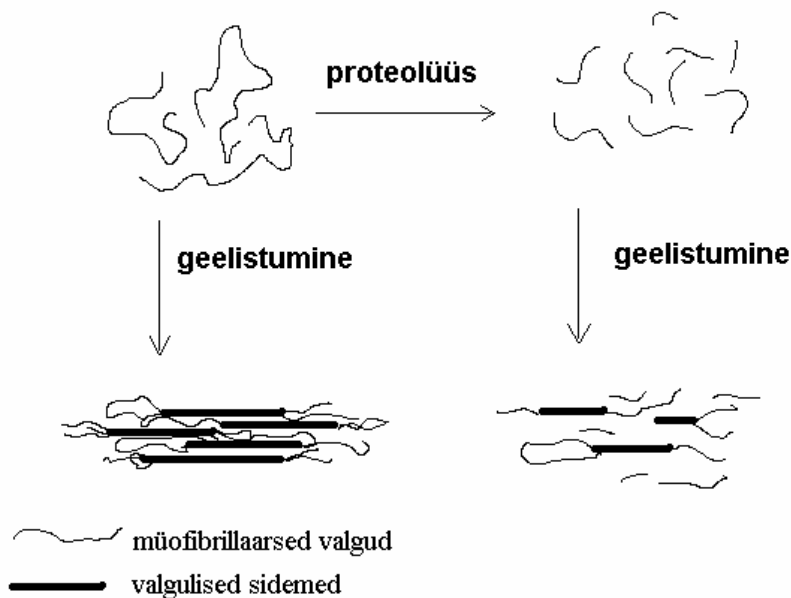
Proteolüüs surimis (Park,2000)

1) Proteolüüsi ülevaade

- Valkudevaheline interaktsioon
- Kalaliha pehmenemine, mõjutab tekstuuri
- Müosiini aktiivsus

2) Proteaaside mõju surimi geelidele

- Modori nähtus
- Geeli sidemete lagunemine



Joonis 4. Müofibrillaarsete valkude proteolüüs ja surimi geelistumine (Park,2000)

3) Kalas leiduvate proteaaside päritolu

- siseelundkonna proteaasid

- parasiitidest pärinevad proteaasid
- mikroobidest pärinevad proteaasid

Proteaaside tegevuse inhibeerimine surimi geelides (Park,2000)

- 1) mehaaniline proteaaside eraldamine pesemisprotsessi käigus – enamuse proteaase on võimalik eemaldada pesemise käigus, kuid mõned ensüümid on lihaskiududega nii tugevalt seotud, et neid ei õnnestu eraldada ja hiljem põhjustavad probleeme geeli formeerumisel.
- 2) Proteaaside inhibiitorite kasutamine – surimi puhul kasutatakse mitmeid erinevaid inhibiitoreid: munavalge, nisuvalgu kontsentraat, veise plasma valk.
- 3) Uuenduslikud töötlemis meetodid surimi toodete tootmisel – järsk kuumutamine, oomkuumutamine, kõrge rõhk.

Krüoprotektandid

Kala müofibrillaarsed valgud on üsna ebapüsivad ja kipuvad kergesti denatureeruma. Surimi on aga müofibrillaarsete valkude kogum ja seega denatureerumise ärahoidmiseks on vajalik krüoprotektantide lisamine enne külmutamist. (Park,1998)

Krüoprotektantidena võib kasutada süsivesikuid, sobivad on enamuse mono- ja disahhariide; madala molekulmassiga polüoolid; mitmed aminohapped ja karboksüülhapped.

Nukleotiidid ATP ja ADP on positiivse mõjuga aktinomüosiini säilimisele –20°C juures, kuid nukleotiidide kataboliidid destabiliseerivad aktinomüosiini (Jiang,1987). See avastus aitab ka seletada, miks värske kala, mis sisaldab rohkem ATP-d ja ADP-d, on külmatatud säilitamisel stabiilsem kui vähem värske kala (Dyer ja Peters, 1969; Fukuda,1984).

Surimi tootmisel mintai kasutatakse põhiliste krüoprotektantidena sahharoosi ja sorbitooli, vahekorras 1:1. Lisatakse ka polüfosfaate, mis arvatavasti muudavad süsivesikute mõju intensiivsemaks. Valik sahharoosi ja sorbitooli kasuks langetati nende madala hinna, hea kättesaaduse ja Maillardi pruunistumise efekti minimaalse ilmumise tõttu. Sahharoos ja sorbitool on aga magusa maitsega ning annavad selle edasi ka surimitoodetele, mis võib osutada häirivaks teguriks lääne tarbija puhul. Seega on alustatud Ameerika Ühendriikides uuringuid, leidmaks krüoprotektandid, mis on sama efektiivsed kui sahharoos ja sorbitool, kuid ei ole magusa maitsega.(Park,1998)

Krüoprotektantidena kasutatavate süsivesikute mõju ei ole täpselt teada. Arvatakse, et madala molekulmassiga süsivesikud stabiliseerivad valke, interakteerudes valke ümbritseva veega. Kõrge molekulmassiga süsivesikud omavaheliste sidemete kaudu või mõne veelgi keerukama mehhanismi abil. (Park,1998)

Sahharoos ja sorbitool omavad lisaks krüoprotekteerivale omadusele võimet kaitsta valke kuumutamises tuleneva denatureerumise eest (Back 1979, Park ja Lanier 1987,1990). Samad omadused kui sahharoosil ja sorbitoolil on ka naatriumkloriidil (Wu 1985).

