



NTNU

Norwegian University of
Science and Technology

Bacheloroppgave 2020
20 studiepoeng

**Utnyttelse av restråstoff fra kongsnegl (*Buccinum undatum*) &
taskekrabbe (*Cancer pagurus*).**

En undersøkelse på bærekraftig utnyttelse av marint restråstoff i norske farvann.

Utilization of by-products from the common whelk (*Buccinum undatum*) & brown crab (*Cancer pagurus*).

A study on sustainable utilization of marine by-products in Norwegian waters.



Utført av: Helene Hageli, Marie Brunvoll Nustad & Torbjørn Tevje Rubin

Matteknologi, institutt for bioteknologi og matvitenskap.

Fakultet for naturvitenskap. NTNU Mai 2020.

Bruk av rapportens innhold skjer på eget ansvar.

Sammendrag

Hensikten med bacheloroppgaven var å gjøre undersøkelser på restråstoff fra kongsnegl og taskekrabbe for å øke kunnskap rundt hvordan man i større grad kan utnytte seg av dette restråstoffet. Arbeidet startet med å utføre et karakteriseringsforsøk med kongsnegl, for å kartlegge størrelsesgrupper og fordeling av fraksjoner av skall, biprodukt og muskel innad i hver gruppe. Resultatene viste en gjennomsnittslengde på 77,6 mm og ingen signifikant forskjell i prosentvis utbytte av skall, muskel og biprodukt for de forskjellige størrelsesgruppene. Det ble imidlertid funnet en klar signifikant forskjell i vekt av skall, muskel og biprodukt. Resultatene viste også at det var en korrelasjon mellom økende vekt og økende lengde, samt korrelasjon mellom økende lengde og økende bredde på snegl.

Restråstoff fra både kongsnegl og taskekrabbe ble analysert for innhold av protein, lipid og kadmium ved SINTEF Norlab. For kongsnegl ble analysene gjennomført på hver størrelsesgruppe. Fra analyseresultatene ble det funnet at skall fra kongsnegl ble målt til å ha et gjennomsnittlig innhold av: Protein 3,17 g/100 g, lipid 0,82 g/100 g og kadmium 0,27 mg/kg. Biprodukt fra kongsnegl ble målt til å ha et gjennomsnittlig innhold av: Protein 20,90 g/100 g, lipid 1,54 g/100 g og kadmium 8,12 mg/kg. Restråstoffet fra taskekrabbe ble funnet til å ha et gjennomsnittlig innhold av: Protein 14,70 g/100 g, lipid 0,50 g/100 g og kadmium 0,05 mg/kg.

Ut fra det utførte analysearbeidet kan det konkluderes med at det ses størst potensiale i å utnytte restråstoffet fra taskekrabbe. Skall fra kongsnegl har mulighet for utnyttelse, men krever videre undersøkelser for å finne ut om dette er mulig å gjennomføre industrielt på en effektiv og økonomisk måte. For biprodukt trengs det videre forskning for å redusere innhold av kadmium før det kan anvendes videre. Biprodukt og skall fra kongsnegl blandet gjør at det kan brukes i gjødsel. Det er vist at det er potensiale til å utnytte restråstoffet som i dag blir kassert, og at å utnytte disse ressursene bedre fordrer en bærekraftig utvikling som kan øke profitten og samtidig øke graden av en bærekraftig sirkulær økonomi.

Abstract

The purpose of this bachelor thesis was to conduct research on marine by-products from the common whelk and the brown crab, in order to gain a better understanding of how to make better use of it. The work started by conducting a characterization experiment on the common whelk. The aim of the characterization was to map size groups and the distribution of fractions (shell, organ-fraction and muscle), within the different groups. The results showed an average length of 77.6 mm and no significant difference in the percentage yield of shell, muscle and organ-fraction between the different size groups. There was found a significant difference in weight of shell, muscle and organ-fraction. It was also found that there was a correlation between increasing weight and increasing length, as well as a correlation between increasing length and increasing width of snails.

The material from both common whelk and brown crab was analyzed for protein, lipid and cadmium content. For the common whelk, the analyzes were performed on each individual size group. From the results of the analysis it was found that snail shell had an average content of: Protein 3.17 g/100 g, lipids 0.82 g/100 g and cadmium 0.27 mg/kg. The snail organ-fraction was found to have an average content of: Protein 20.90 g/100 g, lipids 1.54g/100g and cadmium 8.12mg/kg. The by-material from brown crab was found to have an average content of: Protein 14.70 g/100 g, lipid 0.50 g/100 g and cadmium 0.05 mg/kg.

In conclusion the greatest potential can be seen in the utilization of by-material from brown crab. Shells from the common whelk have the potential for further utilization, but there would be a need for additional research in order to determine if industrial processing is viable in an efficient and cost-effective manner. To be able to utilize the organ-faction from the common whelk further research is necessary, because there is need to reduce cadmium content before use. If the organ-fraction from the common whelk is mixed with its shells it can be used as fertilizer. The study has shown that there is potential in exploiting the by-products that are currently being discarded, and that better utilization of these resources will aid in developing a more sustainable industry that can increase profits and simultaneously increase the degree of a sustainable circular economy.

Forord

Planleggingen av gjennomføring av oppgaven startet i januar, med offisiell oppstart av praktisk og teoretisk arbeid på oppgaven i mars. Det ble planlagt å gjennomføre en karakterisering av kongsnegl samt analyser av totallipid og protein på laboratorier ved NTNU.

Ut ifra disse resultatene skulle det undersøkes videre prosesseringsmuligheter av restråstoffet som utvinning av kitin og produksjon av hydrolysat. Restråstoffet skulle analyseres for kadmiuminnhold ved eksternt laboratorium. Det ble imidlertid ikke mulig å gjennomføre analyser ved NTNU, da campus ble stengt under planleggingsfasen av prosjektet. Det ble det derfor ikke mulig å få gjennomført mye av det planlagte praktiske arbeidet. Det var et stort ønske om å beholde opprinnelig struktur på oppgaven. Råstoffet var fortsatt tilgjengelig, og karakterisering ble derfor utført hjemme. Det ble dessuten undersøkt om det var mulig å få gjort deler av analysene hos en ekstern lab. Analyse av lipid, protein og kadmium ble sendt til Sintef Norlab for analyser i april 2020. Videre prosessering av restråstoffet ble ikke mulig å gjennomføre praktisk, men dette blir forslag til videre forskning. Alt teoretisk arbeid rundt oppgaven har foregått fra mars til mai 2020.

