



---

# VIP Valorisatie Reststromen Vis (VRV)

Publicatiedatum:

8 juli 2015

M. Poelman, J. Kals, B. van Marlen, A. van Amerongen, H. van den Bosch

IMARES rapport

C005/15

Europees Visserijfonds: Investering in duurzame visserij



Opdrachtgever:

Subsidiebureau Raad en Daad,  
namens Geertruida B.V.  
Singel 283  
3311HD Dordrecht  
t.n.v. dhr. A. Goudriaan

© 2015 IMARES Wageningen UR

IMARES, onderdeel van Stichting DLO.  
KvK nr. 09098104,  
IMARES BTW nr. NL 8113.83.696.B16.  
Code BIC/SWIFT address: RABONL2U  
IBAN code: NL 73 RABO 0373599285

De Directie van IMARES is niet aansprakelijk voor gevolgschade, noch voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van IMARES; opdrachtgever vrijwaart IMARES van aanspraken van derden in verband met deze toepassing.

Dit rapport is vervaardigd op verzoek van de opdrachtgever hierboven aangegeven en is zijn eigendom. Niets uit dit rapport mag weergegeven en/of gepubliceerd worden, gefotokopieerd of op enige andere manier gebruikt worden zonder schriftelijke toestemming van de opdrachtgever.

A\_4\_3\_1-V14.2

## Inhoudsopgave

Inhoudsopgave.....	3
Samenvatting.....	5
1. Inleiding.....	7
2. Kennisvraag.....	8
3. Methoden.....	9
3.1 Samenwerking, organisatie en communicatie.....	9
3.2 Verwerkingsproces.....	9
3.2.1 Analyses visproducten en visafval van Geertruida B.V. ....	9
3.2.1.1 Analyses uitgevoerd door VFC/Lipromar.....	9
3.2.1.2 Analyses uitgevoerd door 'Food and Biobased Research .....	10
3.3 Economische analyse en businessplan.....	10
4. Resultaten.....	11
4.1 Is er meerwaarde te halen uit visafval in de platvisvisserij: communicaties en proces .....	11
4.2 Wat voor producten zijn uit het visafval te halen en met welke verwerkingsprocessen?.....	12
4.2.1. Analyses uitgevoerd door VFC/Lipromar.....	14
4.2.2 Analyses uitgevoerd door 'Food and Biobased Research.....	14
4.2.2.1 Eiwit hydrolyses en bioactieve peptiden in visserij bijproducten .....	14
4.2.2.2 Analyse van bioactieve peptiden in de tussenstappen/zijstromen bij productie van vismeel.....	15
4.3 Benodigde voorzieningen aan boord .....	21
4.4 Mogelijke eindproducten .....	22
4.3 Economische evaluatie .....	23
5. Discussie.....	25
6. Conclusies .....	26
7. Kwaliteitsborging .....	28
Dankwoord .....	28
8. Verantwoording.....	29
Bijlage A. Verslag VIP VRV bijeenkomst M1.....	30

Bijlage B. Verslag VIP VRV bijeenkomst M2.....	35
Bijlage C. Verslag VIP VRV bijeenkomst M3.....	37
Bijlage D. Verslag VIP VRV bijeenkomst M4. ....	38
Bijlage E. Verslag VIP VRV bijeenkomst M5 bij Geertruida B.V. ....	44
Bijlage F. Report VFC/Lipomar. ....	48
Summary and general conclusions.....	64
Bijlage G. Resultaten hydrolyse experimenten door FBR .....	65

## Samenvatting

In het kader van de komende aanlandingsplicht van ondermaatse vis is de sector geïnteresseerd in mogelijkheden om deze aanvoer te laten bijdragen tot het inkomen. De vraag werd gesteld welke producten zouden kunnen worden gemaakt uit visafval (snijafval als koppen en staarten en ingewanden en discards). Monsters van dergelijk visafval werden verzameld aan boord van de FD283 van de firma Geertruida B.V. en geanalyseerd in een verscheidenheid van mogelijke verwerkingsprocessen, zowel aan boord (continue en batch hydrolyse met toegevoegde enzymen) als aan de wal (productie van bioactieve peptiden door hydrolyse, productie van vismeel en visolie) door Food and Bio-based Research (FBR) van Wageningen UR en VFC/Lipomar te Cuxhaven.

Bijproducten en bijvangst van platvisvisserij zijn geschikt voor het maken van producten voor de veeindustrie (vismeel en -olie). Deze keten bestaat in Nederland en Duitsland. Toch zorgen de relatief lage opbrengsten die voor deze bijproducten (stripafval, bijvangst en snijafval zoals viskoppen en staarten), gebruikelijk zijn (100-200 €/MT) voor kansen om de producten tot meerwaarde te brengen. De prijzen zijn gebaseerd op de verhoudingsgewijs lage eiwit- en hoge asgehalten, voor een laagwaardig vismeel in vergelijking tot een hoogwaardig vismeel (met een eiwitgehalte van 64-72%). Bewerking van het materiaal kan hier een stabiliserende en eventueel waarde verhogende werking hebben.

De door de vissers noodzakelijk geachte opbrengst van 500 €/MT grondstof (vis of silage) wordt naar schatting van afnemende partijen bij lange na niet gehaald. Om break-even te draaien is een kostprijs van 225 €/MT nodig. Dit kan volgens afnemende partijen haalbaar zijn voor de visserij mits de scheepsontwerpen hierop uitgerust worden. Om een betere opbrengst te krijgen is het nodig om functionele voedingscomponenten, zoals hoogwaardige functionele eiwitten en gehydrolyseerde eiwitfracties voor de voedingsmiddelen- en diervoederindustrie te extraheren uit dit visafval.

Een van de mogelijkheden voor hoogwaardige inhoudsstoffen zijn bioactieve peptiden. Deze worden geproduceerd door eiwit te hydrolyseren tot peptiden. Er is een grote variatie in bioactiviteit (remming van specifieke enzymen) van bioactieve peptiden. Dit is op te maken uit het feit dat voor sommige enzymen (Alcalase en Newlase F) inhibitie wordt gemeten van met name het enzym DPPH-I (antioxidant werking). Daarnaast geeft het hydrolyse enzym Newlase F de beste potentie voor een robuuste hydrolyse. Hoe sterker de remmende werking van het hydrolysaat in de enzymatische reactie, des te groter is de potentie voor toepasbaarheid in eindproducten. Het waarnemen van remming van de enzym activiteit boven de bewezen standaarden laat zien dat er potentie is voor commerciële productie van bioactieve peptiden. Dit is echter sterk afhankelijk van de economische haalbaarheid in combinatie met de mogelijkheden voor verdere verwerking van de bijproducten. De productie van alleen bioactieve peptiden is niet voldoende om de waardeketen economisch maximaal te benutten. De toepassing van vierkantsverwaarden is essentieel.

Duidelijk is dat alle productgroepen (ruwe grondstof, verschillende vissoorten en verschillende visfracties (stripafval, koppen, staarten, etc.) DPPH-I inhibitie hebben. Daarnaast is uit de experimenten af te leiden dat sommige soorten, zoals zeeduivel en poon interessante resultaten geven op zowel ACE-I als DPPH-I inhibitie. Hierdoor bestaat de kans dat uit visafval als zeeduivel ingewanden en (ondermaatse) poon hoogwaardige materialen geproduceerd kunnen worden. De remmende werking kan ook afkomstig zijn van andere bronnen, zoals aanwezige visresten in de darmen, dit dient nader onderzocht te worden.

Bij de huidige condities in de markt zullen de bijproducten van schol minder dan 200 €/MT opbrengen in vangsten in het najaar, en minder dan 150 €/MT in het voorjaar. Iets hogere prijzen zouden in de pelsdiervoeder of in de huisdiervoeder industrie betaald kunnen worden afhankelijk van marktomstandigheden en als functionele voedingscomponenten gevraagd in deze industrie zouden kunnen worden gepro-

duceerd uit deze grondstof. De door de vissers gewenste opbrengst van 500 €/MT om extra kosten voor de aanvoer van dit materiaal te dekken zal echter niet worden gehaald. Daarnaast dient het verdienmodel voor de visserij met name gezocht te worden in productie van halffabricaten om een meerprijs te kunnen verkrijgen boven de afzetprijs voor onbewerkte ruwe grondstoffen.

## 1. Inleiding

De platvisvisserij staat onder druk vanwege hoge prijzen voor brandstof en achterblijvende visopbrengsten, vooral door de lage scholprij. Men zoekt naar mogelijkheden om kosten te besparen en om meerwaarde te creëren uit visserijproducten, waardoor de inkomsten hoger worden. Een groot deel van de kosten in de visserij-inspanning liggen in het “boven water halen” van mariene eiwitten in de vorm van commerciële visproducten. Een deel van dit product wordt niet benut omdat het als snijafval verloren gaat. De visserij-inspanning levert hierdoor geen maximale benutting van alle beviste producten op. Daarnaast geeft de verplichting om ondermaatse vis (met name: tong, schol en schar) vanaf 2016 aan te landen nieuwe mogelijkheden tot benutting van bijproducten.

Tijdens het vissen wordt vis gestript en ontstaat er een behoorlijke reststroom aan visafval, die momenteel niet wordt gebruikt en wordt teruggevoerd in zee. Op jaarbasis bedraagt deze reststroom ongeveer 900 ton (o.b.v. 18.000 ton) voor de Nederlandse platvis visserij.

Verschillende studies (Harnedy, P.A., en FitzGerald, R.J., 2011; T. Rustad et al, 2011) hebben uitgewezen, dat restafval van vis bruikbaar is voor het produceren van functionele voedingsingrediënten voor menselijke consumptie met een mogelijke gezondheid bevorderende werking (bv. anti-stress, antioxidanten, bloeddrukverlagend) en een duidelijke toegevoegde waarde. Voorbeelden van dergelijke producten zijn te vinden op: [www.propernutrition.com](http://www.propernutrition.com), [www.copalis.fr](http://www.copalis.fr), [www.nutrimarine.com](http://www.nutrimarine.com)

De eenvoudigste productvorm zijn zgn. ‘categorie 3’ bij producten, in volle zee gevangen vis voor de productie van vismeel (zie Europese Verordening nr. 1069/2009)\*. Vismeel en visolie zijn hierbij de primaire producten. Daarnaast is het denkbaar, dat er producten met een hogere toegevoegdewaarde uit het visafval kunnen worden gewonnen, zoals eiwitten/proteïnen (bioactieve peptiden), die gebruikt kunnen worden in farmaceutische applicaties. Onderzocht diende te worden welke procesmogelijkheden er zijn voor deze verschillende productlijnen. De technische haalbaarheid voor de verwerking was in de eerste fase van de verkenning leidend.

\*De dierlijke bijproducten in deze categorie staan in artikel 10 van de Europese Verordening nr. 1069/2009. In het kort gaat het onder andere om: dieren die geslacht zijn in een slachthuis en na een inspectie overeenkomstig EU-wetgeving zijn goedgekeurd, maar om commerciële redenen niet voor humane consumptie geschikt zijn; rauwe melk van gezonde dieren; in volle zee gevangen vis voor de productie van vismeel; hoeven, haren, veren, horens van dieren goedgekeurd voor humane consumptie; karkassen en bepaalde delen van hetzij dieren die in een slachthuis zijn geslacht en na een keuring voor het slachten geschikt zijn verklaard om voor menselijke consumptie te worden geslacht, hetzij karkassen en bepaalde delen van wild dat overeenkomstig de communautaire wetgeving voor menselijke consumptie is gedood; karkassen en delen van dieren die overeenkomstig de communautaire wetgeving voor menselijke consumptie ongeschikt zijn verklaard, maar die geen symptomen van op mens of dier overdraagbare ziekten vertoonden; dierlijke bijproducten die ontstaan bij de productie van voor menselijke consumptie bestemde levensmiddelen; voormalige voedingsmiddelen, bijvoorbeeld voedingsmiddelen waarvan de exploitant besluit ze niet meer voor humane consumptie te bestemmen; keukenafval en etensresten die niet afkomstig zijn van internationale middelen van vervoer. <https://www.nvwa.nl/onderwerpen/dierlijke-bijproducten/dierlijk-afval/dossier/dierlijke-bijproducten/de-3-categorieen-dierlijke-bijproducten/wat-is-categorie-3-materiaal>

## 2. Kennisvraag

De vraag in dit project is of er meerwaarde is te halen uit visafval (koppen, staarten en ingewanden, en discards) in de platvisvisserij en of een dergelijke aanvoer economisch rendabel kan zijn. Bijkomende vragen zijn:

- Wat voor producten zijn mogelijk uit het visafval te halen en met welke verwerkingsprocessen?
- Welke voorzieningen zijn nodig om reststromen vis aan boord op te vangen en op te slaan in een opvanginstallatie voor visafval aan boord van een bedrijfsschip, en wat zouden de kosten hiervan kunnen zijn?
- Wegen de te verwachten opbrengsten op tegen deze kosten? Welke opbrengsten zijn nodig voor een visserijbedrijf om dit doel te bereiken?

Dit rapport beschrijft het verkennende karakter van de discussies en de analyses om te komen tot een antwoord op deze vragen. Gaande het traject is de focus met name gelegd op valorisatie van bijproducten door te kijken naar verschillende productgroepen, dit is in een voortschrijdend proces verkend.



### 3. Methoden

#### 3.1 Samenwerking, organisatie en communicatie

De volgende partners waren in dit project betrokken:

- Visserijbedrijf Geertruida B.V. met Pensi Pri Solvo te Urk,
- Consultant Raad en Daad te Dordrecht (<http://www.subsidieraad.nl/>),
- Wageningen IMARES (Afdeling Visserij IJmuiden en Afdeling Aquacultuur Yerseke, zie <http://www.wageningenur.nl/nl/Expertises-Dienstverlening/Onderzoeksinstituten/imares.htm>) met als onderaannemer: Food and Biobased Research (FBR) te Lelystad (<http://www.wageningenur.nl/en/Expertise-Services/Research-Institutes/food-biobased-research.htm>).
- Saria G.m.b.H. te Selm, Duitsland ([www.saria.com](http://www.saria.com)) met de "Vereinigten Fischmehlwerke Cuxhaven" VFC/Lipromar G.m.b.H. Cuxhaven ([www.lipromar.de](http://www.lipromar.de)), Duitsland en de firma Visser te Lauwersoog, Nederland ([www.visserlauwersoog.nl](http://www.visserlauwersoog.nl)).

Gedurende het project zijn vijf projectvergaderingen gehouden met de verschillende partners (Bijlagen A-E). De belangrijkste doelen van het overleg waren het delen van informatie en het plannen van vervolgactiviteiten. Het project had een verkennend karakter, waarbij gekeken werd welke reststromen vis door Geertruida konden worden geleverd, door FBR werd gekeken naar mogelijke verwerkingsprocessen en producten (bioactieve peptiden door middel van hydrolyse met toevoeging van enzymen). VFC/Lipromar heeft vervolgens een kleine productielijn voor vismeel aangemaakt en met verschillende reststromen en discard vis proefproducties gedraaid en de geproduceerde producten geanalyseerd. Vervolgens is gekeken naar welke opbrengsten de verschillende mogelijke producten (vismeel, visolie, eiwitfracties) zouden kunnen genereren en welke kosten de aanvoer ervan voor het visserijbedrijf zouden betekenen om te kijken of er een gezonde 'business case' kon worden opgebouwd. De belangrijkste uitkomsten van deze besprekingen zijn gegeven in hoofdstuk 4 en bijlage A tot en met E.

#### 3.2 Verwerkingsproces

Gedurende het project zijn een aantal verschillende verwerkingsprocessen verkend. Hierbij is gefocust op visafval (koppen en staarten en ingewanden) en discard vis (ondermaatse schol, poon) en niet op procesafval (reststroom aan land), graten (reststroom aan land) of op bodemdieren (benthos discards). Voor de verkenning van de procesmogelijkheden is de kennis van onderzoekorganisaties en de verwerkende industrie meegenomen.

##### 3.2.1 Analyses visproducten en visafval van Geertruida B.V.

Analyses van visproducten en stripafval afkomstig van Geertruida B.V. zijn in verschillende laboratoria uitgevoerd.

##### 3.2.1.1 Analyses uitgevoerd door VFC/Lipromar

Analyses uitgevoerd door VFC/Lipromar (Cuxhaven) zijn opgenomen in Bijlage F, hierbij zijn de volgende gehalten voor aangeleverde monsters geanalyseerd:

- Ruw eiwit,
- Ruw vet,
- As,
- droge stof en
- TVBN (totaal vluchtige stikstofbasen)

### 3.2.1.2 Analyses uitgevoerd door 'Food and Biobased Research'

In het laboratorium van 'Food and Biobased Research' (FBR - Wageningen UR) zijn hydrolyses en analyses van deze gehydrolyseerde visproducten en stripafval uitgevoerd. Hydrolyses zijn processen waarbij de peptidebindingen in eiwitten breken, waardoor de eiwitten afgebroken worden tot kleinere polypeptiden, tri en dipeptiden en wanneer de hydrolyse reactie niet wordt gestopt uiteindelijk tot aminozuren. Enzymatische reacties worden gebruikt om dit proces uit te voeren.

De uitgevoerde experimenten betroffen:

- A) Hydrolyse met de enzymen Alcalase (met een duur van 5 uur) en Newlase F (5 uur), ter vaststelling van de aanwezigheid van bioactieve peptiden in een selectie hele vis, ingewanden en stripafval (december 2013).
- B) Hydrolyse met Alcalase en NewLase F (5 uur) ter vaststelling van de aanwezigheid van bioactieve peptiden in het uitgangsmateriaal en in verschillende processtappen in vismeel productie.
- C) Hydrolyse met Alcalase en Newlase F met verschillende tijdsduur ter vaststelling van de meest geschikte hydrolyseduur.

De condities die gebruikt en de parameters die geanalyseerd zijn, zijn opgenomen onder de betreffende resultaten. De analyses zijn uitgevoerd met de volgende stappen:

- 4% eiwit oplossing.
- 15 minuten bij 90°C (denaturatie).
- Hydrolyse met 2x2% enzym (w/w% eiwit), (de hydrolyseduur is afhankelijk van het experiment (zoals bovenstaand A, B of C).

Enzym:

- Alcalase (pH=8, 60°C).
- Newlase F (pH=3, 50°C) .
  
- Aanpassing van de pH gedurende hydrolyse met 1N HCl of 1N NaOH.
- Totale hydrolyse tijd 5 uren (tenzij anders aangegeven).
- 15 minutes 90°C (inactiveren enzym).
- Centrifugatie, 15 minuten, 2500G, bij kamertemperatuur.
- Vries drogen van het supernatant.

De verrichte analyses zijn uitgevoerd conform experimentele protocollen (FBR):

- DH: Hydrolyse graad
- ACE: Angiotensin Converting Enzyme (Factor in regulatie van bloeddruk; ACE-remmers hebben naast bloeddrukdaling meerdere positieve gezondheidseffecten).
- DPP-IV: DiPeptidylPeptidase-IV inhibitie (remming) (Breekt Glucagon-Like Peptide-1 (GLP-1) af; GLP1 zorgt ervoor dat insuline vrijkomt; remming afbraak geeft langer insuline-effect).
- DPPH: DiPhenyl-Picryl-Hydrazyl (Anti-oxidant) inhibitie.