Valkude denatureerumine on termodünaamiliselt ebatõenäolisem suhkrulahuses kui vees (Arkanawa, Lee, Timasheff 1981,1982). Samade mõõtmiste tulemused näitasid, et lahustunud stabiliseerivad molekulid (suhkrud, polüoolid) ei ole seotud valgu molekulidega ja eelistatult hüdreeritakse valk. Seda valgu eelistatud hüdreerimist peetakse lahustunud molekulide peamiseks protekteerivaks omaduseks, väites, et valk on nii kaitstud dehüdreerumise eest külmutamist. (Park,1998)

Back (1979) leidis, et “hüdrofoobsed interaktsioonid hüdrofoobsete gruppide vahel on tugevamad sahharoosi ja glükoosi lahustes kui puhtes vees”. Siit jõuti järeldusele – “tegemist on mehhanismiga, mille kaudu suhkrud ja polüoolid stabiliseerivad valke kuumutamisel”. Sarnasele järeldusele teatud soolade kohta jõudsid ka Melander ja Horvath (1977).

Ainult teatud disahhariidid, mille hulgas on ka sahharoos, maltoos ja trehhaloos, on tõhusad nii valgu molekuli stabiliseerijana kui ka kaitsevad valku kuivamise eest. Paljud teised ained on küll tõhusad krüoprotektandid, kuid ei kaitse valku dehüdreerumise eest. (Park,2000)

Surimitööstuses on siiski jäänud pidama kahele põhilisele krüoprotektandile – sahharoos ja sorbitool, sest neid iseloomustab:

- Madal hind
- Kerge kättesaadavus
- Ohutus
- Optimaalsed seaduslikud nõuded
- Hea lahustuvus
- Multifunktsionaalsus

Ainukeseks miinuseks on siiani magus maitse, mille tõttu uute krüoprotektantide katsetamisel on põhirõhk magusa maitse vähendamisel. Alternatiivina oleksid sobilikud maltodekstriinid või polüdekstriinid. Maltodekstriinid ja glükoos on ühtlasi ka odavamad kui sahharoos ja sorbitool, kuid glükoosi kasutamise välistab Maillard'i efekt.(Park,1998)

Kalaliha pH tähtsus surimi valmistamisel

Kalad, kelle liha on tumedama värvusega, on reeglina rändava iseloomuga. Nende liha sisaldab suuremaid koguseid glükogeeni, mis on energia allikaks. Pärast kala surma konverteeritakse glükogeen ümber piimhappeks. See asjaolu põhjustab omakorda kalaliha happesuse tõusu. Heleda lihaga kalade surmajärgne pH on reeglina vahemikus 6,2-6,5. Tumeda lihaga kalade pH väärtused langevad aga alla 6, mis on sarnane punase liha pH väärtusele. Müofibrillaarsed kalalihase valgud denatureeruvad pH langedes ja seega halveneb surimi geelistumisvõime. Kõige kvaliteetsemat surimit saadakse rigor mortise eelsest kalast. (Park,2000)

Tänapäeval kasutatakse surimi tootmises ka alternatiivset tehnoloogiat. Kalaliha pH-d neutraliseeritakse saavutamaks müofibrillaarsete valkude maksimaalset geelistumisvõimet. Siin tehakse lahus kus müofibrillaarsed valgud lahustuvad ja ebasoovitavad komponendid jäävad lahustumatuks ja sadestatakse välja enne segu neutraliseerimist. Nii toodetud kalavalgu kontsentraat on väga valge ja väga heade geelistumise omadustega, isegi kui tooraineks on tumedalihalised kalad. (Park,1998)

Surimi mikrobioloogia

Surimi toodete kvaliteet ja ohutus on otseses sõltuvus kasutatavatest toorainetest, käitlejatest, seadmete puhtusest ja kasutatavatest temperatuuri režiimidest.

Surimist võime leida järgmiseid mikroorganisme: bakterid, pärmid, hallitused ja viirused.(Park,2000)

Saastuse allikaks võivad olla:

Keskkond – võrgud, laevad, tööstusseadmed, pakkematerjal, säilitamine;

Taimestik;

Loomad – närilised, putukad ja

Inimesed – hügieen, ristsaastumine.

Mikrofloora kasvu kontrollimiseks on olulised parameetrid: pH, vee aktiivsus, temperatuur, aeroobsed või anaeroobsed tingimused, toitainete olemasolu, inhibiitorid, konkurents, aeg.

Enamus surimi tooteid pastöriseeritakse, mis peaks hävitama bakterid, kuid ei hävita bakterite spore ja hallitusseente eoseid. Seega on väga tähtis pastöriseeritud toodete piisavalt kiire jahutamine (Ameerika Ühendriikide nõuded jahutatud surimitoodetele: 60°C-st 21,1°C-ni kahe tunniga ja edasi 4,4°C-ni nelja tunniga). Oluline on ka säilitamistemperatuuride ja -aja järgimine, et spoorid ei saaks kasvama hakata.

Surimi laboratoorne valmistamine ja surimi kvaliteedi määramise meetodikad teadusartiklites

Kalanduse valdkonnas on üle maailma aktuaalne probleem, kuidas senisest rohkem valmistada toidutooteid seni alakasutatud kalaliikidest. Kuna surimi on kalatoode, mis valmistatakse kalahakkmassist ja hiljem on sellest võimalik toota väga erinevaid tooteid, siis on üsna võimalik tutvuda mitmete teadlaste surimi valmistamise ja kvaliteedianalüüsi artiklitega. Käesolevas peatükis on algallikaks võetud Journal of Aquatic Food Product Technology, mis on juhtiv kalandusuuringute teadusajakiri.