Kostnadene som oppstod i forbindelse med oppgaven ble dekket av NTNU og Kystmiljø. Kongsnegl ble levert av Pristine Seafood, og restråstoffet fra taskekrabbe ble levert av Hitramat med hjelp fra Kystmiljø.

Vi vil rette en stor takk til hovedveileder Kirill Mukhatov og medveileder Ignat Tolstorebrov for god veiledning under arbeidet med oppgaven. Vi ønsker også å takke Tina Olausen fra Kystmiljø for gode tips og veiledning av oppgaven, samt Hitramat og Pristine seafood for restråstoff fra taskekrabbe og kongsnegl.

Helene Hageci Marie Bennevoll Næstad Torbjørn Rubin

Innholdsfortegnelse

Introduksjon	1
1. Teori	2
1.1 Kongsnegl (<i>Buccinum undatum</i>)	2
1.1.1 Biologi	2
1.1.2 Fangst	4
1.1.3 Prosessering	6
1.1.4 Anvendelse	8
1.2 Taskekrabbe (<i>Cancer pagurus</i>)	9
1.2.1 Biologi	9
1.2.2 Fangst	9
1.2.3 Prosessering	11
1.2.4 Anvendelse	13
1.3 Restråstoff	13
1.3.1 Lover & forskrifter	14
1.3.2 Restråstoff kongsnegl	15
1.3.3 Restråstoff krabbe	18
1.3.4 Bruk som gjødsel	20
1.3.4 Kitin og kitosan	21
1.3.4.1 Prosessering	21
1.3.4.2 Anvendelse for kitin og kitosan	23
1.3.5 Hydrolysat	24
1.3.5.1 Proteinhydrolyse og prosessering	24
1.3.5.2 Anvendelse	28
1.3.6 Kadmium	28
1.3.6.1 Kadmium i kongsnegl	29
1.3.6.2 Kadmium i taskekrabbe	29
1.5 Økonomi, miljø, bærekraft	30
1.5.1 Kongsnegl	32
1.5.2 Taskekrabbe	34
2. Metoder og utstyr	36
2.1 Karakterisering	36
2.1.1 Råmateriale	36
2.2 Eksperimentbeskrivelse	38
2.2.1 Kongsnegl	38
2.2.2 Taskekrabbe	39
2.3 Karakterisering kongsnegl	39
2.3.1 Utstyr	39
2.3.2 Metode	39
2.4 Interne analyser	42
2.5 Eksterne analyser	42
3. Resultat og diskusjon	44

3.1 Karakterisering av kongsnegl.....	44
3.1.1 Inndeling av størrelsesgrupper	44
3.1.2 Korrelasjon mellom lengde, bredde og vekt	46
3.1.3 Vekt av ulike fraksjoner og grupper	48
3.2 Analyse av proteininnhold.....	50
3.2.1 Kongsnegl.....	50
3.2.2 Taskekrabbe	53
3.3 Analyse av totalt lipidinnhold.....	54
3.3.1 Kongsnegl.....	54
3.3.2 Taskekrabbe	56
3.4 Analyse av kadmiuminnhold	57
3.4.1 Kongsnegl.....	57
3.4.2 Taskekrabbe	59
3.5 Anvendelse av restråstoffet	60
3.5.1 Kongsnegl skall	60
3.5.2 Kongsnegl biprodukt	61
3.5.3 Restråstoff fra taskekrabbe.....	63
4. Konklusjon	65
4.1 Veien videre	66

Forside: «Ørekonkyllie» av Ole Rosén og Mari Røysamb. Bilde tatt av Helene Hageli.

Nomenklatur

ANOVA – variansanalyse

°C – grader Celcius

cm – centimeter

EFSA – European Food Safety Authority

FAO – Food and Agriculture Organization

FPH – Fishproteinhydrolysat

g - gram

kg – kilogram

LUR – lite utnyttede ressurser

mm - millimeter

mrd – milliard

mPa – milliPascal

Rpm – omdreininger per minutt

SD – standardavvik

TWI – tolererbart ukentlig inntak

VKM – Vitenskapskomiteen for mat og miljø

Introduksjon

Det er forventet at antall mennesker i verden vil være 9,8 mrd. innen 2050 (Nærings- og fiskeridepartementet, 2019). Med en økende befolkning kreves det også en økende matproduksjon, som skaper et større press på naturressursene. Det er et økende antall mennesker i verden som lider av sult, det er derfor nødvendig å revurdere hvordan vi dyrker, konsumerer og foredler maten vår på, for å sikre en bærekraftig matproduksjon som kan gi næringsrik mat og økende inntekter (FN, 2020).

I 2016 var de globale produksjonen av sjømat 171 millioner tonn, ifølge FAO bør sjømatproduksjonen øke ytterligere 30 millioner tonn fram mot 2030 (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2018). For å møte fremtidige behov vil fokus på en bærekraftig utnyttelse av lite utnyttede ressurser være svært sentralt. Tilgjengeligheten av restråstoff fra fisk og skalldyr i Norge ble i 2018 estimert til å være 954 000 tonn, hvor 82% ble utnyttet på en økonomisk bærekraftig måte (SINTEF, 2019). Marint restråstoff er en verdiskapende ressurs for norsk fiskeri- og havbruksnæring der det fortsatt er potensiale for å øke utnyttelsesgraden (Richardsen et al., 2017, s. 3). Det har samtidig vært et økende fokus fra politikere, i virkemiddelapparatet og fra sjømatnæringen om å få en økt totalutnyttelse av råstoffet. Økt utnyttelse av restråstoff vil gi økt mengde konsumprodukter og dermed øker også verdien av råstoffet. En økende miljøbevissthet gjør også at det er mindre akseptabelt ikke å utnytte restråstoffet maksimalt. Med en økende mengde tilgjengelig marint råstoff med potensielt muligheter for store verdier, øker interessen for videreforedling av ulike arter i norsk industri. For å oppnå dette er sjømatindustrien avhengig av ny kunnskap for å forstå hvordan de best kan utnytte sitt restråstoff. (Pleym et al., 2019, s. 1)

Denne oppgaven har fokus på hvordan man kan benytte seg av uutnyttet restråstoff fra produksjon av taskekrabbe og kongsnegl for potensielt nye bruksområder. I denne bacheloroppgaven ble derfor innhold i restråstoff fra taskekrabbe og kongsnegl analysert, ved hjelp av ulike metoder, og ut fra dette kommet med forslag til videre anvendelse av restråstoffet til ulike bruksområder.