### **3.3 Economische analyse en businessplan**

De economische analyse is door Saria uitgevoerd op basis van beschikbare gegevens binnen het bedrijf.

## 4. Resultaten

### 4.1 Is er meerwaarde te halen uit visafval in de platvisvisserij: communicaties en proces

Zoals aangegeven in hoofdstuk 2 is de centrale vraag in dit project of er meerwaarde te halen is uit visafval (koppen, staarten en ingewanden, en discards) in de platvisvisserij en of een dergelijke aanvoer economisch rendabel kan zijn. Tijdens de vijf projectvergaderingen is deze vraag continue aan de orde geweest. Tabel 1 geeft een overzicht van projectvergaderingen, hetgeen besproken is en de belangrijkste uitkomsten. Het proces had een verkennend karakter, wat in de besprekingen, de gemaakte keuzes en resultaten tot uiting komt.

Voor een meer gedetailleerde weergave wordt verwezen naar de project verslagen, bijgevoegd in bijlage A tot en met E.

Tabel 1. Overzicht van projectvergaderingen en uitkomsten.

Vergadering	Plaats	Datum	Uitkomsten
M1	Urk	03/04/2013	<ul style="list-style-type: none"><li>• Kennismaking deelnemers.</li><li>• Schatting hoeveelheden reststromen vis.</li><li>• Organiseren monsternamen van schol ingewanden.</li></ul>
M2	telefoon	23/07/2013	<ul style="list-style-type: none"><li>• Producteisen voor Saria.</li><li>• Idee om ook koppen en staarten mee te nemen.</li><li>• Planning eerste hydrolyse experimenten in oktober 2013.</li></ul>
M3	Urk	21/10/2013	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ideeën voor de opvang van het visafval aan boord.</li><li>• Presentatie van de hydrolyse methode aan boord door IMARES.</li></ul>
M4	IJmuiden	06/03/2014	<ul style="list-style-type: none"><li>• Resultaat van de hydrolyse proeven van FBR onder begeleiding van IMARES.</li><li>• De eiwit gehaltes van schol, schar en poon werden gepresenteerd.</li><li>• Het gebruik van ondermaatse vis en benthos (discards) is bekeken.</li><li>• Het eiwit gehalte was 60-75% op droge stof basis. Seizoensinvloeden kwamen aan het licht in het vetgehalte: laag in het voorjaar en hoog in het najaar.</li><li>• De belangrijkste producten lijken vismeel en visolie te zijn. Men verwacht inkomsten hieruit van ca. €200/ton.</li><li>• Geertruida denkt dat €500/ton nodig zal zijn om uit de kosten te komen.</li><li>• Andere mogelijke producten: een halffabricaat voor diervoeding en de productie van vismeel en visolie van hoge kwaliteit, maar daarvoor zijn alleen koppen en staarten geschikt.</li><li>• Schol lijkt de belangrijkste en meest interessante soort, daarnaast wellicht grauwe poon.</li><li>• Met ingewanden zijn mogelijk antioxidanten te maken.</li></ul>

Vergadering	Plaats	Datum	Uitkomsten
M5	Urk	18/12/2014	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kennismaking nieuwe deelnemers (FBR).</li> <li>• Presentatie over verwerking van stripafval.</li> <li>• Proces aan boord door FBR in lab experimenten bekeken. Schol, scholingewanden en kabeljauw zijn bekeken. Verder is gekeken naar poon.</li> <li>• Mate van hydrolyse en eigenschappen werden bestudeerd (DPP-IV en DPPH).</li> <li>• Hydrolyse m.b.v. vis eigen enzymen zijn nog niet bekeken.</li> <li>• Concluderend: vismeel gemaakt van schol is een interessant product met ACE remmende eigenschappen. De bioactieve peptiden verantwoordelijk voor deze eigenschappen zouden hieruit geïsoleerd kunnen worden. De 'press cake' die vrij komt tijdens het proces van de productie van vismeel bevat ook interessante bestanddelen. Daarnaast bleek vooral de DPPH activiteit (antioxidant werking) veelbelovend.</li> <li>• Stripafval biedt kansen als je het kan combineren met discards. Het gebruik van alleen ingewanden geeft geen economisch perspectief.</li> <li>• Poon als ruw materiaal heeft potentieel, maar de vraag is of dit te combineren is met discards. De bioactieve peptiden in poon bleken een DPPIV remmend effect te hebben.</li> <li>• Bioactieve peptiden uit zijstromen van de vismeel productie (o.a. sticky water) en ook de bioactieve peptiden uit poon zijn interessant voor de ontwikkeling van high 'added value' producten uit discards en vismeel producten.</li> <li>• De productie van een halffabricaat aan boord, zoals bijvoorbeeld een hydrolysaat door het integreren van een hydrolyse stap aan boord is niet interessant zonder een hogere prijs voor het halffabricaat t.o.v. het uitgangsmateriaal,</li> <li>• Voorlopig loont alleen opslag aan boord.</li> </ul>

#### 4.2 Wat voor producten zijn uit het visafval te halen en met welke verwerkingsprocessen?

Gedurende het project zijn een aantal verschillende verwerkingsprocessen verkend. Hierbij is gefocust op verwerkingsprocessen voor visafval (koppen en staarten en ingewanden) en discard vis (ondermaatse schol, poon) en niet op procesafval (reststroom aan land), graten (reststroom aan land) of op bodemdieren (benthos discards). Gedurende het project zijn de volgende verschillende verwerkingsprocessen onderscheiden (Figuur 1):

- A) De verwerking van ingewanden aan boord van het schip (ingewanden).
- B) De verwerking van discards uit de visserij.
- C) De verwerking van stripafval aan land.

Om iets over mogelijke halffabricaten en eindproducten te kunnen zeggen is het nodig de samenstelling van de verschillende materiaalstromen (uit discards en stripafval) te analyseren. De mogelijkheid van een productieketen wordt bepaald door de samenstelling van het materiaal, de denkbare en technische realiseerbare processen (aan boord of aan de wal) en de economische haalbaarheid ervan, bepaald door de kosten van de productie en investeringen vs. de opbrengsten voor de verschillende partijen.

In de begin fase van het project is de mogelijke meerwaarde van eiwitfracties in bijproducten geanalyseerd. Bij de verwerking van de bijproducten van de visserij is gekozen voor de processen: verwerking van stripafval (aan boord), verwerking van stripafval (aan land) en verwerking van het ruwe product (vis) (Figuur 1). Deze stap is gezet om duidelijk in kaart te brengen welke kansen er voor eindproducten zijn, welke voornamelijk afhankelijk zijn van de inhoud aan stoffen van het ruwe materiaal (stripafval, hele vis, kop/staart).

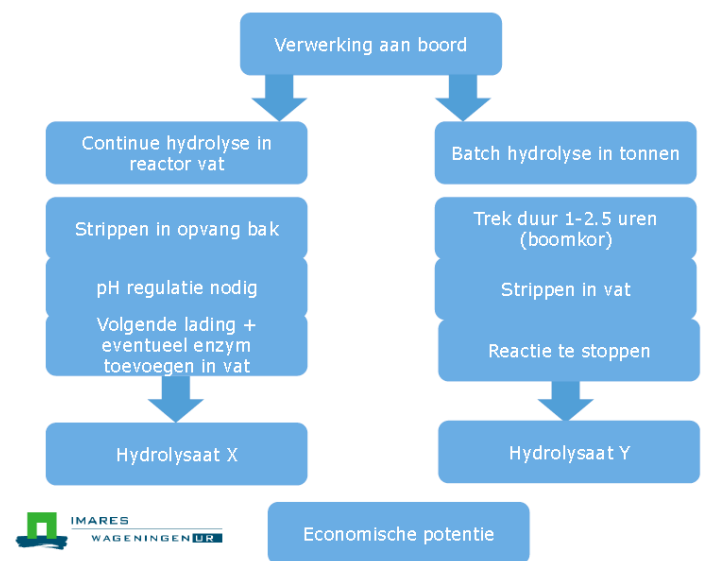
Er is om te beginnen een screening uitgevoerd naar eiwitgehalte, vetgehalte, asgehalte en de mogelijkheden voor de productie van bioactieve peptiden door middel van hydrolyse. Eiwit en vet/olie producten zijn allemaal in te zetten voor de productie van hoogwaardige eindproducten. Eiwit en vet/olie zijn hierbij halffabricaten.



Figuur 1. Verkenning producten en uitgangsmaterialen.

De mogelijke verwerking van bijproducten aan boord van het schip is weergegeven in Figuur 2. Er is gekozen om te beoordelen wat de kansen zijn voor een continu proces en een batch proces aan boord. Voorafgaand aan de experimenten is uitvoerig gesproken over de praktische haalbaarheid. Hieruit blijkt dat er veel praktische bottlenecks zijn, die wel te overbruggen zijn, maar alleen als de eindprijs van het te genereren product voldoende is. Om deze reden is ingezet op de meest hoogwaardige vorm voor producten, namelijk bioactieve peptiden. Technische bottlenecks zijn onder andere ruimtegebrek (installatie tanks, aanpassing schip, etc.), procesaansturing (installatie en hygiëne), praktische uitvoerbaarheid aan boord (personeel, vistijden, verwerkingstijden, etc.).

Tevens is gekozen om de hydrolyse niet uit te voeren met vis eigen enzymen, maar uit te gaan van commercieel beschikbare hydrolyse enzymen. Dit om een maximaal rendement (hydrolysegraad) te verkrijgen en het proces te kunnen sturen. Daarnaast heeft het als doel bederf en oxidatie te minimaliseren.



Figuur 2. Processtromen voor hydrolyse aan boord van een visserijsschip. Twee mogelijke hydrolyse processtypen worden belicht: een continu en een batch proces.

#### 4.2.1. Analyses uitgevoerd door VFC/Lipromar

De resultaten van de analyses uitgevoerd door VFC/Lipromar (Cuxhaven) zijn opgenomen in Bijlage F.

#### 4.2.2 Analyses uitgevoerd door 'Food and Biobased Research

De resultaten van de door FBR uitgevoerde analyses en hydrolyse experimenten zijn opgenomen in Tabel 1Tabel 2.

##### 4.2.2.1 Eiwit hydrolyses en bioactieve peptiden in visserij bijproducten

Uit de analyses blijkt dat er een grote variatie is in de hydrolysegraad (DH) en de gevonden gehalten (in mg/ml) van de bioactieve peptiden: ACI-I, DPP-IV en DPPH-I. Dit is op te maken uit het feit dat voor sommige enzymen (Alcalase en Newlase F) inhibitie wordt gemeten van met name DPPH-I. Dit is af te leiden uit de lagere IC<sub>30</sub> voor DPPH-I t.o.v. het FBR referentie hydrolysaat. Daarnaast blijkt dat Newlase F als enzym de beste potentie geeft, deze geeft over het algemeen een groter aantal resultaten die beter zijn dan de referentie. Het waarnemen van inhibitie boven de bewezen standaarden laat zien dat er potentie is voor een commerciële productie van bioactieve peptide uit deze grondstoffen (nog niet over de economische haalbaarheid). De resultaten van de uitgevoerde separate analyses door VFC/Lipromar zijn opgenomen in Bijlage F. Duidelijk is dat alle productgroepen DPPH-I inhibitie vertonen. Dit is af te leiden uit de lagere IC<sub>30</sub> voor DPPH-I t.o.v. de het FBR referentie hydrolysaat. Daarnaast is af te leiden dat sommige soorten, zoals zeeduivel en poon interessante resultaten geven op zowel ACE-I als DPPH-I inhibitie. Hierdoor bestaat de kans dat uit ruwe uitgangsmaterialen (bijproducten), zoals zeeduivel ingewand en poon, hoogwaardige materialen geproduceerd kunnen worden. De remmende werking kan ook afkomstig zijn van andere bronnen, zoals de eventueel aanwezige visresten in de darmen. Dit dient nader onderzocht te worden.

Echter, de peptiden die aanwezig zijn in de (gehydrolyseerde) uitgangsmaterialen kunnen mogelijk ook uit andere bronnen verkregen worden. Bijvoorbeeld uit tussen producten binnen de vismeel productie.. Als dit het geval is zal een (eind)producent altijd kiezen voor de voordeligste (of kwalitatief hoogwaardigste) grondstof.

Om helder te krijgen of de bioactieve peptiden, die inhibitie veroorzaken van DPPH-I, DPPH-IV en ACE, ook voorkomen in de tussen producten tijdens de productie van vismeel, is dit nader onderzocht.

Tabel 2. Eiwit hydrolyses en bioactieve peptiden in visserij bijproducten. Urinezuur en hydrolysaat van FBR dienen als controle standaarden.

Monster	Eiwitgehalte op basis van droge stof (%)	Hydrolyse met Alcalase (5 uur)				Hydrolyse met Newlase F (5uur)			
		DH (%)	ACE-I IC50 (mg/ml)	DPP-IV-I IC50 (mg/ml)	DPPH-I IC30 (mg/ml)	DH (%)	ACE-I IC50 (mg/ml)	DPP-IV-I IC50 (mg/ml)	DPPH-I IC30 (mg/ml)
1.	Hele schol	26.2	0.23	3.9	3.5	14.6	0.12	4.0	0.6
2.	Schol ingewanden	63.3	0.32	3.0	6.3	25.6	0.14	3.4	0.8
3.	Schollever	25.3	0.33	3.6	>5	22.0	0.13	2.9	1.0
4.	Schol ingewanden gekookt	30.3	0.19	4.6	>5	21.2	0.17	2.9	1.3
5.	Tarbot ingewanden	36.7	0.25	3.2	>5	29.8	0.16	3.0	0.6
6.	Kabeljauw ingewanden	37.4	0.21	3.0	1.2	33.8	0.11	2.3	0.5
7.	Zeeduivel ingewanden	25.8	0.11	4.9	1.0	23.6	0.09	1.9	1.0
8.	Schar kop/staart	27.6	0.15	3.3	>5	16.3	0.10	3.1	0.9
9.	Poon kop/staart	28.7	0.10	2.9	>5	20.2	0.07	2.1	0.4
Ref.	Hydrolysaat FBR	23.3	0.06	0.6	5.2	23.3	0.06	0.6	5.2
	Urinezuur		-	-	0.3	-	-	-	0.3

#### 4.2.2.2 Analyse van bioactieve peptiden in de tussenstappen/zijstromen bij productie van vismeel

Op 17 april 2014 is 24.86 ton schol bijproduct verwerkt in een kleine proceslijn (van de firma VFC/Lipromar). Gedurende het proces zijn er sub-samples genomen van het uitgangsmateriaal kop en staart ('raw material'), de vloeibare fractie en het vismeel (schol). Deze zijn geanalyseerd op de effecten door bioactieve peptiden, eiwitgehalten en as gehalten.

Uit het proces is door VFC/Lipromar 4.25 ton schol vismeel geproduceerd, dit is 17.1% van het uitgangsmateriaal. Er is geen schol olie geproduceerd, omdat er in de geteste grondstof onvoldoende olie aanwezig was noodzakelijk voor een goede scheiding. De resultaten van het eiwit, as en vetgehalte geanalyseerd door VFC/Lipromar zijn opgenomen in bijlage F.

Op 28 april 2014 heeft het laboratorium van FBR de monsters uit de tussenstappen/zijstromen bij de productie van vismeel in behandeling genomen. In Tabel 3 zijn de aangeleverde monsters weergegeven. Deze zijn verwerkt conform de volgende stappen ( VFC/Lipromar):

- Uitgangsmateriaal (Monster R140417A-C).
- Verhitte en vermalen (Monster H140417A-C).
- Scheiden van de vloeibare fractie ('press cake'), vet (vis olie) en oplosbare fractie (waterfase) (Monster S140417A-C).
- Drogen, waarbij de 'press cake' en 'soluble (opgeloste fractie)' tot vismeel wordt vermengd (Monster M140417A-C).

Tabel 3. Aangeleverde monsters en karakteristieken, monsternamen zijn verricht in een pilot productie proces bij VFC/Lipomar.

Monster code	Type	Bemonsterings-tijd	Monster volume	Opslagwijze
R140417-A	Uitgangsmateriaal	1 uur na start productie	2 x ca. 0.5 kg	-18°C
R140417-B	Uitgangsmateriaal	Halverwege productie	2 x ca. 0.5 kg	-18°C
R140417-C	Uitgangsmateriaal	1 uur voor eind productie	2 x ca. 0.5 kg	-18°C
S140417-A	Schol vloeibare fractie <sup>2)</sup>	1 uur na start productie	2 x ca. 0.5 kg	-18°C
S140417-B	Schol vloeibare fractie <sup>2)</sup>	Halverwege productie	2 x ca. 0.5 kg	-18°C
S140417-C	Schol vloeibare fractie <sup>2)</sup>	1 uur voor eind productie	2 x ca. 0.5 kg	-18°C
M140417-A	Schol meel <sup>3)</sup>	1 uur na start productie	2 x ca. 0.5 kg	-18°C
M140417-B	Schol meel <sup>3)</sup>	Halverwege productie	2 x ca. 0.5 kg	-18°C
M140417-C	Schol meel <sup>3)</sup>	1 uur voor eind productie	2 x ca. 0.5 kg	-18°C
H140417-A	Schol hydrolysaat <sup>1)</sup>	1 uur na start productie	Zie *	+15°C
H140417-B	Schol hydrolysaat <sup>1)</sup>	Halverwege productie	Zie *	+15°C
H140417-C	Schol hydrolysaat <sup>1)</sup>	1 uur voor eind productie	Zie *	+15°C

\* De analyses op de ruwe producten werden onder de volgende condities uitgevoerd: Alle monsters van dezelfde fractie zijn gepoold (A, B, C). De hydrolyses zijn uitgevoerd conform de methoden, zoals vermeld in Bijlage G. Hierbij was de hydrolyse-duur 5 uren. 1) Na verhitten en vermalen van het uitgangsmateriaal, 2) Scheiden van de vloeibare fractie ('press cake'), vet (vis olie) en oplosbare fractie (waterfase), 3) Drogen, waarbij de 'press cake' en 'soluble (opgeloste fractie)' tot vismeel wordt vermengd.



Tabel 4. Resultaat na 5 uur hydrolyse met enzym Alcalase of enzym Newlase F, gemiddeld resultaat van monsters 140417 A, B en C.