Laboratoorne surimi valmistamine

Novsad, *et al* (2000) laboratoorne surimi valmistamise protsess sisaldas järgnevalt kirjeldatud tegevusi. Surimi valmistamiseks muretsetakse värske kala, mis toimetatakse

laborisse jääb. Laboratoorseks surimi valmistamiseks valitakse terved (ilma füüsiliste kahjustusteta) ja kalaliigile iseloomuliku suurusega kalad. Kalade värskust saab hinnata organoleptiliselt (silma kumerus, lõpuste värv, lima hulk nahal). Kalad roogitakse, eemaldatakse peaaegu, luud, uimed ja vajadusel ka nahk (tugevama nahaga kalaliigid). Kalalihast valmistatakse hakkmass. Määratakse kalahakkmassi koostis (vesi, rasv, valk) ja pH. Kalahakkmass aetakse läbi sõela, et eemaldada massi jäänud sidekude ja luud. Kalamass pestakse läbi 0,1% soolalahusega. Pesemisvee ja kalamassi vahekord hoitakse 3:1. Pesemisel lastakse kalaliha settida ja eemaldatakse kogu pinnal hõljuv kiht. Pestud kalaliha pannakse sõelale või nõrutuskotti nõrguma ja vee paremaks eemaldamiseks kasutatakse lisaraskust. Kalaliha võib kuivatada ka tsentrifuugimisel 5000 p/min 5 minuti jooksul. (Wendel,2002) Kalahakkmass segatakse sobiva koguse soolaga ja segatakse ühtlaseks. Kalamassi niiskus reguleeritakse ca 80% juurde. Saadud kalapasta pannakse kiletuubi ja hoitakse jääs kuni edasise töötlemiseni. Kalapastat kuumutatakse valitud temperatuurirežiimidel, mille käigus moodustubki surimi.

Surimi kvaliteedianalüüsid teadusartiklites

Surimi kvaliteedianalüüsid, mida on kasutanud Journal of Aquatic Food Product Technology autorid, on järgmised:

- Penetratsioonitest – proov 25 mm kõrgusega surimisilinder, katsekeha 6 mm läbimõõduga kuulike, kiirus 6 cm/min, seade Fudoh Rheometer, NRM-2010J-CW. Määrati kui sügavale oli võimalik kuulikest viia ilma proovi purunemiseta. (Novsad,2000)
- Voltimistest (Folding test) – mõõdeti 1 mm paksusega surimiketta murdumist pooleks ja veerandiks kokkuvoltimisel. Testitava surimi kvaliteet klassifitseeriti nähtavate murdekohtade esmakordse ilmumise järgi. (Novsad,2000)
- Kohesiooni ja geeli tugevust saab mõõdeti silindriga deformeerimise teel, kus surimiproov oli silindriline, võrdse diameetri ja kõrgusega ning proovikeha suruti kokku 75% tema algsest kõrgusest, kiirusega 10 cm/min ja jõuga 50kg. Proovi deformeeriti kaks korda järjest ning andmetest leiti geeli tugevus (Lempek,2007)
- Väändetest Hammani geelimeetriga viidi läbi toatemperatuuril olevatele proovikehadele, millele anti liivakella kuju. Proovikehade minimaalne diameeter oli 10 mm. Igale proovile tehti viis kordust ja määrati nihkepinge ja nihkedeformatsioon (Wendel,2002)
- Nihkepinge viskoosimeetriga – nagu eelmise testi puhul tehti proovikehad liivakella kujulised (kõrgus 2,87 cm; suurim diameeter 1,9 cm ja minimaalne diameeter 1,0 cm). Nihkepinge ja nihkedeformatsioon määrati Brookfieldi viskoosimeetriga 2,5 pööret minutis juures. Nihkepinge võeti geeli tugevuse mõõduks ja nihkedeformatsioon kohesiooni mõõduks. (Park,1995)
- Tekstuuri profiili analüüs – surimi proovid tempereeriti 23°C juures 30-40min enne analüüsimist, proovid olid silindrikujulised (diameeter 1,5cm; kõrgus 1cm; kaal 0,75-0,85g). Mõõtmiseks kasutati seadet Instron Universal Testing Machine

Model 1130 (Instron Corp., Canton, MA) ja mõõteotsik oli 5,6 cm diameetriga. Mõõtmisel kasutati raskust 50 kg ja kiiruseid 5 ja 20 cm/min. Esimesel deformatsioonil deformeeriti 90% ja siit saadi geeli kõvadus ja rabedus ning teisel deformatsioonil deformeeriti 75% ning andmetest saadi kohesioon ja elastsus. Proove mõõdeti seitsmes paralleelis. (Ramírez-Suárez, 2000)

- Eralduv niiskus – proov pandi kahe filterpaberi vahele ja lisati raskus ning määrati 3 min jooksul proovist filterpaberisse kogunenud niiskus. (Novsad,2000)
- Veehoidmisvõime – 5 grammi surimit tsentrifuugiti 3000 pöörde juures 20 minutit 4C juures. Proov kaalutakse enne ja peale tsentrifuugimist ja arvutatakse mitu grammi vett seob üks gramm valku (Cortes-Ruiz,2001)
- Organoleptiline analüüs – assessorid hindasid geeli tugevust läbihammustamistestiga ja värvust värvipaletiga. (Novsad,2000)
- Värvuse mõõtmine kromameetriga – värvuse määramiseks kasutati seadet Minolta Chroma Meter CR-300, millega määrati L* valge värvus, a* roheline-punane skaala ja b* sinine-kollane skaala. Proove mõõdeti kolmes paralleelis. (Wendel,2002)

Artiklite ülevaatamine näitas, et surimi omadused sõltuvad väga palju kasutatud kalaliigist ja temperatuurirežiimist (Lisa 1), mis indikeerib, et räime ja kilu surimiks sobivust on kindlasti vaja hinnata laboratoorsete katsete läbiviimise teel.