1. Teori

1.1 Kongsnegl (*Buccinum undatum*)

1.1.1 Biologi

Kongsnegl er en stor marin snegl i familien kongsnegler (Buccinidae) (Magnúsdóttir, 2010, s. 9). Som vist i figur 1 har de et solid konisk skall, og en skallengde på inntil 110 mm og en bredde inntil 60 mm. Forventet livstid for kongsnegl er cirka 10 år. (Santhanam, 2019, s. 140). Resultater fra en undersøkelse utført av Møreforsk basert på målinger gjort på 3223 kongsnegl på 8 ulike lokasjoner i Norge, viser en gjennomsnittlig lengde på 75 mm og gjennomsnittlig maksimal lengde på 97 mm (Bakke & Nystrand, 2012, s. 15–19). En studie fra Frankrike utført over 3 år på 9087 kongsnegl viser at hovedparten av sneglene lå i størrelsesintervallet 25-60 mm (Berthelin et al., 2011, s. 320).

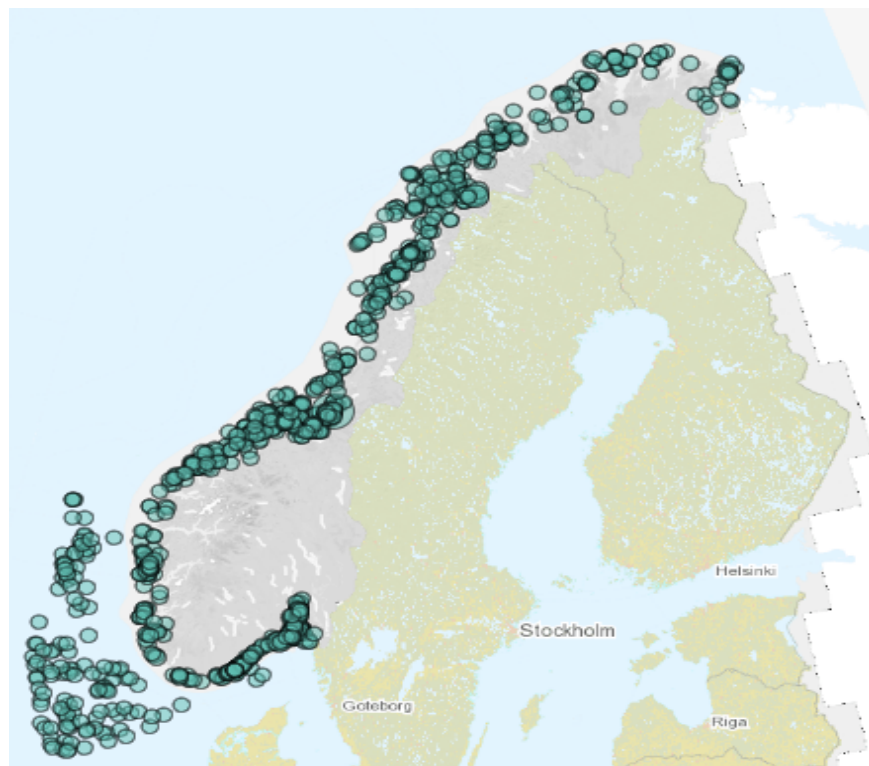


Figur 1: Bilde av kongsnegl tatt på fem meters dyp på Bjørnøya i Trøndelag (Telnes, 2018).

Kongsnegl er avhengig av saltvann og finnes derfor kun i hav og fjord, ofte like under tidevannssonen og ned til cirka 50 meter, men er unntaksvis funnet helt ned til 1200 meter (Magnúsdóttir, 2010, s. 9; Santhanam, 2019, s. 140). Utenom skall består kroppen til kongsnegl av to ulike hovedfraksjoner; bi-produkt (fot og tarmsystem) og muskel (Carter, u.å.). En norsk studie av kongsnegl viser til at eldre og

lengre snegl har et tykkere skall, og dermed mindre prosentvis utbytte muskel (Bakke & Nystrand, 2012, s. 24). Tykkere skall kan være en overlevelsesstrategi mot predatorer, så dersom snegl befinner seg i områder med høy forekomst av predatorer som for eksempel taskekrabbe vil det kunne medføre sneglene har tykt skall (Bakke & Nystrand, 2012, s. 24). Sneglen finnes ofte på myke sediment som sand og grus, og er utbredt blant annet i arktiske farvann, Atlanterhavet, Middelhavet og det kanadiske arktiske øyriket (Santhanam, 2019, s. 140). Kongsnegl er i Europa utbredt fra Spania i sør og helt opp til Svalbard og sør-vest Grønland i nord (Magnúsdóttir, 2010, s. 9). De er både åtseletere og rovdyr, og jakter ved at den setter ut en slags «trakt» som fører vann forbi gjellene og et sanseapparat som brukes for å detektere byttet, dette kalles «chemoreception». (Santhanam, 2019, s. 140–141)

Figur 2 viser en betydelig utbredelse av arten langs hele norskekysten. I rapporten «Norsk kongsnegl – Produktegenskaper og markedsmuligheter» fra Møreforsk vises det også til at kvalitet til norsk kongsnegl i stor grad tilfredstiller krav i markedet både med tanke på størrelse, næringsinnhold og utbytte (Bakke & Nystrand, 2012, s. 9).



Figur 2: Utbredelse av kongsnegl (GBIF, 2020).

1.1.2 Fangst

De største fangstnasjonene for kongsnegl er Storbritannia, Frankrike, Canada og Irland. Globalt fiskes mellom 30 000-40 000 tonn kongsnegl årlig (Bakke & Nystrand, 2012, s. 11). I Norge har det vært liten tradisjon for fiske av kongsnegl, men det er nå økende interesse for arten. De første fangstene i Norge ble registrert i 2004, og mellom 2005-2010 har landingene i Norge vært på mellom 20-70 tonn (Bakke & Nystrand, 2012, s. 11; Fagerbakke, 2020). I Norge ble 343 tonn kongsnegl landet i 2019, med fangst fra Mørkysten og nordover (Fagerbakke, 2020). For å illustrere fremtidig potensiale for fiske i Norge er sjøarealet grunnere enn 30 meter bare rundt øyene Smøla, Hitra og Frøya i Trøndelag fylke cirka 2400 km² (Bakke & Nystrand, 2012, s. 9). Dette er større enn arealet der hovedparten av kongsneglfisket i Irland gjennomføres, som er cirka. 2000 km² (Bakke & Nystrand, 2012, s. 9). I Irland har det historisk blitt landet rundt 2000-3000 tonn per år (Bakke & Nystrand, 2012, s. 9). Hvor aktivt fisket er, påvirker størrelse på snegl. På områder hvor det fiskes aktivt vil større og eldre snegl fiskes ut først, og fangstene vil etter hvert bestå av mindre snegl (Bakke & Nystrand, 2012, s. 19–20). Det skapes dermed bedre kår for unge og mindre snegl når de eldre som dominerer områdene, blir fisket ut.