Gevriesdroogde supernatanten na hydrolyse (5 h, 2x2% enzym t=0, t=3h)								
	Eiwit gehalte (%)	Enzym	Eiwit gehalte (%)	Eiwit opbrengst (5)	Hydrolyse graad (%)	ACE-I IC50 (mg/ml)*	DPP-IV IC50 (mg/ml)*	DPPH-I IC30 (mg/ml)*
Uitgangsmateriaal	11	Alcalase	80±1.9	65±9.1	24±1.8	0.31±0.16	6.3±1.8	2.3±1.7
Vismeeel	63		85±2.7	87±0.9	25±1.0	0.23±0.04	5.0±0.3	1.1±0.3
Opgeloste fractie	6		77±3.3	95±6.4	25±0.6	>1	>10	0.8±0.2
Resultaten schol eerdere experi- ment			79	83	26	0.23	3.9	3.5
Uitgangsmateriaal	11	Newlase F	54±3.5	53±5.6	14±1.6	0.38±0.07	8.8±2.2	2.0±1.0
Meel	63		57±2.1	55±3.2	15±1.2	0.32±0.13	7.0±2.5	1.7±0.4
Opgeloste fractie	6		85±1.8	98±11.8	11±0.9	>1	>10	3.5±0.8
Resultaten schol eerdere experi- ment	76		100	15	0.12	4.0	0.6	
Referentie FBR:			100		23	0.08	0.8	5.2
Referentie Ureaumzuur								0.5

Uit de gegevens in Tabel 4 kan geconcludeerd worden dat er geen ACE inhibitie is voor het hydrolyseproduct uit de opgeloste fractie. De IC50 is veel hoger voor ACE inhibitie in de opgeloste fractie dan de referentie waarde (FBR standaard). Hydrolyse met Alcalase geeft vergelijkbare resultaten tussen het uitgangsmateriaal en het vismeel voor ACE remming. De IC50 concentratie voor de ACE-inhibitie is voor het enzym Newlase F enigszins hoger dan bij Alcalase. De IC50 concentratie is de concentratie waarbij 50% van de enzymatische activiteit is geremd, en is hiermee een indicator voor de sterkte van de werking van de remming.

Voor DPP-IV inhibitie zijn de resultaten niet veelbelovend. De IC50 ligt in alle gevallen onder die in de referentie monsters. Voor DPPH geldt dat zowel de vismeel als de opgeloste fractie bij hydrolyse met Alcalase veelbelovende resultaten geeft. De antioxidant werking is hoog.

Dit laat zien dat in sommige gevallen de bioactiviteit niet alleen te vinden is in het uitgangsmateriaal, maar dat een zeldzame soort activiteit gevonden kan worden in monster genomen uit tussenstappen/zijstromen bij de productie van vismeel (bv. Sticky water). Dit biedt perspectieven voor producten met toegevoegde waarde ('added value') uit tussenstappen/zijstromen bij de productie van vismeel. Wederom geldt dat dit ook aan boord van het schip kan gebeuren, maar de meerkosten, a.g.v. de niet aanwezige schaalgrootte, voor het uitgangsmateriaal wegen niet op tegen de meerprijs die betaald moet worden voor vers aangeland product (schol als consumptie vis) (expert inschatting visserijpartners).

De toegevoegde waarde voor een hoge kwaliteit scholbijproduct is zeker aanwezig. Deze schol kan als hoogwaardig vismeel verwerkt worden en in humane voedselketens. De toegevoegde waarde voor bijproducten wordt dan vooral bij de visserij neergelegd als er een hoog waardig en hoog kwalitatief product aangeleverd kan worden (zie 'business case'). Het garanderen van de juiste omstandigheden voor een hydrolyse aan boord van het schip is nog niet mogelijk, doordat het proces nog onvoldoende robuust

ontwikkeld is. De huidige scheepsontwerpen bieden minder flexibiliteit om dergelijke fijngevoelige processen in te richten. Dit komt door ruimtegebrek, benodigde energietoevoer, en gebrek aan de beheersing van procescondities. In principe is een deel van de maatregelen technisch te realiseren. Het geniet voor de industrie de voorkeur als bijproducten in de fabriek verwerkt worden, zonder een processtap aan boord van het schip. Hiermee worden een groot aantal investeringen vereenvoudigd en procesrisico's (procesbeheersing) ondergebracht onder de juiste condities (kennis, kunde, materiaal, schaalgrootte). Voorbewerkingsstappen, zoals bijvoorbeeld het koelen van de grondstof aan boord blijven mogelijk noodzakelijk.

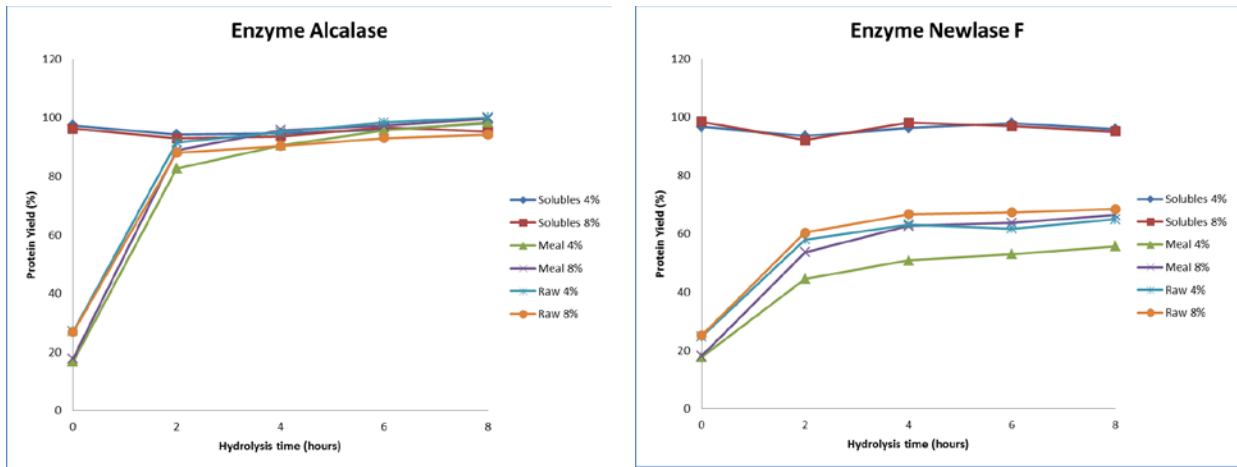
Dit omdat de omstandigheden bij de huidige demersale vloot aan boord onvoldoende perspectief bieden om het hydrolyseproces conform de gewenste standaarden en meet-en regeltechniek uit te voeren.

Verwerking in de fabriek, zonder voorbewerking aan boord, heeft hierdoor mogelijk de voorkeur, tenzij een batch-gewijze verwerking aan boord wordt toegepast. Dit maakt het proces robuuster en eenvoudiger om aan boord uit te voeren. Hierom is in het volgende experiment gekozen om de effecten van hydrolyseduur op de hydrolyse resultaten te beoordelen. Dit is gedaan om te bezien of een batch proces haalbaar is. In de praktijk betekent dit dat het hydrolyseproces na enige tijd wordt stopgezet, om de ideale hydrolyse duur te verkrijgen.

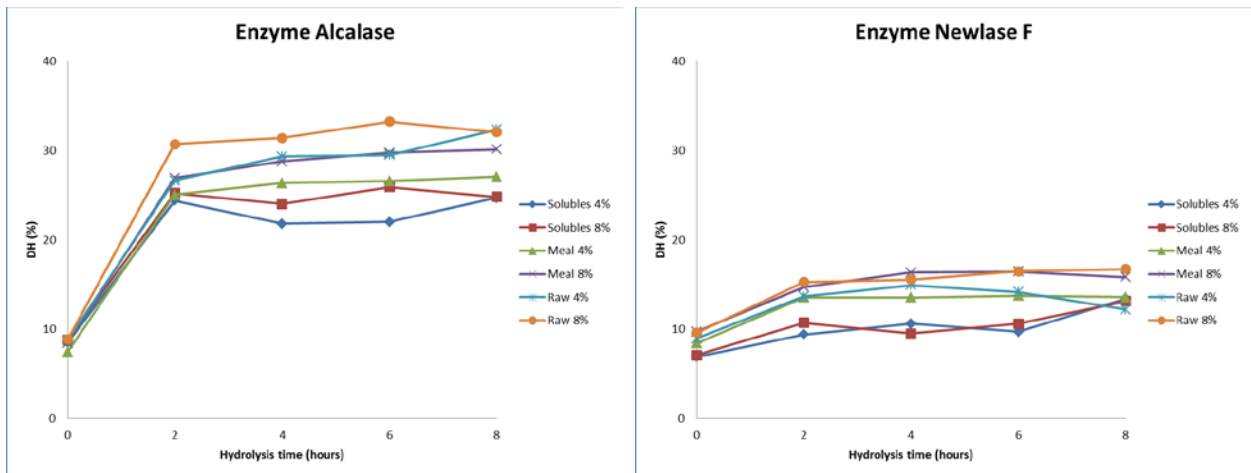
Om een inschatting te kunnen maken van de parameters die nodig zijn om het hydrolyseproces functioneel te laten verlopen is het volgende experiment uitgevoerd dat gericht is op de vaststelling van de meest optimale hydrolysetijd. De hydrolyses zijn conform de methoden uitgevoerd, waar bemonstering van de hydrolyse plaats vond op 0, 2, 4, 6 en 8 uren hydrolysetijd.

In dit experiment zijn de uitgangsmaterialen, vismeel en opgeloste fracties ('solubles') (A, B en C) bij elkaar gebracht. Hier is met 4% (Alcalase) en 8% (NewLase F) enzym een hydrolyse ingezet. De data staat separaat in Bijlage G.

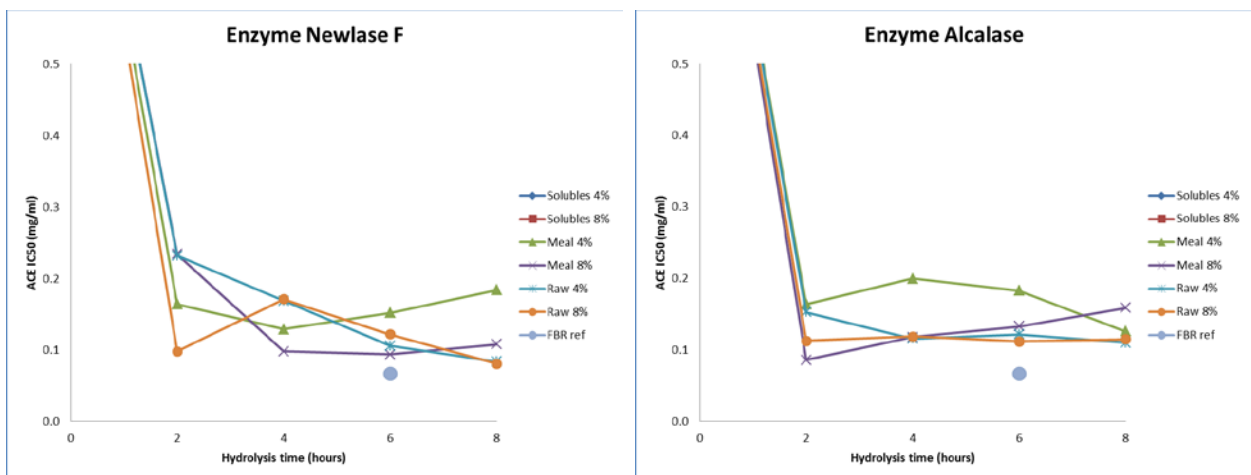
De resultaten zijn weergegeven voor de eiwitopbrengst (Figuur 3), de hydrolyse graad (Figuur 4), Angiotensin Converting Enzyme (ACE), inhibition (Figuur 5), en antioxidant activiteit (DPPH assay) (Figuur 6).



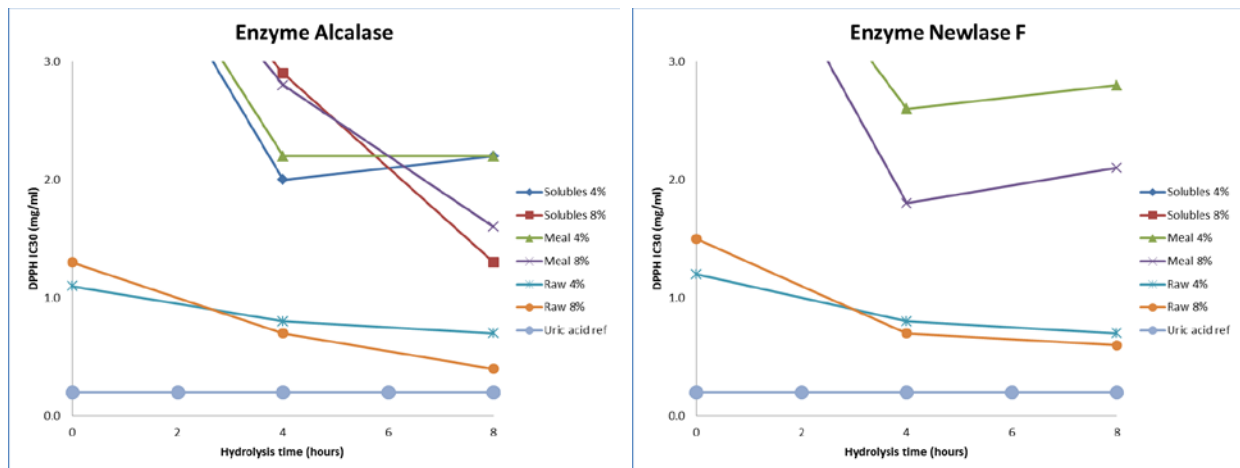
Figuur 3. Eiwit opbrengst van hydrolyse bij verschillende hydrolysetijden voor de enzymen Alcalase en Newlase F.



Figuur 4. Hydrolyse graad van hydrolyse bij verschillende hydrolysetijden voor de enzymen Alcalase en Newlase F. "Solubles" zijn de opgeloste (water) fracties in het vismeel productie proces. "Meal" is het geproduceerde vismeel. "Raw" zijn de ingangsmaterialen.



Figuur 5. ACE Remming van hydrolyse bij verschillende hydrolysetijden voor de enzymen Alcalase en Newlase F. "Solubles" zijn de opgeloste (water) fracties in het vismeel productie proces. "Meal" is het geproduceerde vismeel. "Raw" zijn de ingangsmaterialen.



Figuur 6. Antioxidante activiteit (DPPH assay) van hydrolyse bij verschillende hydrolysetijden voor de enzymen Alcalase en Newlase F. "Solubles" zijn de opgeloste (water) fracties in het vismeel productie proces. "Meal" is het geproduceerde vismeel. "Raw" zijn de ingangsmaterialen.

Uit de gegevens kan geconcludeerd worden dat een hydrolyseduur van 2 uur in de meeste gevallen voldoende is. De getoonde waarden nemen na 2 uur niet verder toe of af. Hierdoor is het proces kort te houden, en mogelijk in te passen in visserijactiviteiten. Hiermee kan een vereenvoudigd proces worden gerealiseerd, dat aan te passen is aan de omstandigheden aan boord. Dit in tegenstelling tot de eerdere aannames bij de complexere hydrolyseprocessen.

Voor beide geteste enzymen is er ACE remming voor zowel ruw materiaal en vismeel monsters. Dit is overeenkomstig de eerdere resultaten. Wederom kan worden vastgesteld dat er geen ACE remming aanwezig is in de opgeloste fractie.

Dit experiment laat zien dat het uitgangsmateriaal de beste antioxidant werking heeft. Dit kan komen door de aanwezigheid van bioactieve peptiden, maar ook door andere stoffen. Om zekerheid hierover te krijgen zullen de peptiden en overige stoffen in fracties geïsoleerd en getest moeten worden.

De analyses laten zien dat de ACE remming en de antioxidant werking vooral in de 'press cake' zit, aangezien de opgeloste fractie geen remmende werking heeft.

Om duidelijkheid te geven in de potentie van werking van schol hydrolysaten tot eind producten met toegevoegde waarde, is een vergelijking gemaakt met andere commercieel verkrijgbare producten. In een humane test (andere trajecten) met de referentie monsters van FBR (ACE-inhibitie  $IC_{50}=0.067$  mg/m en een eiwitgehalte van 100%) is een dosis van 2 gram hydrolysaat per dag toegediend (consumptie) aan deelnemers. In Tabel 5 is weergegeven hoe de schol hydrolysaten zich verhouden tot eerdere proeven.

Tabel 5. Dosis (g/dag) van een schol hydrolysaat dat nodig is om eenzelfde ACE inhibitie als 2 gram FBR referentie monster (zoals gebruikt in de humane test).

Schol monster	4 uur Hydrolyse met enzym (%)		Eiwit gehalte (%)	ACE-I IC50 (mg eiwit/ml)	Dosis / dag om in lage bloeddruk te resulteren (g)
Ruwe grondstof	Alcalase	4	78.0	0.116	4.4
		8	73.1	0.119	4.9
	Newlase F	4	67.2	0.169	7.5
		8	62.8	0.171	8.1
Meel	Alcalase	4	86.7	0.200	6.9
		8	84.4	0.118	4.2
	Newlase	4	72.0	0.129	5.3
		8	68.7	0.098	4.3
Referentie FBR			100	0.067	2

Uit Tabel 4 is af te leiden dat 4-8 gram schol hydrolysaat nodig is om een gelijkwaardige ACE remming te krijgen als in het FBR referentie monster (getest via humane testen). Deze informatie is waardevol voor de productie van eindproducten, omdat hieruit de haalbaarheid voor schol hydrolysaat producten is af te leiden. Voor schol is ongeveer 4.4 gram hydrolysaat nodig om gelijke effecten te behalen als met 2 gram referentie standaard (markt product).

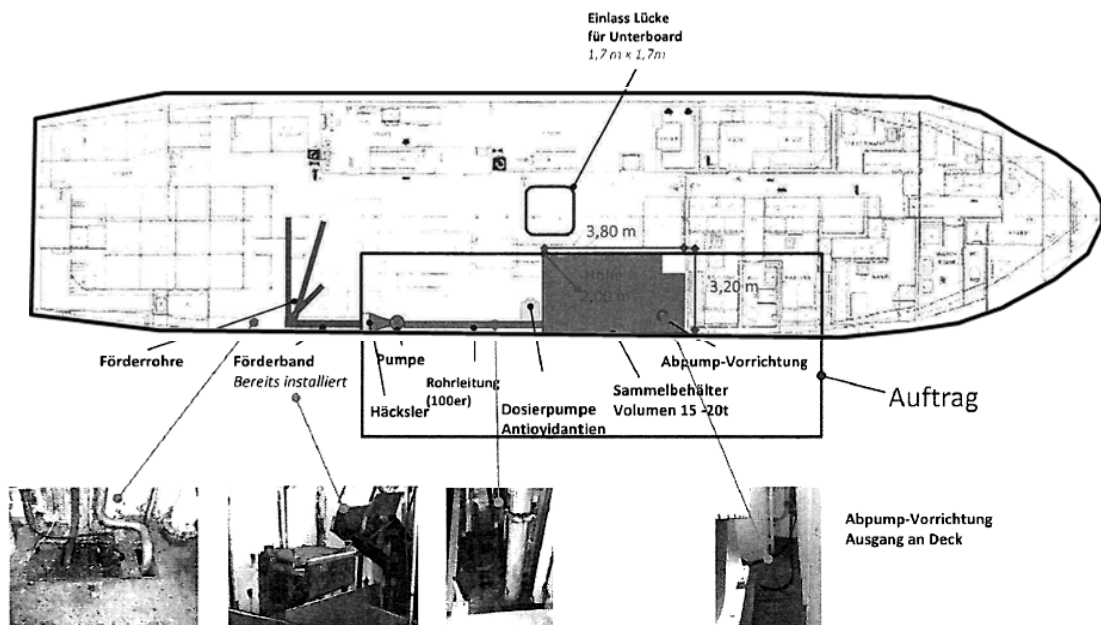
#### 4.3 Benodigde voorzieningen aan boord

Een van de kennisvragen was welke voorzieningen er nodig zijn om reststromen van vis op te vangen en op de juiste wijze op te slaan aan boord van een bedrijfsschip. Daarnaast is het belangrijk inzicht te krijgen in wat de kosten van deze voorzieningen zouden kunnen zijn. Uit de gehouden discussies zijn de minimale benodigde technische voorzieningen naar voren gekomen die nodig zijn om bijproducten te vervoeren, te stabiliseren en op te slaan. Een samenvatting is weergegeven in Tabel 6 (zie ook Bijlage F).