Edasine uurimisplaan

- Sobivate surimi geelide omaduste määramise meetodikate juurutamine
- Kilu ja räime surimi valmistamistehnoloogia väljatöötamine, temperatuuride valik
- Kilu räime geelide tugevused
- Erinevate koostisainete mõju (tähtsused, krüoprotektandid...) kilu-räime surimile
- Surimitooted (kala ja krabitooteid imiteerivad tooted)
- Vorstitooted räime ja kilu surimist
- Majanduslikud tasuvusarvutused ja potentsiaalsed kasutusvaldkonnad

Kokkuvõte

Surimi põhiliseks kvaliteedinäitajaks peetakse tema tekstuurseid omadusi – tugevust, geelistumise võimet, kohesiooni, elastsust ja veesidumise ja veehoidmisvõimet. Teadusartiklites hinnatakse surimi geeli tugevust, kohesiooni ja värvust. Mida tugevam on geel, seda lihtsam on seda tehnoloogiliselt töödelda ja mida heledam on surimi, seda erinevamaid tooteid on võimalik surimist valmistada. Surimi ise on väga tagasihoidliku maitsega ning seetõttu on sellest toorainest võimalik valmistada paljusid erinevaid tooteid. Surimi valmistamine erinevatest kalaliikidest on nii teaduslikult kui ka

tehnoloogiliselt teostatav ülesanne, kuid eeldab õigete eeltötluste, sobivate temperatuuride ja lisaainete valikut.

Kasutatud kirjandus

J.A Cortes-Ruiz; R.Pacheco-Aguilar; G.Garciasanchez; M.E.Lugo-Sanchez. Functional Characterization of a Protein Concentrate from Bristly Sardine Made Under Acidic Conditions, *J.of Aquatic Food Product Technology*, 2001

D.D. Hamann and G.A. MacDonald. Rheology and Texture Properties of Surimi and Surimi-Based Foods. In T.C. Lanier and C.M. Lee, Eds. *Surimi Technology*. New York: Marcel Dekker, 1992

B.Y.Kim, J.W.Park, W.B.Yoon. Rheology and Texture Properties of Surimi Gels, 2005

T.C.Lanier, P.Carvajal, J.Yongsawatdigul. *Surimi Gelation Chemistry*, 2005

T.S.Lempek; V.G.Martins; C.Prentice. Rheology of Surimi-Based Products from Fatty Fish Underutilized by the Industry, *J.of Aquatic Food Product Technology*, 2007

A.Nowsad; S.C. Chanda; S.Kanoh; E.Niwa. Gel Forming Ability and Other Properties of Eleven Underutilized Tropical Marine Fish Species, *J.of Aquatic Food Product Technology*, 2000

J.W. Park. Effects of Salt, Surimi and/or Starch Content on Fracture Properties of Gels at Various Test Temperatures, *J.of Aquatic Food Product Technology*, 1995

J.W. Park. *Surimi and Surimi Seafood*, Oregon State University, 1998

J.W. Park. *Surimi and Surimi Seafood*, Oregon State University, 2000

J.C. Ramírez-Suárez; R.Pachecoaguilar; M.A.Mazorramanzano. Washing Effects on Gelling Properties and Color of Monterey Sardine (*Sardinops sagax caerulea*) Minced Flesh, *J.of Aquatic Food Product Technology*, 2000

L.Timberg. Räime ja kilu arenguvõimaluste uuring, Põllumajandusministeerium, www.agri.ee, 2009

A.Wendel ; J. W.Park; K.Kristbergsson. Recovered Meat from Pacific Whiting Frame, *J.of Aquatic Food Product Technology*, 2002

Ekstruuderi kasutamine võimalused kalatoorainel baseeruvate toodete valmistamiseks

Ekstruuder

Ekstruuderi kasutatakse tihti toiduainetööstuses. Toidud nagu makaronid, friikartulid ja lemmikloomatoit ning muud pool-valmistooted saadakse seda masinat kasutades. Ekstrusiooni protsessi käigus toores materjal kõigepealt jahvatatakse vastava osakeste suuruseni ning siis kuiv segu läbib eel-konditsioneereri, mille kaudu lisatakse ka muud toote koostisained (suhkrud, rasvad) ning küpsetusprotsessi alustamiseks lisatakse ka auru. Eel-konditsioneeritud segu läheb seejärel läbi ekstruuderi ning surutakse läbi vormi, kus saavutatud toode lõigatakse soovitud pikkuseni. Küpsetusprotsess toimub ekstruuderi sees (http://www.bronto.ua/en/products/more/Extruder_E-1500.html).