Kongsneglfiske foregår i hovedsak med teiner. Disse er ofte tønneformede eller sekskantede, med en notlin på topp som vist i figur 3. Notlinen gjør at sneglene kommer inn i teinen, mens det samtidig er vanskelig å komme ut. Når teinene blir dratt opp i båten løsnes nettingen og sneglene tas ut. Gjenværende snegler som er for små i henhold til spesifikasjoner sorteres ut av fiskere ombord (F. Nordøy, personlig kommunikasjon, 1. april 2020). Noen teiner har også små hull (cirka 20 mm) på undersiden slik at de minste sneglene kan komme seg ut (Berthelin et al., 2011, s. 318). Forsøk har vist at en teiner kan tiltrekke seg og fange snegler på et område på cirka 400 kvadratmeter (Møreforskning Ålesund AS, u.å.)

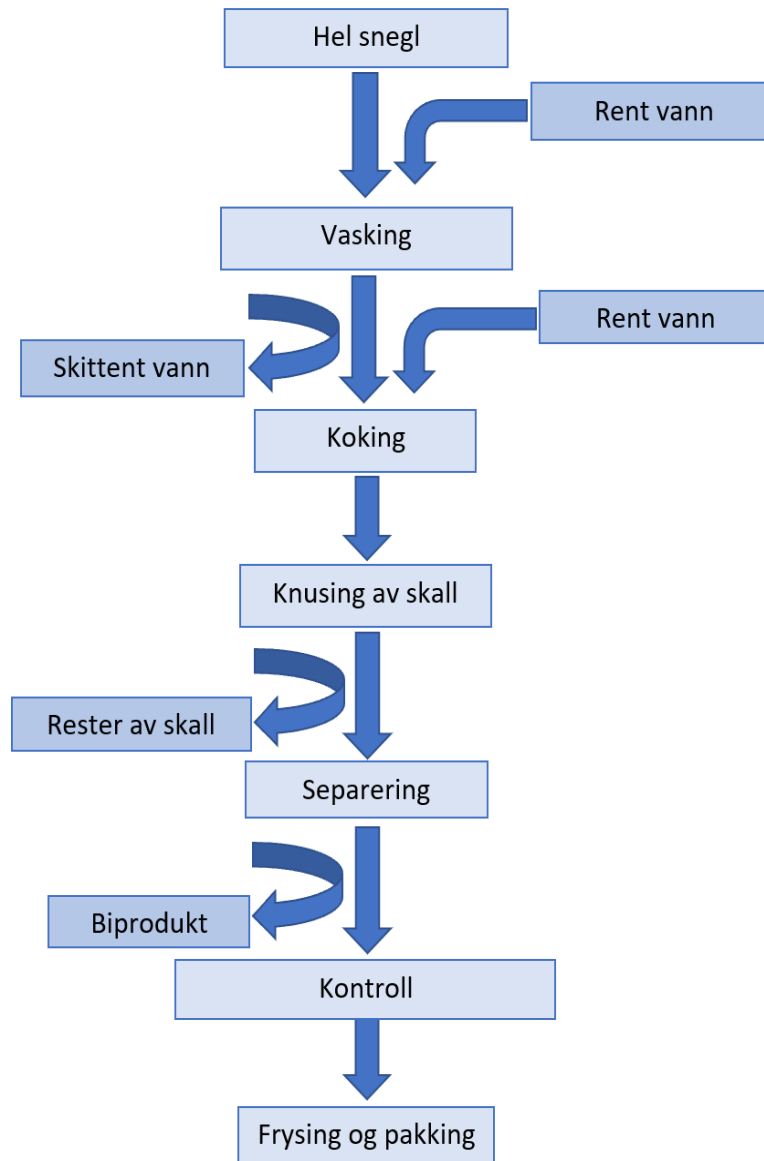


Figur 3: Teine som brukes til fiske av kongsnegl ved Pristine Seafood (F. Nordøy, personlig kommunikasjon, 1. april 2020).

Fisket skjer på en dybde på mellom 20-40 meter, noe som gir muligheter for fangst nært land og i skjermede farvann (Kintel, 2014). Kongsnegl fiskes ofte i teiner som er cirka 45 cm i diameter (Berthelin et al., 2011, s. 318). 40-60 teiner er festet til liner med cirka 10-20 meters avstand (Berthelin et al., 2011, s. 318; Møreforsking Ålesund AS, u.å.). I Norge er hovedsesongen med best utbytte fra mai til november, men snegl fiskes året rundt (F. Nordøy, personlig kommunikasjon, 1. april 2020). Det er ikke noe minstemål for kongsnegl i Norge, men det benyttes minstemålet på skallengde fra EU på 45 mm (Møreforsking Ålesund AS, u.å.). Kongsnegl fiskes nesten utelukkende ved hjelp av åte, typisk brukes for eksempel taskekrabbe, småflekkt rødhai (*Scylliorhinus canicula*) og sei (*Pollachius virens*) som åte (Møreforsking Ålesund AS, u.å.; Skerritt et al., 2018, s. 17). Det kan brukes forskjellig typer agn i teinene, men forsøk har vist at krabbe i kombinasjon med fisk er det som gir best fangst (Møreforsking Ålesund AS, u.å.). Teinene ligger ute i cirka 24 timer, etter dette blir åtet mye mindre attraktivt og fangstene øker lite (Skerritt et al., 2018, s. 6). Etter at fiskerne har tatt opp fangsten leveres den til et industrianlegg for prosessering.

1.1.3 Prosessering

Figur 4 viser gangen i prosesseringslinjen hos Pristine Seafood - fra mottak av hel kongsnegl til ferdig produkt sendes ut til kunde. Under figuren følger en mer detaljert beskrivelse av de ulike trinnene i tabell 1.



Figur 4: flytskjema på prosessering av kongsnegl på Pristine Seafood (F. Nordøy, personlig kommunikasjon, 1. april 2020).

Tabell 1: Prosessering av kongsnegl (K.-S. Myrstad, personlig kommunikasjon, 28. april 2020; F. Nordøy, personlig kommunikasjon, 1. april 2020).