Tabel 6. Technische voorzieningen nodig voor vervoeren, stabiliseren en opslaan van bijproducten aan boord.

Technische voorziening	Specificaties
Trechter voor het extraheren van het ruwe materiaal	Volume: 300 l
Snij- of hakmachine	Debiet: 1 t/h Vermogen: 7.5 kW
Voedingspomp voor fijngehakte ruwe materiaal	Debiet: 1 t/h Vermogen: 2.2 kW
Voedingsstation voor toevoeging van mierzuur	Tank (IBC), doseringsklep, diafragma pomp, stromingsmeter 0.18 kW
Opslagvat voor het ruwe hydrolysaat	Volume 25 m <sup>3</sup> , met circulatie pomp 5 m <sup>3</sup> /h Vermogen: 2.2 kW
Rotatie pomp om ruw materiaal van boord te pompen	25 m <sup>3</sup> /h Vermogen: 5.5 kW

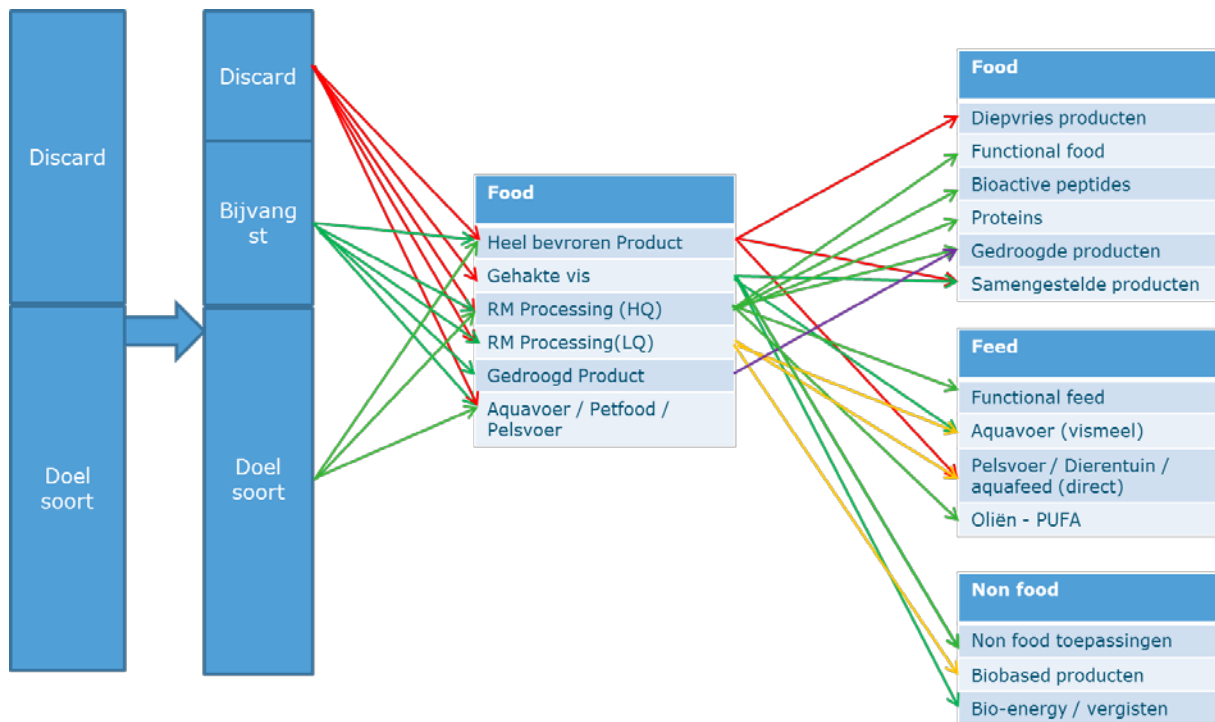
Voor ieder schip moeten apparatuur, afmetingen en dimensies worden aangepast op specifieke omstandigheden. Een voorbeeld van een mogelijke lay-out is gegeven in Figuur 7.



Figuur 7. Technische voorzieningen aan boord nodig voor vervoeren, stabiliseren en opslaan van bijproducten (voorbeeld)

#### 4.4 Mogelijke eindproducten

De vangst bestaat uit doelsoorten (meestal voor menselijke consumptie), discards en verwerkingsafval (snijafval: koppen en staarten, ingewanden). Productgroepen die in aanmerking kwamen voor verkenning zijn opgenomen in Figuur 8.



Figuur 8. Schets van de mogelijke product groepen. HQ betekent High Quality aanlevering, LQ betekent mindere kwaliteit.

Uit de uitgevoerde studies en discussies is gebleken dat alle bijproducten geschikt zijn voor de productie van vismeel. Afhankelijk van de mogelijkheden aan boord kan een verwerkingsstap aan boord ingezet worden. De industrie ziet dit op dit moment echter als niet haalbaar voor 'food grade' producten, aangezien de omstandigheden aan boord onvoldoende robuust (onvoldoende te beheersen op zee) zijn en niet aan de eisen voor de productie van voedingsmiddelen voldoen. Dit zou anders kunnen zijn na revisie van de schepen of bij nieuwbouw, zodat de eisen voor de productie van afgeleide voedingsmiddelen direct geïmplementeerd kunnen worden.

De optie om wel 'food grade' productie aan boord toe te passen in de toekomst, wordt dus open gehouden. Echter op basis van de huidige casussen lijkt er vooral een keten mogelijk voor direct gebruik van bijvangst en bijproducten. De ingewanden kunnen gebruikt worden voor niet 'food grade' doeleinden, zoals industriële oliën en diervoeding. Met name het inzetten (bij)producten met een hoge toegevoegde waarde is van belang om een hogere prijs aan de haven te ontvangen. Dit is niet per definitie het geval wanneer de standaard vismeel keten wordt ingezet. Hoge aandacht voor kwaliteit en verwerking is met name relevant voor de verwerking tot farmaceutische en 'food grade' doeleinden.

#### 4.3 Economische evaluatie

Een van de essentiële vragen binnen dit project is of er meerwaarde is te halen uit visafval in de platvisvisserij en of een dergelijke aanvoer economisch rendabel kan zijn. Zo ja dan moeten de te verwachten opbrengsten van het visafval of een halffabricaat daarvan hoger zijn dan de kosten die nodig zijn om de producten aan te leveren.

Een evaluatie door VFC/Lipomar laat zien dat de vissers verwachten 500€/MT ruwe grondstof (bijvangst) nodig te hebben om de kosten voor aanvoer te kunnen dekken (inschatting visserij).

VFC/Lipromar hebben op basis van de historische ervaring ingeschat dat de prijs voor ruwe grondstoffen 150-200€/MT mogen bedragen. Het ontwerp dat gemaakt is voor mogelijke aanpassingen aan boord van de schepen (in een scenario waarbij het product aan boord wordt gestabiliseerd door toevoeging van zuren (zie ontwerp Annex E, figuur 16) gaat gepaard met een investering van 110.000€ per schip (capaciteit opslag 25m<sup>3</sup>). De aanvulling op mankracht voor sortering en vullen worden geschat op 20.000€/jaar. Ingeschat wordt dat 40 visreizen per jaar worden uitgevoerd, waardoor totaal 500MT bijproduct en stripafval verwerkt worden (op basis van 50% belading van 25m<sup>3</sup> en 40 visreizen). Er wordt uitgegaan van een belading van 50% vis en 20% zuur. De kosten voor technisch zuur bedragen 500€/m<sup>3</sup>, en hiermee 100€ / container (1m<sup>3</sup>). Additionele brandstofkosten worden niet meegerekend, aangezien het schip al vaart. Er wordt van uitgegaan dat het schip niet vroegtijdig moet lossen.

De terugverdientijd op basis van een hoog risico project is 2 jaar. Een aanlandprijs van 200€/MT resulteert in een negatieve business case, waar een 500 €/MT een renderende business case voor de visserij zal zijn. 225€/MT wordt gezien als break-even prijs met ongeveer 2.5% Internal Rate of Return (IRR) na 10 jaar.

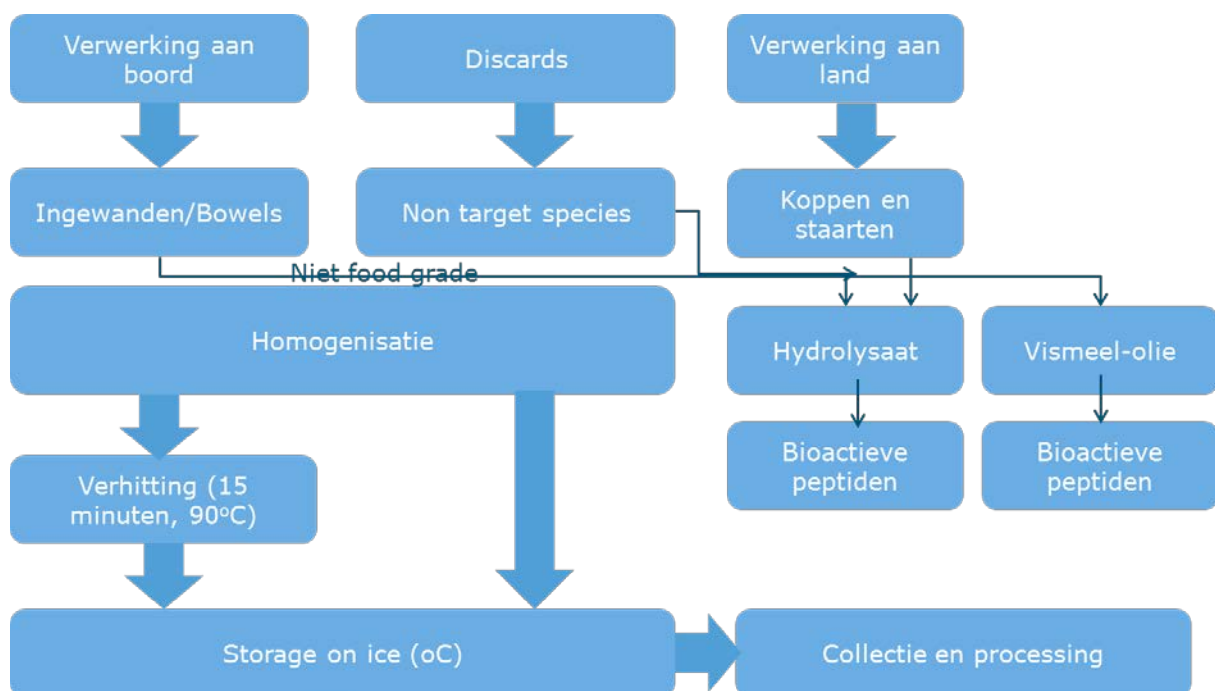
Bovenstaande gegevens zijn gebaseerd op het aanzuren/stabiliseren van bijproducten. Er is geen volledige economische berekening uitgevoerd voor de productie van een enzymatische hydrolyse (hoogwaardiger) aan boord van een schip.



## 5. Discussie

Uit de analyse blijkt dat er een grote variatie is in bioactiviteit (remming) van bioactieve peptiden. Dit is op te maken uit het feit dat voor sommige enzymen (Alcalase en Newlase F) inhibitie wordt gemeten van met name DPPH-I. Daarnaast blijkt dat Newlase F als enzym de beste potentie geeft. Hoe sterker de remmende werking van het hydrolysaat in de enzymatische reactie, des te groter is de potentie voor toepasbaarheid in eindproducten. Het waarnemen van remming van de inhibitie boven de bewezen standaarden laat zien dat er potentie is voor de productie van commerciële bioactieve peptiden. Dit is echter sterk afhankelijk van de economische haalbaarheid, in combinatie met de mogelijkheden voor verdere verwerking van de bijproducten. De productie van alleen bioactieve peptiden is niet voldoende om de waardeketen economisch maximaal te benutten.

In Figuur 9 zijn de verschillende procesvormen en productgroepen weergegeven. Duidelijk is dat alle productgroepen DPPH-I inhibitie hebben. Daarnaast is af te leiden dat sommige soorten, zoals zeeduivel en poon interessante resultaten geven op zowel ACE-I als DPPH-I inhibitie. Hierdoor bestaat de kans dat uit visafval als zeeduivel ingewanden en (ondermaatse) poon hoogwaardige materialen onttrokken kunnen worden. De remmende werking kan ook afkomstig zijn van andere bronnen, zoals aanwezige visresten in de darmen, dit dient nader onderzocht te worden.



Figuur 9. Verschillende procesvormen en productgroepen.

Bij de huidige condities in de markt zullen de bijproducten van schol minder dan 200 €/MT opbrengen in vangsten in het najaar, en minder dan 150 €/MT in het voorjaar. Iets hogere prijzen zouden in de pelsdiervoer of in de huisdiervoer industrie betaald kunnen worden afhankelijk van marktomstandigheden. De door de vissers gewenste opbrengst van 500 €/MT om extra kosten voor de aanvoer van dit materiaal te dekken zal echter niet worden gehaald. Dergelijke prijzen zouden alleen kunnen worden behaald, als functionele voedingscomponenten gevraagd in de voedingsmiddelen- en diervoederindustrie zouden kunnen worden geproduceerd uit deze grondstof. Berekeningen door VFC/Lipomar laten zien dat een kostprijs van 225 €/MT haalbaar is om een break even moment te creëren. Dit kan haalbaar zijn voor de visserij mits de scheepsonwerpen hierop uitgerust worden.

## 6. Conclusies

Bijproducten en bijvangsten van platvisserij zijn geschikt voor de productie van producten voor de voerindustrie (vismeeel en -olie). Deze keten bestaat o.a. in Nederland en Duitsland. Ondanks de relatief lage opbrengsten die voor deze bijproducten (stripafval, bijvangst en snijafval, zoals viskoppen en staarten), gebruikelijk zijn (100-200 €/MT) zijn er kansen om de producten tot meerwaarde te brengen. De prijzen zijn gebaseerd op de verhoudingsgewijs lage eiwit- en hoge as gehalten, voor een laagwaardig vismeel in vergelijking tot hoge kwaliteitsvismeel (met een eiwitgehalte van 64-72%). Bewerking van het materiaal kan hier een stabiliserende en eventueel waarde verhogende werking hebben.

Er is vraag naar soort-specifieke schol meel in de diervoeder en de huisdiervoeder ('pet food') industrie. Visolie (schololie) kan alleen van visafval in de herfstperiode geoogst worden, omdat de vetgehalten alleen dan voldoende zijn. Deze oliën hebben een typisch mariene vetzuurprofiel met EPA (Eicosapentaeenzuur) en DHA (docosahexaeenzuur) concentraties van ongeveer 16%. Dat is nog steeds beneden de waarden die gevonden worden voor haring (18-20%), kabeljauw lever (19-22%) of makreel olie (24-27%) (Data afkomstig van vis oliën geproduceerd door VFC/Lipomar). Het aanleveren van gesorteerde of voorbereide vis kan bijdragen aan een verhoogde afzetprijs voor de afnemer.

De door de vissers noodzakelijk geachte opbrengst van 500 €/MT grondstof (vis of silage) wordt naar schatting van afnemende partijen bij lange na niet gehaald. Om break-even te draaien is een kostprijs van 225 €/MT nodig. Dit kan haalbaar zijn voor de visserij mits de scheepsontwerpen hierop uitgerust worden. Om een betere opbrengst te krijgen is het nodig om functionele voedingscomponenten, zoals hoogwaardige functionele eiwitten en gehydrolyseerde eiwitfracties voor de voedingsmiddelen- en diervoederindustrie te produceren uit dit visafval.

Een van de mogelijkheden voor hoogwaardige inhoudsstoffen zijn bioactieve peptiden. Deze worden geproduceerd door eiwit te hydrolyseren tot peptiden. Er is een grote variatie in bioactiviteit (remming van specifieke enzymen) van bioactieve peptiden. Dit is op te maken uit het feit dat voor sommige enzymen (Alcalase en Newlase F) inhibitie wordt gemeten van met name het enzym DPPH-I (antioxidant werking). Daarnaast geeft het hydrolyse enzym Newlase F de beste potentie voor een robuuste hydrolyse. Hoe sterker de remmende werking van het hydrolysaat in de enzymatische reactie, des te groter is de potentie voor toepasbaarheid in eindproducten. Het waarnemen van remming van de enzym activiteit boven de bewezen standaarden laat zien dat er potentie is voor de productie van commerciële bioactieve peptiden. Dit is echter sterk afhankelijk van de economische haalbaarheid, in combinatie met de mogelijkheden voor verdere verwerking van de bijproducten. De productie van alleen bioactieve peptiden is niet voldoende om de waardeketen economisch maximaal te benutten.

Duidelijk is dat alle productgroepen (ruwe grondstof, verschillende vissoorten en verschillende visfracties (stripafval, koppen, staarten, etc.) DPPH-I inhibitie hebben. Daarnaast is af te leiden dat sommige soorten, zoals zeeduivel en poon interessante resultaten geven op zowel ACE-I als DPPH-I inhibitie. Hierdoor bestaat de kans dat uit visafval als zeeduivel ingewanden en (ondermaatse) poon hoogwaardige materialen onttrokken kunnen worden. De remmende werking kan ook afkomstig zijn van andere bronnen, zoals aanwezige visresten in de darmen. Dit dient nader onderzocht te worden.

Bij de huidige condities in de markt zullen de bijproducten van schol minder dan 200 €/t opbrengen in vangsten in het najaar, en minder dan 150 €/t in het voorjaar. Iets hogere prijzen zouden in de pelsdiervoeder of in de huisdiervoeder industrie betaald kunnen worden afhankelijk van marktomstandigheden. De door de vissers gewenste opbrengst van 500 €/t om extra kosten voor de aanvoer van dit materiaal te dekken zal echter niet worden gehaald. Dergelijke prijzen zouden alleen kunnen worden behaald, als functionele voedingscomponenten gevraagd in de voedingsmiddelen- en diervoederindustrie zouden

kunnen worden geëxtraheerd uit deze grondstof. Berekeningen door VFC/Lipomar laten zien dat een kostprijs van 225 €/MT haalbaar is om een break even moment te creëren. Dit kan haalbaar zijn voor de visserij mits de scheepsontwerpen hierop uitgerust worden.

De door de vissers noodzakelijk geachte opbrengst van 500 €/t wordt naar onze schatting (150- 200 €/t) bij lange na niet gehaald. Om een betere opbrengst te krijgen is het nodig om functionele voedingscomponenten, zoals hoogwaardige functionele eiwitten en gehydrolyseerde eiwitfracties voor de voedingsmiddelen- en diervoederindustrie te extraheren uit dit visafval. Daarnaast dient het verdienmodel voor de visserij met name gezocht te worden in voorbereiding van halffabricaten om een meerprijs te kunnen verkrijgen boven de afzetprijs voor onbewerkte ruwe grondstoffen.