Ekstruuderi masinas kuiv tooraine kõigepealt pannakse tooraine sisestamise avasse ning seejärel toimub anumasse selle segamine vedelikega või auruga kuumutamine. Tooraine läbib steriliseerimise ja desinfektsiooni. Lõpuks jõuab tooraine ekstruuderi süsteemi keskpaika, kus toimub tooraine töötlemine. Kruvi pöörleb tühnis, samal ajal suunates toorainet toru lõpu poole. Selle protsessi käigus on ühildunud mitmed üksikud operatsioonid: purustamine, segamine, küpsetamine, kuivatamine ja

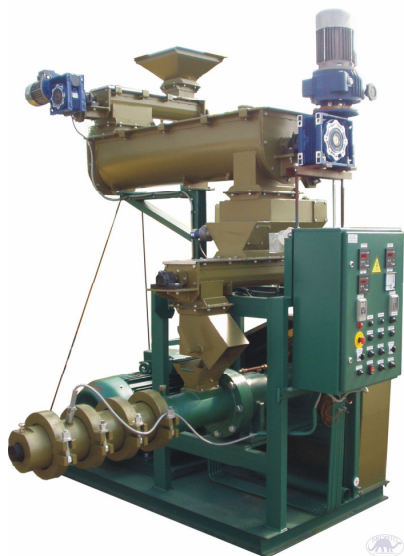
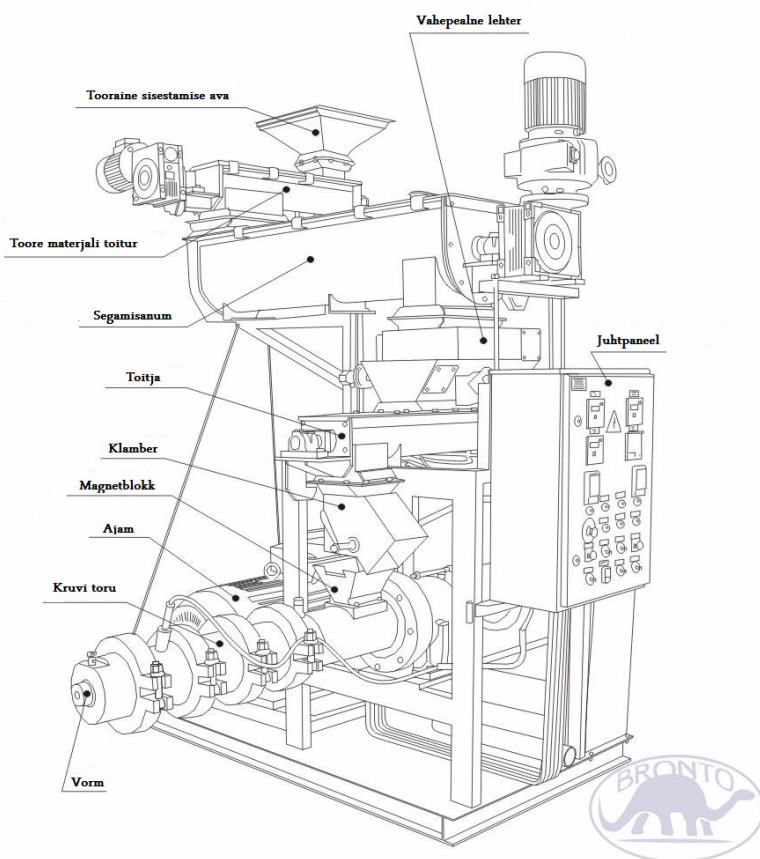
stabiliseerimine. (http://www.bronto.ua/en/products/more/Extruder_E-1500.html).

Ekstruuderi kasutamine võimaldab saada hea kvaliteediga loomatoitu ning tugevat kontrolli kvaliteedi üle, saab kasutada efektiivselt toorest materjali, saab toota lemmikloomatoitu ja granuleeritud kalasööta (http://www.bronto.ua/en/products/more/Extruder_E-1500.html). Lõppproduktiks on unikaalne kuju ja hea maitse, kõrge toiteväärtus ja sile tekstuur. Kui valmistatakse kalatoitu, siis vees hõljumise aega saab määrata ekstrusiooni astme reguleerimisega.

(http://www.diytrade.com/china/4/products-list/0-k-c-1/fish_feed_extruder.html)

Kuumutamise ekstruuderiga on kombineeritud toiduaine kuumutamine ja ekstrusioon, et saada küpsetatud ja vormitud toode. See on protsess, kus niisked, tärgliserikkad ja valgurikkad toiduained küpsetatakse ja töödeldakse viskoossesse plastiku-laadsesse pastasse

(<http://class.fst.ohio-state.edu/FST401/401%20product/Lab%20Projects%202002/puffs.htm>).



Joonis 5. Ekstruuderi skeem ja pilt (http://www.bronto.ua/en/products/more/Extruder_E-1500.html).

Kalasööda tootmine

Kalasöödasegu tootmine koosneb mitmetest protsessidest, mille tulemusena saadakse paljudest algmaterjalidest koosnev segu. Tavaliselt kalasööt vormitakse vajaliku kujuga, mida on seejärel lihtsam transportida ja käsitleda, samuti ka loomadel süüa.

Kaladele ja koorikloomadele mõeldud söödad sisaldavad teiste tööstuste kõrvalprodukte või spetsiaalsed tooted nagu kalahakkmass või õlid. Üldiselt on sööda tootmise protsessideks jahvatamine, doseerimine, segamine ning spetsiifilised protsessid nagu pressimine, ekstrudeerimine, kuivatamine ja pudistamine.

Loomasööda tootmise protsessid

Jahvatamine

Jahvatamise teel toimub toore materjali vähendamine vastavate suuruste osakesteni, mis põhjustab sööda homogeensema ja stabiilsema segu ja kuju. Kõige rohkem kasutatakse haamer veskit, kus vastav toode pannakse kambrisse, kus omakorda haamid, mis on ühendatud mootoriga ja mis purustavad toote. Osakesed masinas ringlevad niikaua kuni nad on piisavalt väikesed, et mahtuda läbi augustatud plaadi, mille aukude diameeter on 0,5mm kuni 3,5mm. Kui augustatud plaadi avade suurus on väike ja haamri perifeerne kiirus on kõrge, siis on ka osakesed suured. Tavaliselt kalasööda puhul osakeste suuruseks loetakse 500µm.