Prosesstrinn	Beskrivelse
Vasking:	<p>Hele snegler vaskes for å få bort fremmedlegeme og skitt. Sneglene legges i en tank der rent vann blir tilført, og skittent vann blir tappet av. Sneglene sultes i denne prosessen slik at avføring går ut med det skitne vannet.</p> <p>Dersom det ikke er kapasitet til umiddelbar prosessering, mellomlagres sneglene. Under mellomlagring står sneglene på såkalt revanning, der friskt sjøvann blir tilført sneglene etter det har gått gjennom et UV-filter.</p>
Koking	<p>Sneglene blir kokt på 140-145 °C ved 3,7-3,9 bar i cirka 3,5 minutter. Dette gjøres både på bakgrunn av bakteriologiske krav fra Mattilsynet, samt kundekrav. Koketiden avhenger av størrelsen på sneglene og ulike krav fra kunder.</p>
Knusing og separering	<p>Hel kokt snegl blir knust i en maskin (twin crushing unit). Deretter blir det knuste materialet lagt på et vibratorbord (cyclone shell meat separator). I denne prosessen faller bitene med skall til ned på siden, og gjør det mulig å separere skall fra muskel og biprodukt. Videre skilles muskel fra biprodukt manuelt, noe som er relativt enkelt når sneglen er nykokt.</p>
Kontroll	<p>Muskelfraksjonen vaskes deretter igjen og inspiseres visuelt. Her påser man at kjøttet ikke er skade og at det ikke er kokt for mye. Ved kontroll undersøkes også at alt biprodukt er fjernet, med spesielt fokus på at foten ikke sitter fast i muskel.</p>
Frysing	<p>Etter inspeksjon fryses sneglene inn individuelt i en tunnelfryser (IQF-fryser) og sorteres etter vekt. Det foreligger 4 ulike grunnklassifiseringer: <4g (kasseres), 4-10g, 10-20g og >20g. I tillegg foreligger det unntaksvis egne klassifiseringer, i henhold til krav fra kunder.</p>
Pakking & emballering:	<p>Den frosne muskelen pakkes i emballasje i 10 kilos kasser før den sendes med skip til bestemmelsessted (for eksempel Korea). Per i dag sender Pristine Seafood kun kokt muskel og unntaksvis levende snegler til bestemte kunder. Pris på muskel i markedet er i dag mellom 8-11 USD per kg.</p>

1.1.4 Anvendelse

Sneglen har blitt brukt som en matkilde i lang tid. Det finnes bevis for at mennesker har spist kongsnegl i Europa i århundrer, blant annet i Nederland, Belgia og de britiske øyer (Magnúsdóttir, 2010, s. 10). Muskelfraksjonen omsettes både fersk og frossen, og de største markedene for kongsnegl er i dag Sør-Korea, Frankrike og Japan (Bakke & Nystrand, 2012, s. 12). Undersøkelser av kongsnegl i norske farvann viser at utbytte av muskelfraksjon utgjør mellom 20 og 30% av totalvekt (Bakke & Nystrand, 2012, s. 23). Muskel har et proteininnhold på cirka 16,0g/100 g og et lipidinnhold på cirka 0,4 g/100 g (Bakke & Nystrand, 2012, s. 9). Sneglen har en høy andel mineraler som jern, magnesium, fosfor, kalium, sink og kobber i tillegg til å være en god kilde til vitamin C, vitamin B6 og B12, folat og vitamin A (USDA *Whelk*, 2019).

1.2 Taskekrabbe (*Cancer pagurus*)

1.2.1 Biologi

Taskekrabben er en stor matkrabbe i familien *Cancriidae* (Havforskningsinstituttet, 2020). Krabben er utbredt fra Nord-Afrika i sør, til kysten utenfor Nordland (Woll & van der Meeren, 1997, s. 11). I senere år har man også funnet krabben helt oppe i Finnmark, som tyder på at den er i stadig bevegelse. Taskekrabben har en rødbrun farge på skallet, som illustrert på figur 5, og en vanlig skallbredde på cirka 26 cm og 22 cm, for henholdsvis hann- og hunnkrabber (Havforskningsinstituttet, 2020; Sømme, 2019b). Anatomien til hankrabber og hunnkrabber er forskjellige. Gjennomsnittlig måling av vekt på hun- og hankrabber viser at de ved 13 cm er henholdsvis 340 g og 370 g. Etter kjønnsmodning endres hannenes vekst, og klørne til hannene begynner å bli betydelig større. Krabbene blir kjønnsmodne i en alder av 4-5 år og har da en skallbredde på cirka 12-13 cm. Det antas at krabbene kan bli opptil 20 år gamle, og trives best i salt sjø fra overflaten og ned til 100 meters dyp. (Havforskningsinstituttet, 2020; Woll, 2005, s. 7)



Figur 5: Taskekrabbe (Pristine Seafood, u.å.).

1.2.2 Fangst

Krabbefisket ble i Norge oppført som et kommersielt fiske i 1914 og fisket er størst rundt Møre og Romsdal, Trøndelag og rundt Helgelandskysten (Woll & van der Meeren, 1997, s. 20). Alle taskekrabbene

utenfor norskekysten regnes som en samlet bestand. Krabbefisket blir ikke begrenset ved kvotering for kommersielle fiskere, men minstemål på krabbene er 13 cm. Fra Rogaland og langs kysten til svenskegrensa er minstemål satt til 11 cm. Det ble i 2019 fanget 5370 tonn krabber til en verdi av 69 millioner kroner i Norge. (Havforskningsinstituttet, 2020)