## **7. Kwaliteitsborging**

IMARES beschikt over een ISO 9001:2008 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem (certificaat-nummer: 124296-2012-AQ-NLD-RvA). Dit certificaat is geldig tot 15 december 2015. De organisatie is gecertificeerd sinds 27 februari 2001. De certificering is uitgevoerd door DNV Certification B.V. Daarnaast beschikt het chemisch laboratorium van de afdeling Vis over een NEN-EN-ISO/IEC 17025:2005 accreditatie voor testlaboratoria met nummer L097. Deze accreditatie is geldig tot 1 april 2017 en is voor het eerst verleend op 27 maart 1997; deze accreditatie is verleend door de Raad voor Accreditatie.

## **Dankwoord**

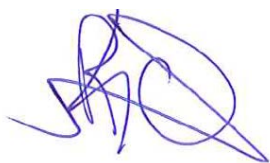
Dit rapport is tot stand gekomen door financiering van Europees Visserijfonds: Investering in duurzame Visserij. Bijdragen in de rapportage zijn mede geleverd door dor projectpartners VFC/Lipomar (Andreas Wohltmann en Oliver Schneider). De wetenschappelijke bijdragen voor hydrolyses en analyse op bioactieve peptiden zijn onder meer geleverd door Food and Biobased Research (FBR): Aart van Amerongen en Heleen Bosch,

## 8. Verantwoording

Rapport C005/15

Projectnummer: 430.1502.301

Akkoord: Rian Schelvis  
Projectleider Visserijonderzoek



Handtekening:

Datum: 08/07/2015

Akkoord: Dr. N.A. Steins  
Hoofd Afdeling Visserij



Handtekening:

Datum: 08/07/2015

## project VIP-VRV

### Verslag VIP VRV bijeenkomst M1 03 april 2013 van 11:00 – 13:30 uur te Geertruida B.V., Urk.

#### Agenda

1. Welkom
2. Voorstellen
3. Taakverdeling
4. Technische informatie over het product & proces door Saria
5. Bespreken projectplan
  - a. Technische uitvoering
  - b. Planning opnieuw doorlopen en waar nodig verduidelijken en actualiseren
  - c. Registratie/administratie aan boord (zo weinig mogelijk)
6. Financiële afspraken
  - a. Offertes
  - b. Rapportages & voorschotten
7. WVTTK
8. Sluiting.

Lijst van deelnemers		
Deelnemer	Aanwezig	E-mail adres
Raad en Daad	Alex Goudriaan (AG)	<a href="mailto:Alex@Subsidieraad.nl">Alex@Subsidieraad.nl</a>
Saria G.m.b.H.	Oliver Schneider (OS)	<a href="mailto:oliver.schneider@saria.com">oliver.schneider@saria.com</a>
VFC/ VFC/Lipromar	Bodo van Holten (BvH)	<a href="mailto:bodo.vonholten@saria.com">bodo.vonholten@saria.com</a>
Visser	Dieter Visser (DV)	<a href="mailto:d.visser@visserlauwersoog.nl">d.visser@visserlauwersoog.nl</a>
Geertruida B.V.	Meindert Koffeman (MK)	<a href="mailto:muun@hetnet.nl">muun@hetnet.nl</a>
Pensi Pri Solvo	Klaas Jelle Koffeman (KJK)	<a href="mailto:kjk281@googlemail.com">kjk281@googlemail.com</a>
Geertruida B.V.	Harmen Koffeman (HK)	<a href="mailto:jeltje@xs4all.nl">jeltje@xs4all.nl</a>
IMARES	Bob van Marlen (BvM)	<a href="mailto:bob.vanmarlen@wur.nl">bob.vanmarlen@wur.nl</a>

Naam = niet aanwezig

## Verslag

### 1. Welkom

AG heet deelnemers welkom.

### 2. Voorstellen

Ronde

BvM: RIVO IMARES, techniek visserij. VIP-producten.

OS: Achtergrond 5 jaar Wageningen University Aquacultuur, met EU project, daarna 5.5 jaar Yerseke onderzoeker, management met Henk vd Mheen. Nu hoofd onderzoek en product mgt Saria. Bedrijf houdt zich bezig met reststroomverwerking,. Saria maakt biologische producten, totaal 7000 personen in dienst. Saria is een holding maatschappij en gaat dit project begeleiden, Bodo en Dieter gaan het technische en logistieke werk doen. Er zijn verschillende categorieën gedefinieerd for animal by-products: K1, K2 en K3). K1 is risico, moet worden verbrand (bv. koeienhersenen). K2 is bv. een varken met beroerte (OS). K3 is alles wat overblijft bij verwerking van voedselproducten, voor diervoeding en speciale producten. Voorbeelden zijn: humane voeding vleesproducten, bv. varkensneuzen, gebruikt voor de markt in Azië, bij ons niet meer gevraagd. Ook medische producten worden gemaakt, bv. tegen bloedstolling. Op vrije markt actief. Uitgangspunt is om niets weg te gooien.

DV: Nu 2 jaar bij Saria, Visser is een familiebedrijf sinds 1870 en houdt zich bezig met vis, groente, nest (spiering IJsselmeer) voor de vismeelindustrie. We hebben 15 auto's rijden met vis by-products, haring, zalm (vette vis). Moederbedrijf is VFC sinds 2010.

Bodo: VFC bedrijfsleider, sinds 1983. We hebben drie vismeel fabrieken bij elkaar, deze zijn tot een teruggebracht met de focus op alleen fish by-products. We zijn een partner voor de visverwerkende industrie, en doen aan inzamelen, koken, pressen en drogen. We doen niet aan industrievisserij voor vismeel, alleen verwerking van vis (nevenproducten). MSC/ISO gecertificeerd. Proteïnen, en energiecomponenten. VFC/Lipomar is een nieuw bedrijf binnen VFC. We leveren nevenproducten met levensmiddelenkwaliteit, bv. omega 3 en 6 vetzuren. Er komt een nieuwe lijn voor proteïnen voor levensmiddelen.

AG: Subsidieadviseur, Raad & Daad sinds 12 jaar. Achtergrond: technische bedrijfskunde en werktuigbouw. Raad & Daad houdt zich bezig met subsidieverlening in de machinebouw, scheepsbouw, en de visserij. Waardevermeerdering en afvalverwerking deden het goed, dit is de reden dat ons voorstel werd goedgekeurd.

Harmen K: Directeur Geertruida BV sinds 1983. Boomkorvisserij.

KJK: Schipper FD281. Wij ondersteunen innovaties, bv. het HydroRig project, gericht op scholvissen met minder bodemberoering en minder bijvangst. Ik run nu een eigen advies en consultancy bureau: Pensi Pri Solvo. We houden ons o.a. bezig met H<sub>2</sub> in scheepsmotoren. Brandstofkosten zijn hoog in de visserij. Nu tot 30000 liter brandstof per week (5 etmalen), ca. 300 liter/u (100 u). Besomming is ongeveer: €35-50000, 30 ton schol per week, totaal 1.2 M kg per jaar. Tong (2200-2500 kg/week) wordt vooral gevangen in de Duitse Bocht, met minder kg halen we bij tong dezelfde omzet door hogere prijs. Scholprijs is (te) laag ca. 1.15-1.35 €/kg! Als we discards volledig zouden willen vermijden dan zouden we met 120 mm maaswijdte kunnen vissen, maar dit kan ook wel 100 mm worden (HK, KJK). Schol is relatief een magere vis, er zijn hieruit weinig olieproducten te verwachten (DV). Te verwachten volumestroom is 1.5\*1.2M kg per jaar.

### 3. Taakverdeling

Hoe gaan we dit verdelen? Eerst hoeveelheden schatten (OS). Wat kunnen we eruit halen, bv. uit 50 kg ingewanden. Hoe is de werk flow aan boord? Best is om aan boord te kijken, uit ruwmateriaal schatten wat er gedaan kan worden? Dan logistiek organiseren met DV om een keten op te zetten. IMARES kan optimaliseren van stappen van opslaan en verwerken. Kwaliteit beheerssysteem is ook nodig, van vangst tot halffabricaat (ligt ook bij IMARES). Ingewanden kunnen ook schelpen bevatten, dus seizoensinvloed (KJK). Moet je langer opslaan? Wat is dan de logistiek?

Tweede fase kan zijn het gebruik van de discards (na de ingewanden 'pilot'). Testen draaien, met vis discards en benthos aanvoer. Doe eerst een proef voor er veel ruchtbaarheid aan te geven. Later is een vrijstelling nodig voor het aanvoeren van discards, maar ook in het proefproces, je mag ze nu niet aan boord hebben bij inspecties (KJK). Let ook op het lossen van het afval. We hebben ervaring met 8 kisten op elkaar, dit is ca. 3m hoog, ons luik meet 1.5\*1.5m. Het lijkt me goed om klein te beginnen als 'pilot' en daarna de zaak op te schalen, dan weet je beter wat erin zit en wat eruit is te halen (BvM).

Discardgegevens zijn beschikbaar bij IMARES en ILVO. Dit verschilt niet veel per jaar (KJK). Als we weten hoeveel kg het is, dan kunnen we plannen. Hou er ook rekening mee, dat er chemicaliën moeten worden meegenomen (BvH). De opleggers van Visser zijn niet geschikt voor zure producten, wel voor K3 materiaal (DV). Twee tanks in het visruim en dan verpompen werkt veel gemakkelijker (KJK). Je hebt dan een tankopslag (30-50 ton) nodig in de haven, anders moet je op elk schip wachten met de wagen (DV). Dit zou kunnen worden gerealiseerd (KJK).

### 4. Technische informatie over het product & proces door Saria

Het basisproduct is Cat 3 vis proteïne en visolie. Deze kunnen worden gewonnen door autolyse onder bepaalde condities. Het proces dient 'KISS' (keep it simple and stupid) te zijn en robuust qua mechanisering, opslag, levensduur en geleverd halffabricaat. Er is binnen Saria ervaring met het stabiliseren van Cat 3 materialen onder dergelijke condities, die zal worden ingezet en uitgebreid gedurende het project.

### 5. Bespreken projectplan

#### a. Technische uitvoering

Visafval gaat nu naar de handelaar en niet naar de visserman (KJK). Veel gaat naar voer voor nertskeurrijen. Nertsmarkt is nu vooral gericht op China (OS). Deze industrie kan als voer K2 materiaal opnemen, kijk naar de productstromen en wetsbepalingen, K3 is duurder dan K2; de wereldbevolking stijgt en rijkdom ook, bv. Zuid-Afrika, de vraag naar voedselproducten neemt ook toe (BvH).

Vragen zijn: Wat zit erin?, welke afzetkanalen zijn er?, wie gaat het kopen, (OS). Tussenstappen zijn nodig, een product gaat nooit ineens naar de consument. Je moet eraan kunnen verdienen, anders is het ook niet duurzaam. Ingewanden gaan nu weer terug naar zee en worden door andere dieren gegeten, daar moet je ook aan denken. Denk aan vrijstelling voor aanlanden van ondermaatse vis voor dit project. Wat doe je aan boord? Maak je een halffabricaat aan boord (BvM)? Hoe moet je dit dan aan boord administreren (OS)? Vervoer moet ook kosten efficiënt zijn, ijs en water vervoeren is geen goed idee. Vis lossen in Harlingen is een optie, in een tussenstation (KJK)? De hoeveelheid is ca. 30 ton per week, waarvan 4.5 ton ingewanden, dit is een vrachtwagen. Kunnen we van meerdere schepen betrekken om een betere volumestroom te krijgen (OS)? We denken eerst aan de ingewanden, geschat op 4000 kg per reis (op ijs). Als we dit vloeibaar kunnen maken dan is er minder ruimte nodig. Wat is efficiënt aan boord, gekoeld of bij kamertemperatuur? Nu is laden en lossen geënt op 8 kisten. Strippen wordt droog gedaan zonder water erop (zoals bij fileren). Mogen we een halffabricaat aan boord maken (i.v.m. regelgeving)? Bv. voor collagenen heb je extra collageen proteïnen nodig, die je niet alle uit de vis kan halen.



Is het wel haalbaar? In zeesterren (uit de Limfjerd in DK) zit veel calciumcarbonaat (geeft kalkaanslag in machines), maar weinig proteïnen (35-37%) of vet (vooral in de winter), en ze zijn moeilijk te verpompen (BvH). In visafval zit ca. 65% proteïnen. En er zijn wel klanten voor zo'n product. Je kunt ook sorteren op het proces dat erna komt (OS). Ook krabben en wulken vinden we in de vangst (KJK). We kunnen met ingewanden beginnen en dan ook eens naar andere stromen kijken (krabben bv.).

Kun je ook opgeviste netmaterialen verwerken, bv. 'ghost nets' (KJK)? In een jaar vangen we ca. 300 ton, maar dit kan ook uit ander materiaal bestaan (plastics, verblikken, enz.). OS gaat dit doorspreken.

b. Planning opnieuw doorlopen en waar nodig verduidelijken en actualiseren

Het product kan ingevroren aangeleverd worden, bv. op vrijdagnacht in Harlingen. Dan kan het met een koeriersdienst worden meegestuurd (KJK). Let op, enzymen werken ook nog bij nul graden. DV is aanstaande zaterdag in Harlingen. Eerst meer voorbereiden. Vriestkast aan boord wordt eerst verzorgd en kleine bakjes (KJK). Of via Urk, er gaan regelmatig auto's naar Cuxhaven. We kunnen ook kleine scholletjes erbij doen (KJK).

Voorlopig plan

Fase 1: 50-100 kg schol ingewanden aanvoeren (in verschillende tijden, wat eten ze?)

Fase 2: Dan ondermaatse schol erbij.

Fase 3: Opschalen.

c. Registratie/administratie aan boord (zo weinig mogelijk)

AG benadrukt dat uren goed moeten worden bijgehouden.

6. Financiële afspraken

a. Offertes

Offerte van IMARES werd getekend. BvM neemt hem mee terug.

b. Rapportages & voorschotten

AG: Voorschot is te regelen met HK. Saria (als 1 bedrijf) en IMARES zullen facturen sturen.

7. WVTTK

Afspraken:

Kopieer alles wat loopt naar AG om hem op de hoogte te houden.

Volgende vergadering voor de zomer, begin juli voor half juli (<15).

AG stuurt beschikking door naar Saria.

KJK zorgt voor vriestkastje komende weken.

BvM stuurt concept verslag naar OS en AG.

8. Sluiting.

De vergadering wordt beëindigd om 13:15 u.

## Actielijst VIP-VRV, 03/04/2013

No	Actie	Wie ?	Wanneer ?
1	Concept verslag vergadering 03/04/2013	BvM -> AG en OS	04/04/2013
2	Definitief verslag vergadering 03/04/2013	BvM	12/04/2013
3	AG stuurt beschikking door naar Saria	AG -> OS	12/04/2013
4	KJK zorgt voor vrieskastje aan boord	KJK	01/05/2013
5	Eerste 'pilot' met schol ingewanden	KJK	April -mei 2013
6			
7			
8	Volgende vergadering	Allen	voor 15 juli 2013
9			
10			

## **Bijlage B. Verslag VIP VRV bijeenkomst M2.**

### **Minutes of discussion by telephone in project VIP VRV (valorisation of fish by-products)**

**Date:** 23-07-2013

**Participants:** Andreas Wolthmann ([andreas.wohltmann@vfcux.de](mailto:andreas.wohltmann@vfcux.de)) and Jeroen Kals ([Jeroen.Kals@wur.nl](mailto:Jeroen.Kals@wur.nl)).

Topics discussed:

#### **1. Variability in raw materials**

-For Saria it is important to have an idea about the variability of the raw materials landed related to season, types of fish and especially the change in amount of sea stars and crustaceans as the latter can create processing challenges.

-Andreas asked if it is possible to separate the cod livers on board as market prices for cod livers are relatively high.

-Decisions made: We work with what is available at the moment with the priority and focus set on the hydrolysis of the bowels. This as it is expected to get the most bio-active proteins using bowels as substrate.

#### **2. Process**

The option of continuous hydrolysis on board using one big reaction vessel has the preference of Saria. But this will create some challenges as the hydrolysis process has to be monitored and stopped if necessary before we end up with amino acids only. This depends on the type of enzyme(s) used and the process (parameters) used and need to be tested. Especially as the original process to produce fish sauce appears to stop itself (possibly due to a combination of anaerobic conditions and salt) before complete hydrolysis towards amino acids with an interesting amount of bio active peptides.

#### **3. Microbiology**

According to Andreas microbiology seems to be a problem when using enzymatic hydrolysis at neutral pH and ambient temperatures. Saria has experience with acidic hydrolyses, but the hydrolysates produced by using this acidic process hardly have any interesting functionality and or bio-active peptides. Options discussed to fight bacterial growth are:

- high temperature in combination with commercial enzymes
- use of salt
- anaerobic hydrolyses (the fermentation process originally used to make fish sauce)

#### **4. Bio active peptides and functional properties**

Saria is most interested in bio active peptides having an antimicrobial or immune stimulating effect. Jeroen will look for a lab able to analyse bioactive peptides for these functionalities.

#### **5. Experiments**

The first experiments hydrolysing bowels will take place at IMARES. It was decided to start with one or two commercial enzymes and a situation by using the fish its own enzymes only. A protocol with choices for enzymes, temperature, pH, salinity and duration will be made by Saria (Andreas), discussed with IMARES (Jeroen, Marnix) and adapted if necessary. The process of hydrolysis will be stabilized by using formic acid (supplied by Saria?). The protocol will be sent to IMARES in week 34. The first experiments are planned for October 2013.

#### **6. Head and tails**

Both IMARES and Saria were wondering if the head and tails were coming from the undersized fish (part of the discards). If so it is important to know the quantities (ton per week) that can be

landed. The reason is that this is high quality protein, which possibly can be used to produce mechanically deboned meat (MDM) and used as a raw material for restructured fish products for human consumption. A necessity for using heads and tails for MDM is that they must be kept on food grade level, which means they have to be stored on ice and treated as normal fish.

7. **Meeting with vessel owner**

Andreas emphasized it is important to have a meeting with the vessel owner to discuss what is possible the realise on board.

8. **Further points: None**

## **Bijlage C. Verslag VIP VRV bijeenkomst M3.**

### **Valorisatie in de visketen.**

Attending : Jeroen Kals, Klaas-Jelle Koffeman, Andreas Wohltmann, Olivier Schneider, Marnix Poelman, Alex Goudriaan

Attending via skype: Bob van Marlen

#### 1. Agenda.

#### 2. Staza financiën

- Saria has made some cost, not that much, will give a rough estimate and a draft version of the cost;
- Imares will make invoices based on the proposal
- Alex will call Harmen for further info.