Doseerimine

Doseerimise käigus määratakse erinevate toote koostisainete õiged kogused. Oluline on doseerida koguseid täpselt, sest mõnikord on tegemist väga väikeste kogustega.

Segamine (homogeniseerimine)

Segamise käigus toimub kalasööda erinevate komponentide kokkusegamine, kus osad komponendid on eel-purustatud ja teised kaalutud toored materjalid, mis segatakse massile juurde. Tulemuseks on homogeenne mass.

Kalasööda kuju moodustumine

Kalasööta saab kasutada nii pastana, kui ka kasutades kahte põhimeetodit nagu graanulite tegemine ja ekstrusioon-küpsetus. Töö põhimõte seisneb, selles, et segu surutakse läbi perforeeritud pinna, kust toode väljub silindri kujulisena, mis võivad olla erineva pikkuse ja diameetriga. Diameeter varieerub 2,5-6 mm-ni ning pikkust saab määrata kasutades nugasid, mis asuvad ava ääres.

Graanulite tegemise protsess sõltub oluliselt toote koostisosadest, kuumusest ja niiskusest ning samuti lisatavatest sidumisainetest.

Ekstrusioon-küpsetus

Töö põhimõte seisneb rõhu (30-120 bar) ja temperatuuri (90-180°C) avaldumisel kalamassile mingi aja jooksul (tavaliselt lühem kui 30s) ning selle jõu toimel surumisel läbi ühe või mitme ava.

Kui tootes on palju vett, siis läbides avasid õhurõhu toimel see aurustub ära. Selline aurustumine põhjustab massil kärjelise struktuuri ning avadest väljudes saab see lõigatud nugaodega parajateks suurusteks.

Ekstrusioon-küpsetus on protsess, kus toimub pidev kiire segamine, küpsetamine ja kuju vormimine.

Täiendavad protsessid

Kuivatus-jahutamine

Jahutamine toimub õhu vooluga läbi liikumatute terade või siis konveierlindi peal. Niiskussisaldus tootes viiakse 15-16% pealt 9-10%-le umbes 9-14 minutiga. Kui kasutatakse kõrgemat temperatuuri, siis on ka vee kadu suurem. Et graanuleid mitte katki teha ja et nad püsiksid stabiilsena vees, tulekas kuivatamise ajal vältida intensiivset segamist.

Pudenemine

Granuleeritud toode, mis on tavaliselt mõõtmetelt väike, purustatakse peale jahutamist ja kuivatamist soonelisele silindrile ning seejärel see sõelutakse, et saavutada vajalik osakeste suurus.

Kihiga katmine

Granuleeritud tooteid on võimalik katta kihiga, mis sisaldab rasvu, et ühendada emulsioonis omavahel vajalikud rasvhapped, rasvlahustuvad vitamiinid ja isegi veeslahustuvad vitamiinid. Graanuli katmisega on võimalik aeglustada selle leostusprotsessi ja lahustumist vees.

Siduvusainete kasutamine

Kuna kalasöödad sisaldavad kõrges koguses loomset proteiini ning puudub taimne materjal, siis söödad karnovoorsetele kaladele sisaldavad veidi naturaalseid siduvusaineid. Siduvusainetena on kasutatavad nisugluteen ning tihendajad karboksüülmetüül-tselluloos, alginaadid, karrageenid, agar.

Kalasööda iseloomustamise meetodid

Füüsikalised omadused

Osakeste suurus

Noorkalade jaoks valitakse välja kalasööt analüütiliste sõelumiste teel, kus kontrollitud aja jooksul seda raputatakse ning tulemuseks saadakse sobiva suurusega kraanulid. Kogus, mis jääb sõelale kaalutakse ning tulemus esitatakse protsentides.

Mass või tihedus

Tihedus mõjutab sööda tarbimist loomal. Seda mõõdetakse graanuli tahke osa või vedela osa järgi, mis on teisaldatud teadaoleva toote massiga. Tavaliselt on ühikuks g/cm^3 .

Mehaanilised omadused

Vastupidavus

Rabedust mõõdetakse teatud koguse graanulite mitmekordsel surumisel keerlevas kastis või sururõhuga ringlevas masinas. Vastupidavus on vastastikune rabedusega (protsentides).

Kõvadus

Kõvadust määratakse graanulil seda kokku surudes ja vaadates kui suur on takistus ning ühikuks on MPa. Väga õli-rikaste graanulite puhul ei ole võimalik määrata kõvadust.

Omadused veekeskkonnas

Stabiilsus vees

Vastupidavus lahustumisele või stabiilsus vees on väga oluline omadus sööda puhul.

Statistilised meetodid

Sööda leostamist jälgitakse visuaalselt aja jooksul vee alla pandud graanulitel.

Kalapuljongi tootmise võimalused mittestandardsest ja väheväärtuslikust toorainest

Kalajahu tootmise kõrvalproduktiks on kalapuljong ehk kalalahus.