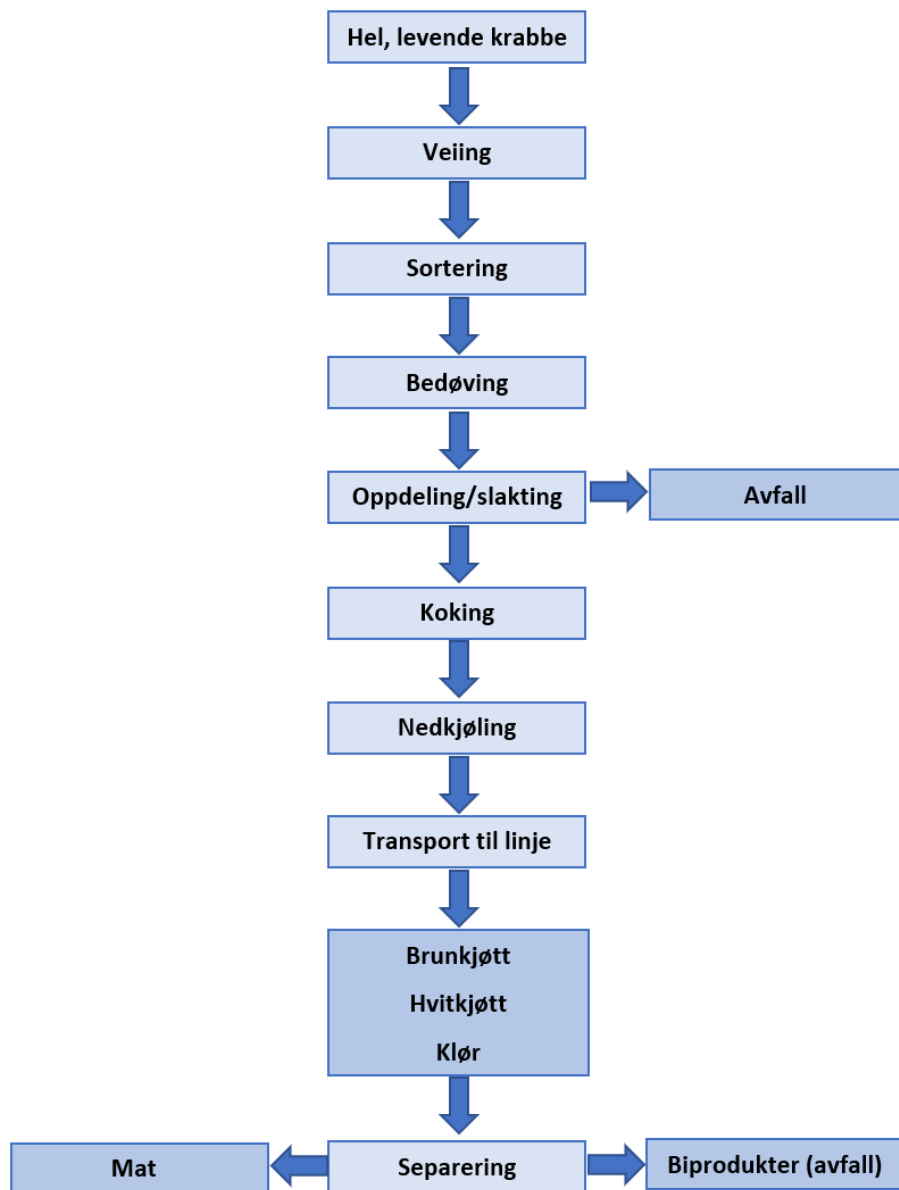
Den kommersielle fangsten etter taskekrabber foregår langs hele Norskekysten ved at det legges ut teiner både på grunt vann og dypere ute i fjordene og ved kysten (Søvik et al., 2010, s. 4). Fiskebåter legger ut teiner med agn som tiltrekker seg krabbene. Fiskebåtene leverer deretter fangsten til mottak på land. De fleste fiskerne driver kombinasjonsfiske, og fisker kun etter krabber når det er sesong, som normalt er mellom august og november. Hitramat, som er Norges største innen prosessering av taskekrabbe, tar inn krabber i sesongen mellom juni og november. (Aune, 2019; Hitramat, u.å; Zimmermann et al., 2020, s. 13–17)

Alle krabber som fanges av fiskere på båt, sorteres ut i forskjellige kategorier av fiskerne selv. Det sorteres etter han/hun, størrelse, utseende og matinnhold (Woll, 2005, s. 16). Krabber som ikke oppfyller kravene kastes ut igjen (Woll & van der Meeren, 1997, s. 16). Fangst av taskekrabbe skjer i hovedsak rundt kysten til Storbritannia, Irland, Frankrike og Norge. Storbritannia, som er den største på fangst av taskekrabbe, hadde en årlig fangst på 30 000 tonn i 2016. Irland og Frankrike hadde samlet en fangst på 10 000 tonn i 2016. Storbritannia og Irland driver helårsfiske og eksporterer mye av fangsten sin til Spania og Frankrike. (Ramsden, 2019; Woll & van der Meeren, 1997, s. 22)

I 2014 ble det eksportert taskekrabbe til en verdi av 25 millioner kroner (Kystmagasinet, 2014). Det største eksportmarkedet for fangsten fra Norge er EU, hvor Frankrike var det landet som importerte mest frossen krabbe, mens Sverige importerte mye fersk krabbe. Kun en liten del taskekrabbe eksporteres til Asia. (Olafsen, 2004, s. 11–12)

1.2.3 Prosessering

Hitramat startet opp med krabbefiske allerede i 1905. Først i 1930 begynte de å ta inn taskekrabber for salg (Hitramat, u.å.). Figur 6 beskriver prosesseringen av taskekrabbe hos Hitramat, fra fangst til ferdig produkt. Utfyllende detaljer finnes i tabell 2.



Figur 6: Flytskjema over prosessering av krabbe ved Hitramat (K. Ulvan, personlig kommunikasjon, 15. april 2020).

Tabell 2: Prosessering av taskekrabbe ved Hitramat (K. Ulvan, personlig kommunikasjon, 15. april 2020).

Prosesstrinn	Beskrivelse
Veiing	All krabbe veies etter mottak og etter en periode med kjølelagring, før de kontinuerlig føres inn på industrilinja.
Bedøving	Utføres ved bruk av el-bedøvingsmaskin.
Sortering	Krabbene blir levert slik at hunkrabber og hankrabber er hver for seg. Hunkrabber scannes for å forsikre at de har godt matinnhold. Hunkrabbene med godt matinnhold beholdes og kokes hele, da forbrukere som kjøper hel, kokt krabbe gjerne ønsker de med rogn. De med lite matinnhold, eller med større kvalitetsfeil (sorte prikker, dødkrabbe osv.) sorteres ut som avfall. Etter koking av hel krabbe sorteres de etter vekt for salg. Hannkrabber brukes til oppdeling, og sorteringen går på størrelse på klør etter oppdeling. Sorteres etter antall klør/kg. Små klør er 20-30 klør/, middels cirka 12 klør/kg, og store klør er 1-5 klør/kg. Sortering av oppdelt hankrabbe skjer maskinelt.
Oppdeling	Mesteparten av krabbene deles opp før koking. Dette gjøres som en del av avliving. Det deles opp i klør, cluster (samlet fraksjon med bein fra høyre eller venstre side) og krabbeskall med rogn. Oppdeling skjer manuelt.
Koking	De oppdelte delene sorteres til hver sin steamkoker. Krabbene kokes ved 90-95 °C til en kjernetemperatur på 92°C er oppnådd. Koking foregår >5 min. Delene sorteres ofte etter størrelse slik at det er lett å ha kontroll på kjernetemperatur. Hele produksjonen går på en kontinuerlig linje.
Nedkjøling	Nedkjøling foregår så raskt som mulig i vann som holder temperatur <7°C. Nedkjølingen foregår på en kontinuerlig linje.
Transport til linje	De ulike delene transporteres videre på egne linjer til bruk i ulike produkt.
Separering	Mat separeres fra biprodukt på en båndseparator. Mat fra de ulike delene sendes til bruk i ulike produkt, og biprodukt går ut som avfall.