#### 3. Possible products from Saria/VFC.

- Using the strippings to condition with them with formic acid, this product is then stored on board in a tank/container, this is not human consumption, this is a category 3 product, this is the lowest value product, but also the easiest way to use them. .
- Andreas has several production lines for R & D, smallest is 3000 kilo's
- Seastars are really difficult, they will block pumps etc. and have very low proteins
- Crustaceans and shellfish are not high enough in quality
- Klaas Jelle makes a drawing of his ships layout where he shows that it would be most convenient to make a tank that is on deck, next to the stripping line, where the undersized or stripping rests are dumped in
- Marnix has a short presentation about hydrolisation on board, continues or batched, with or without specific enzymes, inhibitory activity enzymes and a rough estimate of the costs and a proposal for trials in the lab

Andreas would like to have several samples of raw materials so he can make a range of ingredients, so he can look for proteins, fats, ash etc.

1. cat-3 products from stripping on board
2. Lab testing – with a check for analogues
3. discards

BvM: Do you know the way to get permits to use discards/undersized at least for the trial period?

Mogelijke produkten (Saria/VFC)

Hydrolisatie proeven IMARES, protocol en uitvoering.

Economische output – schatting

Bijproducten vanuit visafval voor verbeterde verbranding van Diesel in scheepsmotoren.

Komende acties in 2013 – planning

## Bijlage D. Verslag VIP VRV bijeenkomst M4.

### project VIP-VRV

Minutes VIP VRV meeting M4 of 06 March 2014 from 11:00 - 15:30 h at IMARES, IJmuiden.

#### Agenda

9. Welkom - Welcome
10. Kort voorstellen FBR-medewerkers - Round of introduction FBR staff
11. Hydrolisatie proeven van FBR onder begeleiding van IMARES – FBR's Hydrolisation trials
12. Bespreken projectplan - Project plan
13. Financiële afspraken - Financial arrangements
14. WVTTK - Round-off
15. Sluiting - Closure

Lijst van deelnemers – list of participants		
Organisation	Name	E-mail address
Raad en Daad	Alex Goudriaan (AG)	Alex@Subsidieraad.nl
Saria G.m.b.H.	Oliver Schneider (OS)	oliver.schneider@saria.com
VFC/Lipomar	Bodo van Holten (BvH)	bodo.vonholten@saria.com
VFC/Lipomar	Andreas Wohltmann (AW)	andreas.wohltmann@vfcux.de
Visser	Dieter Visser (DV)	d.visser@visserlauwersoog.nl
Geertruida B.V.	Meindert Koffeman (MK)	muun@hetnet.nl
Pensi Pri Solvo	Klaas Jelle Koffeman (KJK)	kjk281@googlemail.com
Geertruida B.V.	Harmen Koffeman (HK)	jeltje@xs4all.nl
IMARES	Bob van Marlen (BvM)	bob.vanmarlen@wur.nl
IMARES	Jeroen Kals (JK)	jeroen.kals@wur.nl
IMARES	Marnix Poelman (MP)	marnix.poelman@wur.nl
FBR	Aart van Amerongen (AvA)	aart.vanamerongen@wur.nl
FBR	Birgit Beelen (BB)	brigit.beelen@wur.nl

Naam = niet aanwezig; grey = not present

## Verslag - Minutes

### 1. Welkom - Welcome

BvM welcomed participants and explained why AG could not attend. DV was contacted by BvM, but was not sure whether he will participate. AvA mentioned that BB will not participate, AW mentioned absence of OS.

### 2. Kort voorstellen FBR-medewerkers - Round of introduction FBR staff

AvA: Medische biologie Utrecht, toen peptiden onderzoek in Lelystad, 1990 naar Wageningen FBR. Sinds 1995 bioactieve peptiden. Snelle diagnostiek. New product: egg-yolk in kip. 2002: Ei-proteïne producten. Producten voor behandeling van oogproblemen en diabetes (type II). Middelen tegen hoge bloeddruk en positief effect op de elasticiteit van de bloedvaten. Functionele voedsel ingrediënten.

AvA has a background in Medical Biology from the University of Utrecht. He has done research on peptides in Lelystad, and joined FBR (Food and Bio-based Research) of Wageningen UR in 1990. He is involved in bio-active peptides since 1995. Current work is on rapid-diagnostics, and e.g. a new egg-protein product from egg-yolks from chicken. These products can be used as functional food ingredients with medical applications, e.g. lowering blood pressure, and improving the condition and flexibility of blood vessels. They can also be used as medication against diabetes type II and certain eye problems.

#### Discussion

Hydrolysatie producten zijn vaak bitter van smaak en verschijnen in poedervorm. Diabetes type II kan deels worden tegengegaan met een eiwitrijk en suikerarm dieet. Producten moeten aan kwaliteitseisen en veiligheidseisen voldoen. Dit duurt meestal lang. Er kunnen in het (vis) afval ook nog hoogwaardige peptiden zitten, dit moeten we nog onderzoeken. Newtricious.nl geeft meer informatie. Dit vereist de juiste producten uit de hydrolysatie. Fitness eiwitten worden geleverd door Olixia.

Products of hydrolysis often have a bitter taste, usually they are presented as powder in sachets. It takes considerable time to ensure that products meet the required safety and quality demands. Fish offal can contain high-value peptides, that needs further exploration. More information on functional food ingredients with medical applications can be found on the website: [www.newtricious.nl](http://www.newtricious.nl).

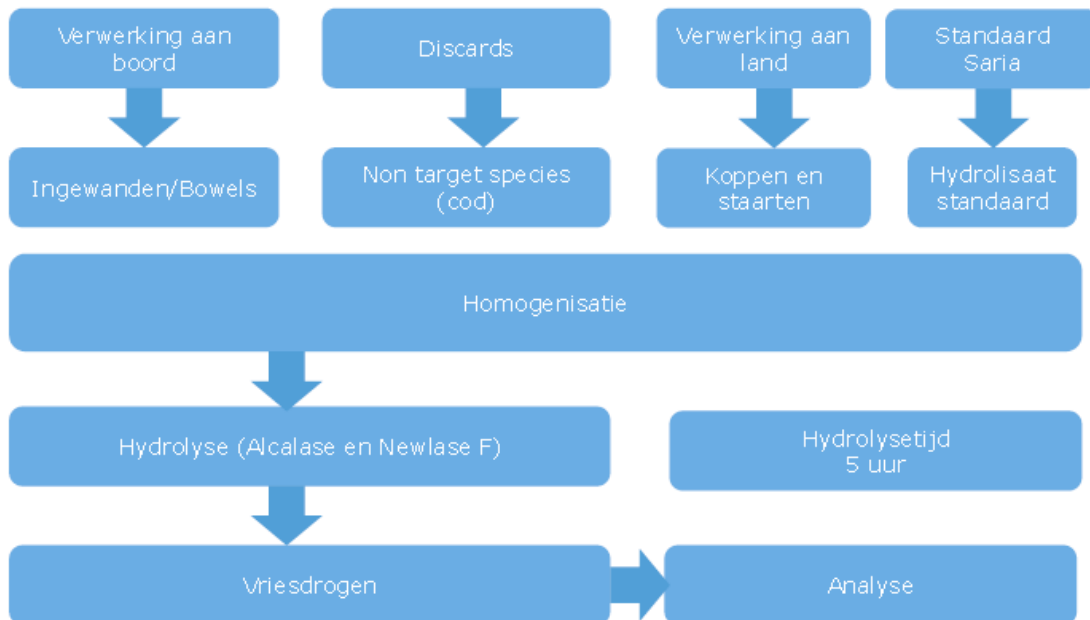
### 3. Hydrolysatie proeven van FBR onder begeleiding van IMARES – FBR's Hydrolysatie trials

MP presents. Stripping or gutting waste is a major target source. A number of possible products are mentioned. Hydrolysis can be done in a batch process or as a continuous one. Product stabilisation is important. Two enzymes can be used during hydrolysis, for a duration of 2.5 hours. Processing on-board: bowels, but also discards (non-target fish). Steps on-board and on-land. Waste can be used as animal feed. The lab trial was explained. The process on-board was mimicked. Functional properties of enzymes were not (yet) studied. In Oct 2013 it was decided to concentrate on: plaice, plaice bowels, and cod. The effect of cooking was explained, and a list of delivered products presented. A whole product matrix was looked at, with one hydrolysis time (5 h).

#### Discussion

One should differentiate between hydrolysis and stabilisation (AW). Cooking is essential in the process, it works better when this is done (JK). Cooling may also be needed before hydrolysis. Cooking on-board can be a problem, cooling is not a problem, as we do this on fish too (HK). Cooking is not needed before hydrolysis (AvA). Product should be stabilised before hydrolysis (JK). A typical fishing trip is 100 h, fishing takes 70 h (HK). There is a difference in stability between guts and fish flesh or gutted fish (JK).

## Uitgevoerde trial



AvA presented the FBR analysis. Angiotensin Converting Enzyme (ACE) is beneficial for angiotensin, hypertension, insulin resistance, inflammatory responses. Two amino acids are removed from a 10 amino acid peptide. The protein content of products was shown, e.g. plaice, dab and gurnards (> 64% DW). The ACE inhibition (lowering blood pressure) is highest for plaice products, but also good for dab and gurnards. DPPIV inhibition is also good for dab and gurnard products. DPPH inhibition (anti-oxidants): good activity for cod and monk, but also for other products (compared to urine acid).

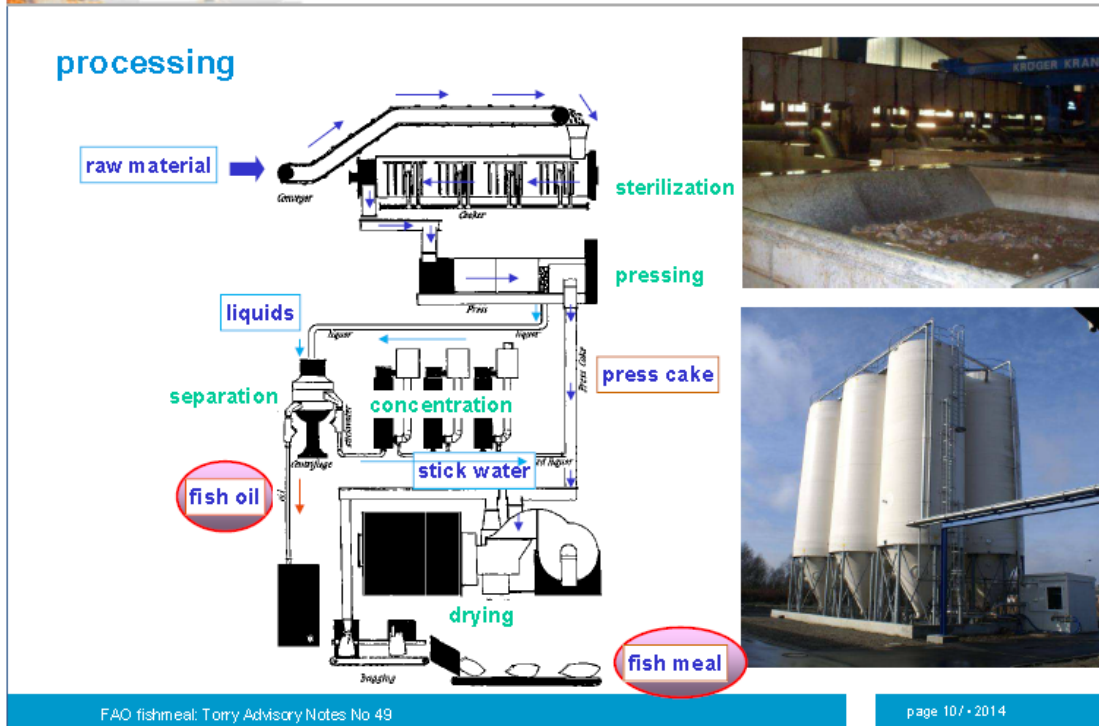
Conclusion: Do not cook on-board.

MP takes over again. Interesting aspects were found with functional properties. Next steps? Should we repeat, optimise, go to fishmeal? Can we make up a business plan?

The water content in fish is 70-80%!!

The Refish project was presented by AW. Fishmeal production in the plant at Cuxhaven. Use of discards, lab tests, pilot plaice by-products. Pilot trial should be possible. VFC/Lipromar needs 2-5 tons for a pilot study. VFC started in 1938 with fishmeal. Most fishmeal factories are in DK and N. Raw materials are used from: herring, salmon, trout, shrimps, tuna, starfish, saithe, etc. Most from whole fish, but recently from fish residues. Major fishmeal producers are: Peru, Chile, Thailand, Denmark, Iceland, Norway, ..., and Germany (is low on the scale, but 100% by-products). The process was explained: heating, sterilisation, pressing, liquids separation (fat & protein) gives fish oil, rest (including proteins form the sticky water) without fat brought back to press cake, concentrated, then dried, to give fish meal (only fat extracted).





Use of discards. Characterisation is still missing, most were starfish. More information is needed. Plaice (bowel, head and tail) and cod bowel samples were tested. Fat content is low. Most protein is in heads and tails, i.e. 15.3%. The ash fraction in bowels was about 33% carbohydrates (shrimp shells?). A second sample as tested in November 2013, gave more or less the same results. Ash fraction (~21-27%, from bones mostly) was much lower now, there were no crustaceans in the guts this time. But plaice and dab were mixed. There is apparently a seasonal pattern in gut contents. But protein (60-75% DM, dry matter) and fat content were about the same. There is a big difference in ash and fat content between spring and autumn, but not for crude protein. General trend is: in spring a low fat, in autumn a high fat content.

### lab tests plaice discards Comparison of analyses spring (6.5.13) to autumn (18.11.13)

		Crude protein [% DM]	Crude fat [% DM]	Ash [% DM]
<b>Plaice (and dab) bowels</b>	spring	46,19	4,29	33,81
	autumn	47,88	39,66	14,13
		+1,8 %	+35 %	-19 %
<b>Plaice head &amp; tails</b>	spring	70,18	7,06	17,43
	autumn	73,84	4,10	22,33
		+3 %	-4 %	+5 %
<b>bowel cod-like fish</b>	spring	62,31	16,08	9,55
	autumn	41,84	55,61	6,38
		-20 %	+39 %	-3 %

For seasonal fish characteristics, see book of a person called Malcolm Love (JK). (R. MALCOLM LOVE: R. Malcolm Love: The Chemical Biology of Fishes. With a Key to the Chemical Literature. With 103 fig. London and New York: Academic Press 1970. 547 pp. and The Chemical Biology of Fishes. Volume 2: Advances 1968-1977. With a Supplementary Key to the Chemical Literature. – 943 pp.) Price differences?

Same, only there is less meal produced in spring. Raw material price is below €200/ton. About 68% crude protein on dry matter is OK for fishmeal. A pilot trial on plaice material was done in November 2013, resulting in: 3.37% kg oil from 9841 kg heads and tails. Same as in lab tests. Quality: 16% EPA/DHA is also OK, but not very high. The trial was done with 26.9 ton plaice heads and tails. Yield: 3.3% oil, 15% meal, rest is water. It fits well with the lab analysis.

Next steps VFC. Characterisation, and stabilisation of discards and by-catch on-board. Starfish have collagens of interest. BvM will try to get discards composition data within IMARES.

MP shows the rules for the discard ban. From 2015, the ban will be on herring and mackerel in the pelagic fleet, from 2016 on plaice and sole in the flatfish fishery, from 2019 on other species. This explains what source material can be expected.

#### 4. Bespreken projectplan - Project plan

Future activities? Fish oil and fish meal mostly. VFC likes to use it and will use it. The price that can be given will be around ~200€/ton. HK thinks that they need about €500/ton. There should be a profitable balance between costs and income (BvM). On-board we do not need cooking. Cooling is enough (MP). Make fish-meal on-board ourselves is our idea (HK). (JK) You miss economies of scale. A half fabricate can be of interest for Saria, but they need a price indication. The functional pet food market is another possibility. The food-grade train requires only a tank on-board to store it then do some stabilisation and some hydrolysis.

#### Three paths exist.

Option 1. Silaging on-board with formic acid depends only on the direct costs, there is no additional energy needed. The product will be oil and meal, at rather low value.

There may be an added value option (Option 2). The product competes with other sectors. Markets are e.g. feed grade opportunities, or the mink industry.

#### Discussion

But will it bring €500/ton, as 70-80% is water? Can we press out some water? Possible, but we lose the valuable proteins this way as well. If cooked? Then it needs stabilisation if the trip is longer than 2 days. Fish meal will bring 1€/kg, fish protein concentrate (powder) for the sports market will bring about 35€/kg (AW). But this cannot be done with formic acid, and would require other more expensive acids. Cheaper is to just cool it down (AW). Using HCl and later NaOH is not an option: it will bring salt in food grade products that is difficult to remove.

Option 3. The next option would be to produce fish meal and oil of high quality, the food grade quality products with hydrolysis at the plant.

#### Discussion

This appears not to be feasible. Food grade quality products can only be done with heads and tails. Cod liver is an exception. This will bring the hydrolysed products. Depending on the market the raw product can get a somewhat higher price.

Option 2 and 3 can be combined.

### Discussion

Legislation concerning food quality and processing is an issue. AW will look at the German situation. Plaice will bring 65% DW on protein, and about 15% of the wet weight. Dry protein (90%, < 3% fat) price will be estimated by AW.

Options for hydrolysis to consider. The silage (option 1), option 2 (done now), option 3: Food-grade plaice, fishmeal plaice and sticky (pressed) water of plaice, and 1 sample on food-grade grey (black) gurnard. Choose hydrolysis time. We should also choose a source of fresh fish: plaice, gurnard? Plaice (AW). Look at grey gurnard isolated, we can target these more (HK) and there is no quota. Focus at added value. Plaice season until end of May or earlier (HK). AW will repeat the analyses for these cases, with samples from raw material, fishmeal and press, at least 3 fractions, to be frozen afterwards. Thus the focus is indeed on the added value. Intestines are now not on the list? The rules concerning discards are not clear yet, may be subtracted from the individual TAC, we do not know? This does not apply for gurnards (HK). Bowels are differing in content over the year (AvA). Easier with heads and tails, or whole gutted fish without intestines (AW). Bowels are only good in anti-oxidants, a growing market in the USA (AW).

### 5. Financiële afspraken - Financial arrangements

IMARES spent about 50% until now. The same amount is reserved for FBR: €14760 for 2014. Hours IMARES 2014 planned as: 84 (MP and JK) and 40 (BvM). This seems OK.

Budget Saria. OS should contact AG about the budget. BvM will call AG and contact Saria for instructions.

### 6. WVTTK - Round-off

Afspraken - Arrangements:

- BvM to scan the Rodi analysis report and distribute. Done, 06/03/2014.
- Next meeting possibly in second half May 2014 in Cuxhaven, depending on further analysis.

### 7. Sluiting - closure.

The meeting was closed at 15:30 h.