Kalalahuse kontsentraadi valmistamine

Küpsetamine aurustamise teel

Kala puljongit saab toota kalast ja kalajääkidest, kus kala pead, sabad, sisikond või terve kala küpsetatakse aurutamise teel $0,35\text{kg/cm}^3$ 7-15 minutit ning surutakse läbi pideva kruvi pressi. Pressitud kalamass sisaldab tavaliselt 50% niiskust ning peale selle kalamassi kuivatamise, saab sellest kalajahu. Kalamassist saadud vesi, sisaldab 5-10% tahkeid aineid ning see omakorda kuumutatakse 88°C -ni ja tsentrifuugitakse, et eemaldada õli. Lõpptulemuseks saadakse lahus, mis sisaldab 1% õli, 0,75-1,25% lahustumatuid valke ja 3-5% lahustuvaid valke. Vedeliku pH alandatakse 4-5-ni ning tooted kuumutatakse uuesti 82°C -ni kuni toimub aurustumine, kui saadakse vedelik mis on kontsentreeritud ja lahustuv (H.W.Ockerman, C.L.Hansen, 2000)

Aurustamine

Kalajahu kõrvalproduktina on võimalik ka valmistada kalalahuse kontsentraati. Kui kalast on eemaldatud juba suurem osa õlist ja suurema osa tahkestest osadest, siis jääbki järele vesi, mis võib ulatuda isegi 65%-ni kogu toormaterjalist. Kalavesi, mis on 6-9% kuivaine sisaldusega kontsentreeritakse aurustajas. Järelejääva õli sisaldus sõltub separeerimisprotsessi efektiivsusest ning see peaks jääma võimalikult väikeseks, kindlasti alla 1%. Eriti väiksemate kalade puhul, kes on püütud söötmise hooajal või kõrgetes temperatuurides võib kalavee tahkete osade hulk peale hoiustamist ja transporti tõusta kõrgete kogusteni.

Enimkasutatavate aurustite puhul on tarvitatud vertikaalseid tuube, mis on osaliselt täidetud keeva vedelikuga, mis liikudes ülespoole tuubi ja kambrisse annab ära veeauru, samal ajal eraldades vedelikku ja auru. Vee hulk on suhteliselt suur ning seega soovitud kontsentratsioonini jõudmiseks ja kuni kontsentraat vajub kuivatisse kulub kaua aega. Pressimise ja kontsentreerimise ajavahe on tavaliselt ebasoositud ja põhjustab tehastes tihti probleeme. Sellisel juhul kasutatakse *falling film evaporator*, kuna selle puhul on protsesside kestvus lühem ja vedeliku maht on väike. Selle seadme puhul sisestatakse tuubi ülevalt sisse kalavesi, mida soojendatakse väljaspoolt auru või gaasiga. Teel allapoole vedelik aurustub ning muutub järjest rohkem kontsentreerituks ning lõpuks jõuab kontsentraadina põhja (FAO Fisheries Technical Paper-142, 1986).

Kalavee kontsentraadi omadused ja kasutusala

Kalalahus või kalavee kontsentraat on pruun, poolviskoosne lahus, millel on kerge ja meeldiv kalalõhn. See on rikas seal sisalduvate lahustuvate valkude, vitamiinide ja aminohapete poolest (Janatha Fish Meal & Oil Products).

Kalalahuse kontsentraati enamasti kasutatakse loomasööda lisandina, kuid samuti saab seda kasutada väetisena (Kaikoh Co, Ltd).

Kasutatud materjal

H.W.Ockerman, C.L.Hansen. (2000). Animal by-product processing and utilization. CRC Press. 2000.

The Production of fishmeal and oil. FAO Fisheries Technical Paper-142. Food and Agriculture organization of the United Nations, Rome, 1986.
([http://www.fao.org/docrep/003/X6899E/X6899E04.htm#3.1.1%20Heating%20\("cooking"\)](http://www.fao.org/docrep/003/X6899E/X6899E04.htm#3.1.1%20Heating%20())

Janatha Fish Meal & Oil Products. (<http://www.janathafishmeal.com/FishSoluble.html>)

Kaikoh Co, Ltd. (http://www.alibaba.com/showroom/fish_soluble.html)

Kalatehnoloogialabori seadmepargi planeerimine

Kalatehnoloogia seadmepargi planeerimiseks külastati Taani Tehnikaülikooli (DTU) Kalatehnoloogia ja Toidutehnoloogia katselaboreid. DTU tehnoloogialaborite eesmärk on olla multifunktsionaalne ning sobida oma sisseseadelt nii teadus- ja arendustöök, koolituskeskuseks kui ka ettevõtetele teenust osutavataks laboriks. Selline ülesehitus on funktsionaalne, sest seadmeid saab kasutada vastavalt esile kerkinud probleemidele ja reaalsele vajadustele. Samuti on väga oluline laboratoorsete katsetingimuste võimalikult suur sarnasus tootmistingimustele, et arendatavaid tehnoloogiaid oleks ettevõttes lihtne juurutada. Lisaks tehnoloogiate ja arendusetaappide sujuvale ülekandele uurimistingimustest tavatootmisesse, on väga vajalikud ka tingimused kalakäitlemisettevõtete töötajate koolitusvõimalused ja tingimused ning võimalus viia läbi tootearenduslikke eksperimente.

Kalatehnoloogia labori sisseseade

Kalatehnoloogia labori puhul on oluline, et oleks piisavalt säilitusruumi nii toormaterjalile, pooltoodetele kui ka valmistoodetele. Kalatehnoloogia labori ruumid peavad olema varustatud kliimaseadmega ning olema kergelt puhastatavad ja desinfitseeritavad.