1.2.4 Anvendelse

Taskekrabbe er den mest utbredte matkrabben i Norge (Woll & van der Meeren, 1997, s. 11).

Fraksjonene fra krabbe som brukes til mat består av kjøtt fra klør og legger, innmat som består av hvitkjøtt, lever, brunmat og rogn. Produkter fra krabbe kan være hel, levende eller kokt krabbe, hele kokte klør eller rensset kjøtt fra klør, fylte krabbeskjell, rog og levermasse og hermetikk (Olafsen, 2004, s. 10).

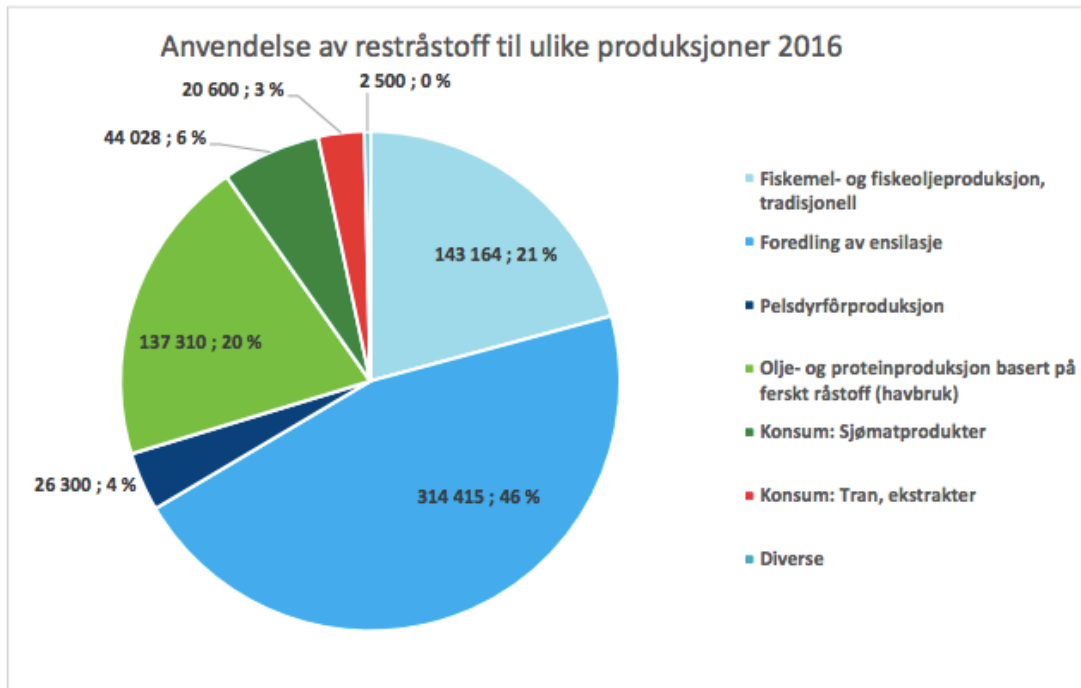
Næringsinnhold i taskekrabbe er forskjellig for brunmat, klokjøtt og eventuelt rogn. Brunmaten inneholder 13,5 g/100 g protein, 14,8 g/100 g lipid og bare 2,9 g/100 g karbohydrater. Klokjøttet er magrere og inneholder 23,1 g/100 g protein, 0,2 g/100 g lipid og 1,0 g/100 g karbohydrat. I tillegg til makronæringsstoffene er krabbekjøttet også rikt på selen, sink og B12. (Sømme, 2019a; Woll, 2005, s. 24)

1.3 Restråstoff

Restråstoff er de produktene man sitter igjen med etter å ha utnyttet deler av produktet som gir mest verdi. Det produktet en sitter igjen med har ikke det samme økonomiske utbyttet som «hovedproduktet» som da kan være eksempelvis fiskemuskel hos fisk, kjøtt og innmat i krabbe. For å kunne utnytte restråstoff på best mulig måte trengs det en utvikling av prosesser og metoder for behandling som gjør at de ferdige produktene av restråstoffet er av god kvalitet og kan prosesseres videre til nye produkter. (Richardsen et al., 2017, s. 3)

Utnyttelse av restråstoff fra fisk er relativt høyt, og utnyttelsesgraden ser ut til å være økende. For skalldyr er derimot utnyttelsesgraden mye lavere hvor bare 36% av restråstoffet blir utnyttet, sammenlignet med hvitfisksektoren som lå på 60% og pelagisk-/havbruks-sektoren som utnytter 100% av tilgjengelig restråstoff (SINTEF, 2019).

I figur 7 vises bruksområdene til marint restråstoff i Norge. Volumene er vist i tonn og prosentvis fordeling av den totale massen av tilgjengelig restråstoff. 10% av restråstoffet brukes direkte til konsum som sjømatprodukter, og 3% brukes indirekte til humane konsumprodukter som tran og proteinekstrakter blant annet. (Richardsen et al., 2017, s. 7)



Figur 7: Anvendelse av restråstoffer i ulike produksjoner oppgitt i tonn og prosent (Richardsen et al., 2017, s. 7)