## **Action list VIP-VRV, 06/03/2014**

No	Action	By whom ?	When ?
1	Scan Rodi analysis report and distribute	BvM -> All	06/03/2014
2	Draft minutes meeting 14/03/2014	BvM -> AG en OS, and others	14/03/2014
3	Corrected minutes 27/03/2014	BvM	27/03/2014
4	Discards composition data	BvM -> All	21/03/2014
5			
6			
7			
8	Next meeting	All, Cuxhaven	??/05/2014
9			
10			

## project VIP-VRV

### Minutes VIP VRV meeting M5 of 18 December 2014 from 11:00 - 15:30 h at Geertruida B.V., Urk.

#### Agenda

16. Welkom - Welcome
17. Kort voorstellen FBR-medewerkers - Round of introduction FBR staff
18. Hydrolisatie proeven van FBR onder begeleiding van IMARES – FBR's Hydrolisation trials
19. Bespreken projectplan - Project plan
20. Sluiting - Closure

Lijst van deelnemers – list of participants		
Organisation	Name	E-mail address
Raad en Daad	Alex Goudriaan (AG)	Alex@Subsidieraad.nl
Saria G.m.b.H.	Oliver Schneider (OS)	oliver.schneider@saria.com
VFC/Lipromar	Bodo van Holten (BvH)	bodo.vonholten@saria.com
VFC/Lipromar	Andreas Wohltmann (AW)	andreas.wohltmann@vfcux.de
Visser	Dieter Visser (DV)	d.visser@visserlauwersoog.nl
Pensi Pri Solvo	Klaas Jelle Koffeman (KJK)	kjk281@googlemail.com
Geertruida B.V.	Harmen Koffeman (HK)	jeltje@xs4all.nl
IMARES	Bob van Marlen (BvM)	bob.vanmarlen@wur.nl
IMARES	Jeroen Kals (JK)	jeroen.kals@wur.nl
IMARES	Marnix Poelman (MP)	marnix.poelman@wur.nl
FBR	Aart van Amerongen (AvA)	aart.vanamerongen@wur.nl
FBR	Heleen van den Bosch (HvdB)	heleen.vandenbosch@wur.nl
FBR	Brigit Beelen (BB)	brigit.beelen@wur.nl

Naam = niet aanwezig; grey = not present

## Verslag - Minutes

### 8. Welkom - Welcome

AG heette de deelnemers welkom.

### 9. Kort voorstellen FBR-medewerkers - Round of introduction FBR staff

AG: subsidieadviseur project. Publicatie en presentaties graag met EU logo en EVF fonds vermelding, anders 3% minder subsidie (Zie Bijlage A). MP: IMARES Yerseke, ook projecten over discardverwerking pelagisch en demersaal. OS: Saria. AW: Saria. HvdB: FBR, experimenten met visafval. BB: FBR ook. KJK: schipper tot 6 weken terug, nu bezig met verschillende projecten. Een schip nu is weggedaan door o.a. motorschade. BvM: IMARES IJmuiden, visserijtechniek en VIP-projecten. JK: Visverwerking, afvalstromen. HK: Directeur Geertuida B.V..

HK memoriseert dat zijn broer Meindert onlangs is gestorven, wat de betrekkelijkheid van zaken weer geeft. De druk van lage visprijzen en hoge oliecosten is nu wat minder. Scholprijs is nu €1.50/kg, i.p.v. €0.90! De discussie gaat even over de toestand, o.a. import van vis uit Azië en marketing van visproducten. Probleem is ook dat men in de visserij de handen niet ineensluit.

### 10. Hydrolisatie proeven van FBR onder begeleiding van IMARES – FBR's Hydrolisation trials

MP geeft een presentatie over verwerking van stripafval, ingewanden keken we eerst naar, daarna ook naar discards en snijafval. Welke productgroepen denken we aan? O.a. bioactieve peptiden en humane consumptie met 'added value'. Saria denkt ook aan vismeel. Verwerkingsmogelijkheden aan boord hebben we bekeken, Dit resulteerde in: batch hydrolyse, continu afval in een bak doen. Proces aan boord door FBR in lab experimenten bekeken. Schol, scholingewanden en kabeljauw zijn bekeken. Een reeks visproducten zijn nu geanalyseerd. Welke toegevoerde waarde is eruit te halen? Geld zit tegenwoordig in functional foods, supplementen, farmaceutica en cosmetica. Dit lijkt veelbelovend. Saria heeft ook testen gedaan, eiwit en asgehaltes werden bepaald. Het economisch plaatje is ook bekeken (Excel sheet BvM). Verwerken ingewanden aan boord misschien te ver, maar discards aanlanden zou veel materiaal toevoegen.

Verder is gekeken naar poon door FBR. Een hydrolysaat van poon bevat een peptide met DPP4 (een enzym) remmende activiteit (JK). Schol samples geanalyseerd. Mate van hydrolyse en eigenschappen bestudeerd (DPP-4 en DPPH). Eerst 15 min bij 90 gr met 2 enzymen (alkalase en newlase F). Proteïne gehalte was 77-85%, dit is hoog (algen hebben bv. 30%). Het zijn mooie kleine peptiden, die in het lichaam kunnen worden opgenomen. ACE remmers waren ook goed tussen 0.2-0.3 mg/ml; DPP-4 was niet erg goed en DPPH (antioxidanten) tussen 0.8-3.5 mg/ml.

### Discussie

Wat zijn de kosten langs de procesketen (OS)? Hoeveel water is er nu bij (HK)? Eerste experimenten met poon waren niet gedroogd (BB). Drogen kost veel energie (JK). KJK noemt PET-food bedrijf in Urk als mogelijke markt. Een snack-toepassing lijkt niet geschikt (OS). Als je vriesdrogen kunt beperken scheelt het veel energetisch gezien (JK). Viseigen enzymen zijn nu niet bekeken (BB). Schol zou soms citroenzuur zelf kunnen aanmaken (KJK). Dit is mij niet bekend, maar lactaatvorming komt wel voor bij stress (JK). Wateroplossingen (solubles) hebben geen ACE activiteiten. Een tweede hydrolyse experiment is gedaan met A, B en C samengenomen. Resultaten waren al goed na 2 u, vooral bij gebruik van enzym alkalase. Misschien kan het nog korter dan 2 u, bv. 30 min (HvdB), dan zijn batches korter te maken en kun je sneller draaien (AG). Wellicht dan tussen de trekken door te doen (MP). DPP4 is in dit experiment niet gemeten, DPPH wel, vooral de 'raw materials' deden het goed (HvdB). Combineren van 'press cake' (met skeletdelen) heeft geen zin voor bioactieve peptiden. De dosering per dag in gram om de bloeddruk te verlagen is onderzocht waarbij gekeken is naar 'functional food' applicatie. Dit is gebaseerd op een klinische studie, waarschijnlijk openbaar (EvdB). Doorgaans zijn dit heel dure studies (OS). We zitten, zonder zuivering, al dicht bij de benodigde doses voor ACE remming. Concluderend is schol vismeel een interessant product voor ACE remming, zeker als er ook nog wordt gezuiverd, en de 'press cake' bevat het nodige. Ook de antioxidant werking is gemeten met DPPH en lijkt veelbelovend, er zijn ook nog andere types peptiden, die nu niet zijn getest (EvdB). Een dierstudie (met ratten) zou een volgende stap kunnen zijn, daarna is een klinische studie denkbaar.

Hoeveel eindproduct hou je over (KJK)? Het resultaat van opzuivering is wel goed in te schatten, maar je moet goedkoper zijn t.o.v. alternatieven op de markt (OS). Een referentieproduct komt bv. uit kippeneiwit (EvdB). InnoFish heeft ook naar verwerking gekeken (KJK). Je gebruikt weinig van de grondstof, maar wel met een hogere waarde (EvdB).

Perspectieven worden gepresenteerd. Stripafval biedt wel kansen, vooral als je het kan combineren met discards. Alleen ingewanden geeft geen goede economie. Ingewanden alleen mag je niet gebruiken voor onttrekken van proteïnen voor functioneel voedsel, dit mag alleen van gehele vis (EU regel, AW, OS). Poon als ruw materiaal heeft wel potentieel, maar is dit te combineren met discards (MP)? Deze worden vooral van oktober tot april gevangen in het Kanaal, maar lijkt al overbevist, en er is geen minimum maat, terwijl er een goede markt is met goede prijzen (KJK). Totaal hebben we ca. 50000 ton discards per jaar, meest schol en schar, poon is slechts een fractie hiervan (JK), ongeveer 1182 tot 1533 ton afhankelijk van het scenario. Je hebt een 'sustainable resource' nodig voor een goede 'business case' (OS).

### **Conclusies**

Bioactieve peptiden uit stromen vismeel zijn interessant; ook bioactieve peptiden uit poon, en 'added value' producten uit discards en vismeel producten. Voor-hydrolysis aan boord is niet interessant zonder hogere aanbodprijs, alleen opslag aan boord loont (MP). Ook hebben we ruimtebeperking aan boord, zeker op nieuwe schepen die nog korter zullen zijn. Wel kun je tanks aanbrengen om discards op te slaan, eventueel met toevoeging van enzymen (KJK). Focus op goed ruw materiaal, geen halfproducten (OS). De kwaliteit moet hoog genoeg zijn (JK), maar discards worden niet gestript, en strippen betekent extra werk voor de bemanning en dan moet je er genoeg voor krijgen, anders wordt het niet goed genoeg gedaan (KJK). Discards mogen niet voor directe humane consumptie worden gebruikt (JK).

Budget en eindtijd (OS)? We kunnen doorgaan tot 31/12/2015. IMARES heeft op het rapport na alles gedaan, de business case moet nog worden onderbouwd, en alles samengebracht in het rapport (BvM).

### Business-case

Welke producten komen er nu uit? O.a. vismeel (AW). We hebben nog niet gekeken naar de cashflow en engineering. Logistiek en processing zijn gedaan (OS). De opbrengsten voor dier voedsel en 'mink (nerts) food' zijn nog op ca. 50% (OW), maar deze producten zijn toch vrij duur op de markt (KJK). We kunnen een range van prijzen geven en dit vergelijken met wat men nodig heeft (OS). We moeten zeker €0.50/kg krijgen om het interessant te maken (KJK). Dit kan alleen met een 'added value product' ('food grade', zonder ingewanden) (OS). De vangst is bij ons nu ca. 800-1000 kisten in een 100 u trip en men heeft niet veel tijd over om extra werk te doen, zeker met aanlanden discards erbij. Met 5 p kun je maximaal 500 kisten per dag verwerken, we werken hiervoor met 6 bemanningsleden. Er wordt wel gewerkt aan stripmachines (De Boer, MDV). Per kg schol krijgen we €1.50/kg, kostprijs 1.30ltr/kg (KJK). Ingewanden gaan naar niet-food producten (OS). Schatting is per week 10 ton discards, €50000 besomming aan vis, voor bemanning hebben we per jaar nodig €40000-50000. Minder discards zijn blijkbaar nodig (OW). We kunnen nu zelfs naar 130-135 mm maaswijdte en nog goed vangen (minder box maar wel de duurdere vis). In de Noorse zone gebruiken we zelfs 140 mm om aan de veilige kant te blijven. De visserij-inspanning is ca. 50% lager nu. Maar de 80 mm op tong is echt het probleem, je kunt echt niet met 100 mm op tong gaan (KJK). Je hebt zeker dezelfde prijs per kg nodig voor de discard vis om de juiste productkwaliteit te krijgen voor 'food grade' (OS). Je hebt alleen de prijs voor cat3 producten en de consumptie of verse vis nodig om de economie uit te rekenen, en de kosten voor extra bemanning (OS). In grote tanks op een bewegend schip gaat het product snel achteruit (KJK). Je zou het product kunnen invriezen, maar dan moeten de ingewanden eruit (OS).

BvM vraagt presentaties (MP, HvdB) op N of per e-mail.

### 11. Bespreken projectplan - Project plan

Vervolg, hoe verder?

Rapport afmaken (BvM) en we zouden een nieuw vervolgproject kunnen aanvragen in de nieuwe VIP-ronde die verwacht wordt in juni 2015 (MP). Verrijking van het product is ook mogelijk, er is een producent met een gepatenteerde verwerkingswijze. Verder optimaliseren van de hydrolysis is een optie, andere enzymen bv. en verrijkingsschap. Vermarktning met farmaceutisch bedrijf ook nodig. Dit zou nieuw project kunnen zijn, uitgaande van de productstromen die we nu hebben geïdentificeerd (OS).

### 12. Sluiting - closure.

De vergadering werd om 14:30 uur beëindigd.

## Actie lijst VIP-VRV, 18/12/2014

No	Action	By whom ?	When ?
1	Concept notulen vergadering 18/12/2014	BvM -> AG en OS, and others	19/12/2014
2	Definitieve notulen vergadering	BvM	15/01/2015
3	Presentaties op N zetten	HvdB, BB	15/01/2015
4	Rapport afmaken	All	01/03/2015

### Bijlage A: EU-logo en tekst voor rapporten

Dit project, VIP12 Valorisatie Reststromen Vis, wordt gefinancierd uit het Nederlandse Operationeel Programma "Perspectief voor een duurzame visserij". Dit programma wordt deels gefinancierd uit het Europees Visserijfonds (EVF).



Europees Visserijfonds: Investering in duurzame visserij.

## Project „Fish Offal Valorisation (VIP VRV)“

### Report VFC/Lipromar

#### T1 Analysis of processing by-products from plaice fishery

##### T 1.1 Aim and scope

The analysis aims to characterize typical by-products from plaice fishery and on board processing with regard to the relative proportions of particular by-products and its nutritional basic composition.

##### T 1.2 Materials & Methods

A total of 49 boxes (Fig. 1) containing frozen by-products (0 to minus 10°C) were delivered to VFC/Lipromar on 6<sup>th</sup> May 2013. By products were separated to particular by-product classes and weighted. Representative subsamples were analysed for standard parameters (crude protein, crude fat, ash, dry matter) and degradation (TVBN = Total Volatile Base Nitrogen).



Fig. 1: boxes with by-products delivered 6.5.2013

##### T 1.3 Results

Major component of the by-products were plaice innards (Tab. 1)



Tab. 1: Assorted by-products delivered 6<sup>th</sup> May 2013

Item	Vials	Fresh weight [kg]	Proportion [%]	Figure
Plaice ( <i>Pleuronectes platessa</i> ) heads & tails	11	8.30	18.22	2, 6
Plaice ( <i>Pleuronectes platessa</i> ) innards	36	35.22	77.32	3, 5
Cod like fish by-products	2	2.03	4.46	4, 7

In addition to the plaice by-products, the intestinal track of cod-like fish was present.



Fig. 2 Plaice innards



Fig. 3 Plaice heads & tails



Fig. 4 Cod-like fish intestines



Fig. 5: Plaice heads & tails



Fig. 6 Plaice innards





Fig. 7 Cod-like fish intestines

By-product analyses revealed acceptable TVBN values indicating the non-degraded quality of the by-products (Tab. 2).

Tab. 2: Analyses of by-products delivered 6.5.2013 (bold: related to dry matter)

	Crude protein [%]	<b>Crude protein [% DM]</b>	Crude fat [%]	<b>Crude fat [% DM]</b>	Ash [%]	<b>Ash [% DM]</b>	Dry Matter [%]	TVBN [mg/100g]
Plaice innards	9.7	<b>46.19</b>	0.9	<b>4.29</b>	7.1	<b>33.81</b>	21	19.9
Plaice head & tails	15.3	<b>70.18</b>	1.7	<b>7.80</b>	3.8	<b>17.43</b>	21.8	14.4
Cod-like fish intestines	12.4	<b>62.31</b>	3.2	<b>16.08</b>	1.9	<b>9.55</b>	19.9	19.9

#### Investigation of plaice innards contents

Faeces within plaice innards contained a lot of more or less fractionized chitin (Fig. 8), which probably constitutes non-digestible remains of crabs and shrimps eaten by the plaice.

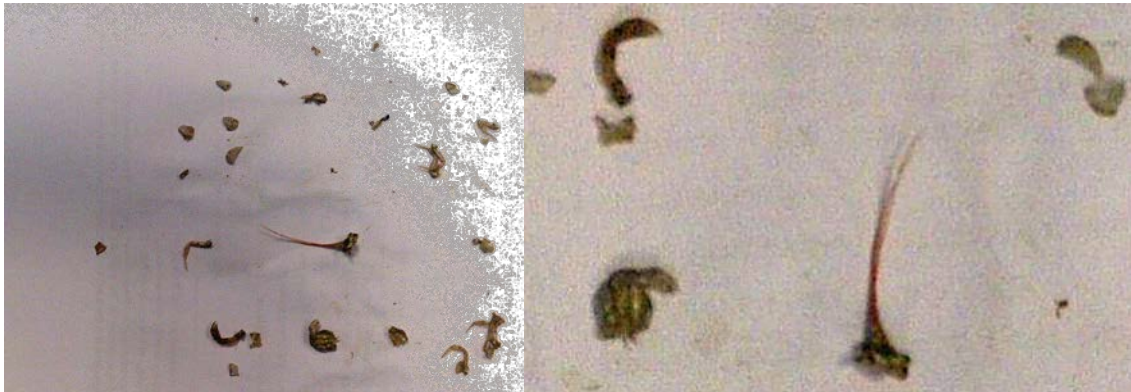


Fig. 8 a) Plaice innards contents b) Crab exoskeleton remains

#### T 1.4 Conclusions

Plaice by-products arrived in a very fresh condition as indicated by the fresh and typical odour of by-products and low TVBN values. Clarification is needed whether in future at standard production conditions by-products will arrive in the same quality as the frozen material. In case this is not possible (e.g. because of economic reasons), alternative ways to stabilize the raw material should be tested in order to prevent severe degradation by autolysis and microbial loads.

The low fat content in all fractions (< 5%), the low protein content in particular in plaice innards and the high ash content would allow to produce a fishmeal (feed-grade) of low quality only and probably no fish oil. Natural fluctuation in protein and fat contents need to be evaluated.

## T2 Second analysis of processing by-products from plaice fishery

### T 2.1 Aim and scope

The analysis aimed to characterize typical by-products from plaice fishery and on board processing with regard to the relative proportions of particular by-products and its nutritional basic composition. The results were compared to the first analysis in order to estimate natural variability.

### T 2.2 Materials & Methods

A total of 23 boxes containing cooled by-products (+6 to +8°C) were delivered to VFC/Lipromar on 18<sup>th</sup> November 2013. These by-products were separated in particular classes and weighted. Representative subsamples were analysed for standard parameters (crude protein, crude fat, ash, dry matter).

### T 2.3 Results and Discussion

Major components of the by-products were plaice and dab innards (Tab. 3), followed by dab and plaice heads and tails. Within the latter fraction, few undersized (complete) fish were present.

Tab. 3: Assorted by-products delivered 18<sup>th</sup> November 2013

	<b>Vials [n]</b>	<b>Fresh weight [kg]</b>	<b>Percentage [%]</b>	<b>Figure</b>
Plaice ( <i>Pleuronectes platessa</i> ) heads & tails	5	2.62	20.74	12
Dab ( <i>Limanda limanda</i> ) heads & tails	5	2.07	16.36	13
Dab & Plaice innards	7	4.93	38.95	11
Gurnard ( <i>Eutrigla gurnardus</i> ) heads and tails	4	1.66	13.11	9
Gurnard innards	1	0.57	4.52	10
Cod like fish innards	1	0.80	6.33	14



Fig. 9 Gurnard (*Eutrigla gurnardus*) heads and tails



Fig. 10 Gurnard innards





Fig. 11 Dab and plaice innards



Fig. 12 Plaice heads and tails



Fig. 13 Dab heads and tails



Fig. 14 Cod-like fish innards

Analyses of standard parameters (Tab. 4) revealed that fat contents were much higher than in the spring sample (Tab. 5).