Kliimaseade

Külmkapid temperatuuri reguleerimise võimalusega -4C kuni +4C

Sügavkülmikud -18C, -40C ja -80C

Plaatkülmuti

Jäämasin

Kaal

Kala transpordi- ja säilituskastid, isolatsiooniga, et säilitada kala temperatuuril kuni +2C

Kalakastide ja kalakäitlemisvahendite nõudepesumasin

Roostevabast terasest tööpinnad

Kala rookimis ja fileerimisnoad ning nugade teritamiseks käi

Plastikust lõikelauad

Pesemiseks vajalikud abivahendid

Hunt ehk hakklihamasin kalamassi peenestamiseks

Separatuur kalaliha eraldamiseks

Segisti ehk mikser komponentide segamiseks

Kalajahu tootmise mudelliin

Ekstruuder

Tumbler ehk segisti kala töötlemiseks

Pakkeseade Anaeroobide termostaat

Kalakäitlemise juures on kõige olulisem toormaterjali erinevad ettevalmistamise viisid. Kuna eesmärgiks on eelkõige väiksemate kalaliikide utiliseerimine, siis erinevad kalaliha peenestuseadmed on väga vajalikud. Peenestatud kalaliha saab edasi töödelda kalajahuks, surimiks või kalavalgu konsentraadiks. Nimetatud toormaterjalidest saab valmistada loomade ja kalade sööta.

Mittestandardse ja väheväärtusliku kalatoorme arengusuundade määramine ja projektiplaani koostamine

Mittesantartse ja väheväärtusliku kalatoorme eeluuring on näidanud, et kõige enam ressursi on väikeste kalaliikide püügil ja käitlemisel tekkinud kalajäägi näol. Ettevõtjatele valmistab muret kalapüügil traali sattunud alamõduliste ja vigastatud kalade ja väikeste kalade rookimisjääkide realiseerimine. Kuna selline tooraine ei ole sobilik inimtoiduks, siis edasine arendustöö on vaja suunata looma- ja kalatoitude uuringutesse. Kalakasvatus on maailmas üks kiiremini kasvavaid loomakasvatusharusid ja seetõttu on see äärmiselt potentsiaalikas tegevusvaldkond. Kõige lihtsam on kalajääkidest toota kalajahu, kuid konkurentsieelise annaks valmis looma- ja kalatoitude tootmine, millele võiks lisaväärtust lisada probiootiliste bakteritega. Eeluuringu käigus kogutud andmete põhjal on kokku pandud Mittesantartse ja väheväärtusliku kalatoorme väärimise projektiplaani

Projektiplaani

- Kalatehnoloogia katselabori tehnoporti sisseseadmine ja töökorda seadmine
Vahe-eesmärk: mittestandardse ja sekundaarse kala väärimiseks vajaliku tehnoporti struktuuri loomine ja vajaminevate seadmete hankimine ning töösse rakendamine
- Soolatud kalajäätmete eeltöötlemine soola eemaldamiseks
Vahe-eesmärk: soolatud kalajätmetest väljapesemise teel soola eraldamise võimalus, sobivad peenestusastmed, mikrobioloogiline aktiivsus
- Teise ja mittestandardse kalatoorme peenestamine (erinevatel) tehnoloogilistel meetoditel ja toodangu analüüs
Vahe-eesmärk: hinnatakse erinevatel peenestamistehnoloogiatel saadud toormaterjali omadusi ja kvaliteeti, leitakse sobivaimad rakendusala
- Kalajahu valmistamine
Vahe-eesmärk: kalajahu valmistamine efektiivsus erinevast toorainest
- Kalarasva eraldamine ja deodoriseerimine
Vahe-eesmärk: kalarasva tootmine looma- ja kalasöötade komponendiks
- Kalasööda retseptuuride koostamine
Vahe-eesmärk: leida enim müüdavate kalasöötade koostised ja koostada retseptuurid vastavalt projekti saadustele (kalajahu, kalarasv)
- Kalasööda koostiskomponentide hankimine

- Kalasööda valmistamine ekstruuderil
Vahe-eesmärk: ekstruudeerimise laboratoorsed katsed. Ekstrudeeritud toodangu omaduste ja kvaliteedi hinnang, leitakse sobivaimad rakendusala
- Kalasööda sobivuse hindamine kalade kasvule
Vahe-eesmärk: määratakse kalasööda sobivus teatud kalaliikidele
- Kalade probiootikumide leidmine
Vahe-eesmärk: leitakse kalade kasvule ja tervisele positiivset efekti andvad probiootilised bakterid
- Kalade probiootikumide kultiveerimine
Vahe-eesmärk: juurutatakse kalade probiootikumide kasvatamiseks sobivad tingimused. Leitakse sobivaimad probiootikumide ettevalmistamise viisid kalasööta lisamiseks
- Probiootiliste kalasöötade retseptuuride väljatöötamine
- Probiootilise kalasööda sobivuse hindamine kalade kasvule
Vahe-eesmärk: määratakse kalasööda sobivus teatud kalaliikidele
- Surimi tootmise Eesti kalatoormest
Vahe-eesmärk: surimi ja surimitoodete valmistamise laboratoorsed katsed. Surimi ja surimitoodete omaduste ja kvaliteedi hinnang, leitakse sobivaimad rakendusala, kas sobiv looma- ja kalatoiduks või inimtoiduks
- Tehnoloogiliste skeemide ja soovituslike tooteretseptuuride koostamine
- Kalasöötade omahinna arvutus ja tasuvusuuring

Projekti tulemused

Projekti tulemusel antakse praktilise rakendatavuse hinnang katsetatud peenestamise ja töötlemistehnoloogiatele ning hinnatakse erinevatel meetoditel saadud kalatoodete omadusi ja kvaliteeti. Mittestandardse ja sekundaarse kalatoorme projektis selekteeritakse välja perspektiivsemad väheväärtusliku kala tehnoloogilised lahendused ja koostatakse juhendid nende praktiliseks rakendamiseks. Uute tehnoloogiate rakendamine kalakäitlemisettevõtetes võimaldab tõsta tootmise kuluefektiivsust.