Tab. 4: Analyses by-products delivered 27.11.2013 (bold: related to dry matter)

	Crude protein [%]	<b>Crude protein [% DM]</b>	Crude fat [%]	<b>Crude fat [%DM]</b>	Ash [%]	<b>Ash [% DM]</b>	Dry matter [%]
Plaice head & tails	16,2	<b>73,84</b>	0,9	<b>4,10</b>	4,9	<b>22,33</b>	21,5
Dab head & tails	16,6	<b>61,86</b>	5,3	<b>24,16</b>	5,2	<b>23,70</b>	26,3
Gurnard head & tails	19,6	<b>71,41</b>	6,9	<b>31,45</b>	3,4	<b>15,50</b>	26,9
Plaice and dab innards	12,8	<b>47,88</b>	8,7	<b>39,66</b>	3,1	<b>14,13</b>	26,2

	Crude protein [%]	Crude protein [% DM]	Crude fat [%]	Crude fat [%DM]	Ash [%]	Ash [% DM]	Dry matter [%]
Gurnard innards	11,6	<b>41,34</b>	8,8	<b>40,11</b>	3,3	<b>15,04</b>	27,5
Cod-like fish innards	11,1	<b>41,84</b>	12,2	<b>55,61</b>	1,4	<b>6,38</b>	26

This is particularly obvious in plaice innards, whereas heads and tails remain almost unchanged in its composition.

Tab. 5: Comparison of analyses 6.5.2013 to 27.11. 2013

	Crude protein [%]	Crude protein [% DM]	Crude fat [%]	Crude fat [% DM]	Ash [%]	Ash [% DM]
Spring - plaice bowels	9,7	46,19	0,9	4,29	7,1	33,81
Autumn - flatfish innerts	12,8	47,88	8,7	39,66	3,1	14,13
difference		+1,8 %		+35 %		- 19 %
Spring - plaice head & tails	15,3	70,18	1,7	7,80	3,8	17,43
Autumn - plaice head & tails	16,2	73,84	0,9	4,10	4,9	22,33
difference		+3 %		-4%		+5%
Spring - intestine cod-like fish	12,4	62,31	3,2	16,08	1,9	9,55
Autumn - codfish intestine	11,1	41,84	12,2	55,61	1,4	6,38
difference		- 20 %		+39%		-3%

The differences in cod innards are probably a result of liver parts included (absent in the May sample, present in the November sample). Differences in flatfish innards do most probably reflect seasonal fluctuations in fat deposition with high fat deposits in autumn, which are almost burnt in spring.

Autumn fish-remains can be used to produce a medium fish meal quality and some fish oil, which quality remains to be tested.

### T3 Pilot trial for processing of by-products from plaice fishery

#### T 3.1 Aim and scope

The pilot trial aimed at evaluating conclusions and comparison with data derived from laboratory analyses of samples sent earlier, through the production of plaice by-products in industrial scale fish meal and fish oil processing.

#### T 3.2 Materials & Methods

A total of 9,841.5 kg plaice by-products delivered on 21<sup>st</sup> November 2013 were produced on the small processing line of VFC Cuxhaven. Because the complete soluble (water soluble proteins) fraction could not be separated from other fish meals produced at the same time on the large processing lines, the analyses focused on the fish-oil product solely.

Another batch of 26.9 t plaice by-products delivered on 31<sup>st</sup> January 2014 was processed on the large processing line.



### T 3.3 Results & Discussion

21.11.2013: Of the 9.841.5 kg plaice by-products, almost exclusively heads and tails, a volume of 332 kg plaice oil could be extracted. This is equivalent to an oil yield of 3.37 %. This result matches well with the lab analysis of plaice heads and tails dated 27.11.2013 (see T2). The bright reddish colour of the oil (Fig. 15) is due to the astaxanthin content, which is accumulated along the food chain and concentrated in the plaice oil.

Analysis of the fatty acid composition (Tab. 6) revealed a content of major marine polyunsaturated fatty acids (EPA + DHA) of about 16%.

Tab. 6: Fatty acid composition of plaice oil derived from heads & tails

Fatty acid	Value [g/100g fat]
14:0	3.64
16:0	12.68
16:1	11.99
18:0	2.54
18:1	17.76
18:2	2.98
18:3	1.14
18:4	1.79
20:1	4.72
20:4	0.60
20:5 (EPA)	8.31
22:1	3.09
22:5 (DPA)	2.87
22:6 (DHA)	7.55



Fig. 15 Plaice fish oil

31.01.2014: Of the 26.9 t plaice by-products (mixed heads, tails and intestines) 890 kg plaice oil and 4.0 t plaice meal could be produced.

Fish oil yields were 3.30 % of raw materials and thus in the range of the November 2013 production.

Fish meal yields were 14,87% , the composition of plaice meal (Fig 16) is shown in Table 7.

Tab. 7: composition of plaice meal derived from heads and tails

	Crude protein [%]	Crude fat [%]	Ash [%]	Dry matter [%]
Plaice meal (31.1.14)	62.1	8.72	24.55	95.7

Values, in particular the high amount of ash, indicate a high proportion of intestines in the raw material. With a protein content below 64% the plaice meal is ranked as of low to medium commercial value.



Fig. 16 Plaice fish meal

#### T4 Pilot trial for processing of by-products from plaice fishery

##### T 4.1 Aim and scope

The pilot trial again aimed at evaluating conclusions and comparison with data derived from laboratory analyses and earlier pilot trials.

##### T 4.2 Materials & Methods

A total of 24.86 t plaice by-products delivered 17<sup>th</sup> April 2014 are produced on the small processing line, which prior to the production has been modified and did also use the soluble fraction for the production of fishmeal.

During processing, subsamples (3 times 1 kg for each type) of the raw material, the soluble fraction and the plaice meal were taken for further analysis on bio-active compounds. Samples of a hydrolysate produced from minced raw material by addition of 2% formic acid (85% purity) got lost during postage.

##### T 4.3 Results and Discussion

In total 4.25 t plaice meal could be produced from the delivered by products (mostly heads and tails), which is equivalent to 17.1% of the raw material. No plaice oil was produced because the little volumes of lipids did not allow a clear separation.

Analysis of raw material (Tab. 8) confirmed laboratory analysis of plaice head and tails collected in May 2013 (see Tab. 2, blue print in Tab 8). In particular the low amount of fat reflects the typical seasonal variation of plaice.

Tab. 8: composition of plaice raw materials and plaice meal

	Crude protein [%]	Crude fat [%]	Ash [%]	Dry matter [%]
plaice raw material (17.4.14)	15.8	1.4	7.23	25.6
plaice head & tails (21.5.13)	15.3	1.7	3.8	21.8
Plaice meal (17.4.14)	57.5	6.78	28.65	92.69
Plaice meal (31.1.14)	62.1	8.72	24.55	95.7

The produced plaice meal is comparable to the quality produced in January 2014 (Tab 8, blue print), however, crude protein as a major quality parameter in fish meal is even below the January values.

## T5 Technical equipment for processing and stabilization on board

### T 5.1 Aim and scope

The proposed equipment and arrangement is designated to prevent microbial spoilage and autolysis of fish by-products on board by means of acidic conservation.

### T 5.2 Results and discussion

Space, in particular cooled storage rooms, is a limited resource on board of fishing vessels and is usually dedicated to food grade fish. By-products from on board processing as well as by-catch cannot be stored in such rooms. However, storage at other, non-cooled spaces will result in quick spoilage because of microbial degradation and autolysis; this will be a fast process in particular when intestinal material is included.

A solution to preserve by-products and by-catch would be acidic stabilization at pH <3.5, which stops bacterial growth and deactivates most of the enzymes. As side effect will be, that raw materials will also undergo hydrolysis, which will usually result in enhanced digestibility of the feeds produced from this raw material. A common and established method is stabilization by addition of formic acid (HCOOH), usually a proportion of 2% formic acid is sufficient to be below 3.5 pH.

Before adding formic acid, need some pre-processing is needed in order to liquefy raw materials and to ensure fast decrease of pH values in all raw material parts. Usually this is achieved by mincing of the raw material.

As an example, minimum equipment needed to transport and stabilize by-products and by catch on board is listed in Tab. 9.

Tab. 9: Technical equipment for on-board storage of by-products (price estimation based on different offers from equipment suppliers)

Technical device	Specifications
Funnel excavation for raw material input	Funnel volume: 300 l
Mincer	Turnover: 1 t/h 7.5 kW
Feed pump for the minced raw material	Turnover: 1 t/h 2.2 kW
Feed station for the addition of formic acid	Tank (IBC), dosing valve, diaphragm pump, flow meter 0.18 kW
Storage container for the hydrolyzed raw material	Volume 25 m <sup>3</sup> , with circulation pump 5 m <sup>3</sup> /h 2.2 kW
Rotary pump for pumping the raw material off board	25 m <sup>3</sup> /h 5.5 kW
Price incl. installation, piping and electric controls	110,000 €

Of course, equipment sizes and parameters must be adapted to the specific conditions of the fishing vessel. A possible arrangement of equipment on board of the fishing vessel is shown in Fig. 17.

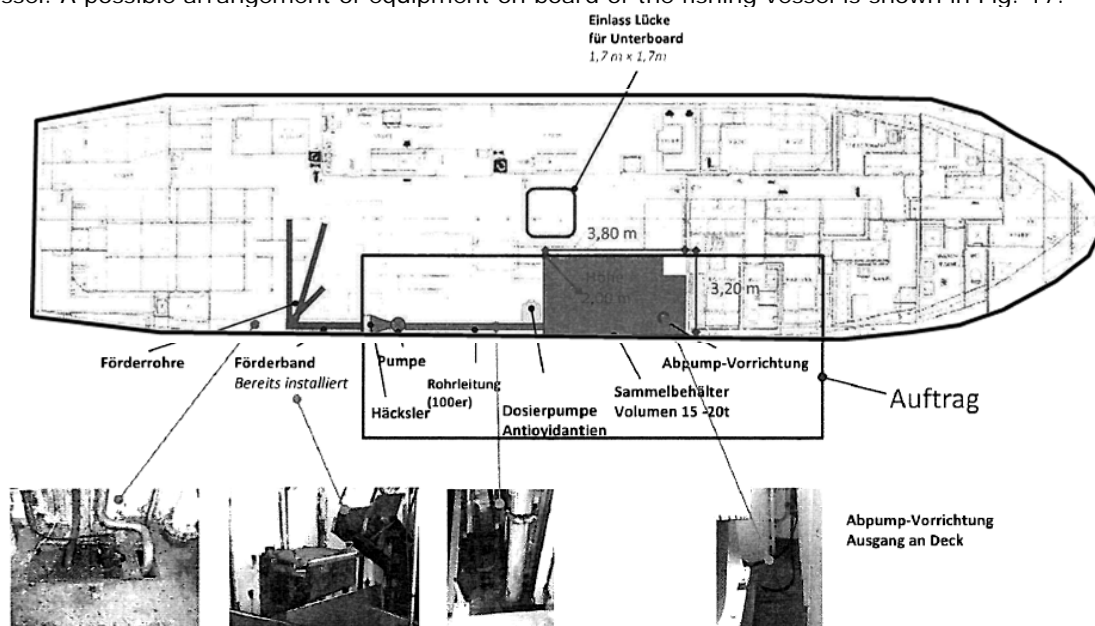


Fig. 16 Equipment for on board processing and storage of fish by-products (example)

## T6 Pilot trial processing by-catch from plaice fishery

### T 6.1 Aim and scope

The test production aimed at separating different types of by-catch in plaice fishery and comparing resulting products for the feed industry.

### T 6.2 Materials and Methods

A total of 13.32 t by-catch from plaice was delivered 3<sup>rd</sup> February 2015 to VFC/Lipromar in 1000 kg containers cooled and assorted to type of by-catch. The raw material was processed on the small processing line of VFC on 6<sup>th</sup> February 2015.

### T 6.3 Results and discussion

The by-catch consisted of undersized plaice, of dab, blue whiting and various other species (Tab 10). Most fish was complete, only few by-products (plaice heads and tails) were included.

Tab. 10: composition of plaice by-catch

	Volume [kg]	Proportion [%]	Figure
Undersized plaice ( <i>Pleuronectes platessa</i> )	9970	74.85	17
Dab ( <i>Limanda limanda</i> )	420	3.15	18
Blue Whiting ( <i>Micromesistius poutassou</i> )	2280	17.12	19
Mixed fish (skate, <i>Raja clavata</i> ; etc.)	290	2.18	20
Starfish, crabs, mussels	360	2.70	21
total	13320	100	



Fig. 17 Plaice (in deck hopper)



Fig. 18 Dab



Fig. 19 Blue Whiting



Fig. 20 Various fish





Fig. 21 Non-fish bycatch (examples only: starfish, mussel piece, crab parts)

Because of its small volume and because of processing problems due to high calcium loads, the non-fish by-catch (starfish, mussels, crabs) was not processed.

The fish was separated into two fractions, one containing blue whiting only, the other comprising the rest (dominated by plaice).

The resulting fish meal was 0.44 t blue whiting meal and 1.98 t plaice meal (including dab and mixed fish); the yield in both fractions was about 19-20% of the raw material. This is a higher yield than found in plaice by-products, probably as a result of the higher amount of bones and muscle flesh, and the lower relative proportion of intestines. No fish oil could be extracted from either blue whiting or plaice.

Analysis on standard parameters is shown in Tab 11.

Tab. 11: composition of plaice raw materials and plaice meal

	<b>Crude protein [%]</b>	<b>Crude fat [%]</b>	<b>Ash [%]</b>	<b>Dry matter [%]</b>
Blue whiting meal	71.40	5.68	18.86	96.46
Plaice & mixed fish meal	72.10	5.64	19.56	98.42

Crude protein was much higher and ash much lower than in by-product samples analysed earlier. This is certainly because of the use of complete fish with higher proportion of muscle tissues. The obtained meal is thus superior to the fish meals produced from by-products only.



Fig. 22 Blue Whiting fishmeal



Fig. 23 Plaice fishmeal

## Summary and general conclusions

By-products as well as by-catches from plaice fishery are suited for production of feed grade fish meal and fish oil. Although yields in case of by-products are comparatively low (usual yield from fish by-products at VFC is about 20% fishmeal), and although the comparatively low protein and high ash content rank the produced fish meals as inferior to standard high quality meals (with protein contents above 64% or even 72%), there will be some demand for a species specific plaice meal in the animal feed and pet food market. With regard to the fish oil, this can be produced from autumn catches only. The fish oil has a typical marine fish oil profile with EPA + DHA concentration of about 16%, which is below values found in herring (18-20%), cod liver (19-22%) or mackerel oil (24-27%) (Data from fish oils produced at VFC/Lipromar and VFC).

At present market conditions, plaice by-products would be valued at less than 200 €/t for autumn catches, and less than 150 €/t for spring catches. Dependent on the market situation, a bit higher prices may be paid by the mink feed industry or by the pet food industry. However, a price of 500 €/t as calculated by fishermen as minimum price to cover expenses will probably not be obtained. Such prices may be realistic only in case that functional components demanded by the food or feed industry can be extracted from these raw materials.



## Bijlage G. Resultaten hydrolyse experimenten door FBR

### Enzyme: 8% Alcalase (Experiment 2)

140417 Plaice	Freeze-dried supernatant after hydrolysis (8% enzyme Alcalase)					
	Hydrolysis time (h)	Protein content (%)	Yield protein (%)	DH (%)	ACE-I IC50 (mg/ml)*	DPPH-I IC30 (mg/ml)*
Raw material	0	55.6	26.8	8.9	>1	1.3
	2	72.5	88.0	30.7	0.113	-
	4	73.1	90.4	31.4	0.119	0.7
	6	73.5	93.0	33.2	0.112	-
	8	73.6	94.3	32.1	0.115	0.4
Meal	0	70.7	17.7	8.5	>1	>5
	2	84.3	88.8	26.9	0.086	-
	4	84.4	95.7	28.8	0.118	2.8
	6	83.7	97.3	29.7	0.133	-
	8	84.5	99.7	30.1	0.159	1.6
Solubles	0	91.3	96.3	8.8	>1	>5
	2	83.2	92.9	25.2	>1	-
	4	83.8	93.6	24.0	>1	2.9
	6	83.7	96.8	25.9	>1	-
	8	83.6	95.2	24.8	>1	1.3
Reference FBR	6	100	-	23.6	0.067	-
Reference Uric acid	-	-	-	-	-	0.2

\*: mg protein/ml

Enzyme: 4% Newlase F (Experiment 2)

140417 Plaice	Freeze-dried supernatant after hydrolysis (4% enzyme Newlase F)					
	Hydrolysis time (h)	Protein content (%)	Yield protein (%)	DH (%)	ACE-I IC50 (mg/ml)*	DPPH-I IC30 (mg/ml)*
Raw material	0	69.8	24.8	9.0	>1	1.2
	2	67.6	58.0	13.7	0.232	-
	4	67.2	63.2	14.9	0.169	0.8
	6	62.3	61.8	14.2	0.106	-
	8	63.3	64.9	12.2	0.084	0.7
Meal	0	70.7	17.7	8.4	>1	>5
	2	74.0	44.6	13.6	0.164	-
	4	72.0	50.9	13.5	0.129	2.6
	6	68.9	53.0	13.7	0.152	-
	8	69.5	55.7	13.6	0.184	2.8
Solubles	0	87.9	96.7	6.9	>1	>5
	2	92.9	93.7	9.4	>1	-
	4	90.2	96.3	10.6	>1	>5
	6	91.1	98.1	9.7	>1	-
	8	87.7	96.0	13.4	>1	>5
Reference FBR	6	100	-	23.6	0.067	-
Reference Uric acid	-	-	-	-	-	0.2

\*: mg protein/ml

**Enzyme: 8% Newlase F (Experiment 2)**

140417 Plaice	Freeze-dried supernatant after hydrolysis (8% enzyme Newlase F)					
	Hydrolysis time (h)	Protein content (%)	Yield protein (%)	DH (%)	ACE-I IC50 (mg/ml)*	DPPH-I IC30 (mg/ml)*
Raw material	0	73.3	25.2	9.6	>1	1.5
	2	63.8	60.5	15.3	0.098	-
	4	62.8	66.8	15.6	0.171	0.7
	6	59.4	67.4	16.5	0.122	-
	8	61.1	68.5	16.7	0.081	0.6
Meal	0	67.9	18.1	9.7	>1	>5
	2	67.9	53.7	14.7	0.234	-
	4	68.7	62.7	16.3	0.098	1.8
	6	64.1	63.7	16.5	0.094	-
	8	64.6	66.4	15.8	0.108	2.1
Solubles	0	93.8	98.4	7.1	>1	>5
	2	88.1	92.1	10.7	>1	-
	4	85.3	98.1	9.5	>1	>5
	6	83.4	97.0	10.6	>1	-
	8	82.5	95.1	13.1	>1	3.6
Reference FBR	6	100	-	23.6	0.067	-
Reference Uric acid	-	-	-	-	-	0.2

\*: mg protein/ml