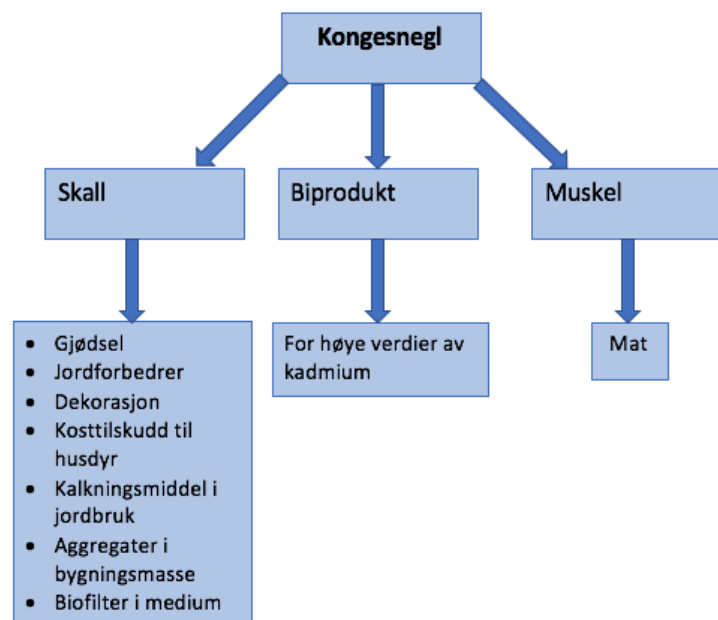
1.3.1 Lover & forskrifter

Animaliebiproduktforskriften definerer hva biprodukt er, og hvordan det er lov å bruke disse produktene. Biprodukter defineres som hele kropp eller deler av dyr som ikke skal brukes til konsum (Animaliebiproduktforskriften, 2016, s. 1§1). Dette er ressurser som bør utnyttes om det er mulig på en trygg og hensiktsmessig måte. Forskriften beskriver ulike måter det er lov å anvende restråstoff på. Rester fra skalldyr kan brukes til blant annet humant konsum, fôr eller omdannes til biogass og kompost (Animaliebiproduktforskriften, 2016, s. artikkel 2.2). Det er i det øyeblikk man bestemmer at restråstoffet ikke skal brukes til humant konsum at det blir et «biprodukt» som må følge Animaliebiproduktforskriften.

For deponering av restråstoff fra krabbe og kongsnegl gjelder forurensningsforskriften. Bedrifter som driver slik virksomhet kan søke om å dumpe restråstoff med hjemmel i §22-4 og §22-6, hvor fylkesmannen da kan gi tillatelse til midlertidig dumping av avfall. (Forurensningsforskriften, 2004)

1.3.2 Restråstoff kongsnegl

Det er relativt høy andel restråstoff fra kongsneglfiske, da det kun er muskelen som er spiselig. Totalt utbytte av muskel i kongsnegl er estimert å ligge på rundt 20-30% vekt av totalmasse, og de resterende 70-80% utgjør biprodukt bestående av fot, innmat og skall (Bakke & Nystrand, 2012, s. 9). Skallet til bløtdyr inneholder ofte mye kalsiumkarbonat (CaCO_3) ofte mellom 95-99,9% med en liten andel organisk matriks (Morris et al., 2019, s. 2). Kalsiumkarbonat er et stoff med bredt anvendelsespotensial, og eksempler på bruk av skall fra skalldyr vises i figur 8.



Figur 8: bruksområder for restråstoff kongsnegl.

Innmat fra kongsnegl har vært forbundet med forhøyede verdier kadmium, og har derfor trolig relativt lavt utnyttelsespotensial (Nathalie et al., 2009, s. 5; Bakke & Nystrand, 2012, s. 12). I restråstoff fra oppdrettsfisk hvor det er potensiale for å ta i bruk protein og lipid har andelen ligget på cirka. 15 g/100 g av hver del (Håstein et al., 2005, s. 12).

Dersom det foreligger gode og kostnadseffektive metoder for å redusere konsentrasjonen kadmium i innmat kan det imidlertid være mulig å utnytte dette restråstoffet videre. Reduksjon av giftige elementer i organisk materiale er noe det jobbes med i ulike forskningsmiljø. På oppdrag for Pristine

Seafood har forskere ved SINTEF blant annet foreslått ulike metoder som vist til i tabell 3. Metodene kan anvendes separat eller kombineres. (T. Olaussen, personlig kommunikasjon, 24. april 2020)

Tabell 3: Metoder som kan brukes til å redusere tungmetaller i ulike varer (T. Olaussen, personlig kommunikasjon, 24. april 2020).

Metode	Prosess	Hva brukes
Varmebehandling	Tilføre varme for å akselerere proteindegradering som frigjør tungmetall.	Vanlig koking ved bruk av mikrobølger eller koking under trykk.
Kelatering	Tilføre stoff som binder til seg metallmolekyl.	Kan bruke pektin, cystein, EDTA (etylendiamintetraeddiksyre).
Syrebehandling	Tilføre syre	Bruke HCl eller HNO ₃
Anaerob fermentering	Baserer seg på biosorpsjon hvor mikroorganismer binder tungmetall på cellestruktur.	Mikroorganismer
Kompostering	Brytes ned av seg selv over tid.	Materialet må vendes for å sikre tilstrekkelig oksygen tilgang.

Skall fra kongsnegl er en ressurs som i dag blir lite utnyttet. Tidligere er det dokumentert at skallene blant annet har blitt brukt som en del i gjødsel, som jordforbedrer, til bruk i hager og stier som dekorasjon eller blandet inn i sement (Fitzgerald, 2007, s. 7–8). Med en høy andel restråstoff blir avfallet fra skalldyrproduksjon ofte ansett som et problem innad i bransjen, da det både er arbeidsintensivt og medfører utgifter å kompostere det. Kompostering på land eller til sjøs koster både i et økonomi- og miljøperspektiv. Mye av årsaken til kompostering i dag er mangel på gode alternativ for videre utnyttelse av restråstoffet. Det vises til flere ulike bruksområder for skallene fra skalldyr som allerede i dag er tatt i bruk. Da andelen av kalsiumkarbonat er høy i mange ulike skalldyr med hardt skall, synes det sannsynlig at mye av denne bruken også kan overføres til skallene fra kongsnegl. Prosessering som krever koking skjer ofte med skallene på, noe som også er tilfelle for kongsnegl. Dette gjør at skallet fra disse allerede

er varmebehandlet og renses, noe som gjør videre utnyttelse lettere. (Morris et al., 2019, s. 4) Under følger eksempler på forskjellig bruk som kan være aktuell i Norge.

Kosttilskudd til husdyr: Det vises til bruk som kosttilskudd for bruk i husdyrnæringen der kalsiumsupplement brukes for å bedre blant annet beinhelse og øke styrken i eggeskall. Tradisjonelt har dette kalsiumet blitt utvunnet fra kalkstein. Forsøk har imidlertid vist at kalsium utvunnet fra skall kan være billigere å produsere, men samtidig fungere like godt.

Kalkingsmiddel i jordbruket: Med kalking menes en prosess der man behandler vann eller jord med kalk, som medfører en senkning i pH og ofte en økning i fruktbarhet og økt oksygeninnhold. Bruk av kalkingsmiddel er kjent for å ha en rekke positive effekter for effektiviteten i avlingene, samt langsiktige positive innvirkninger på jordkvalitet og struktur. Knuste skall fra bløtdyr kan være en god og bærekraftig kilde til kalsiumkarbonat, og kan erstatte kalsiumkarbonat utvunnet fra eksempelvis kalkstein. Dessuten kan skall også benyttes i mindre skala av gartnere og anleggsgartnere som et topplag over mat- og plantejord. Bruken vil i stor grad være av estetiske årsaker, men har også noe potensiale som pH-buffer og forkalkingsmiddel.

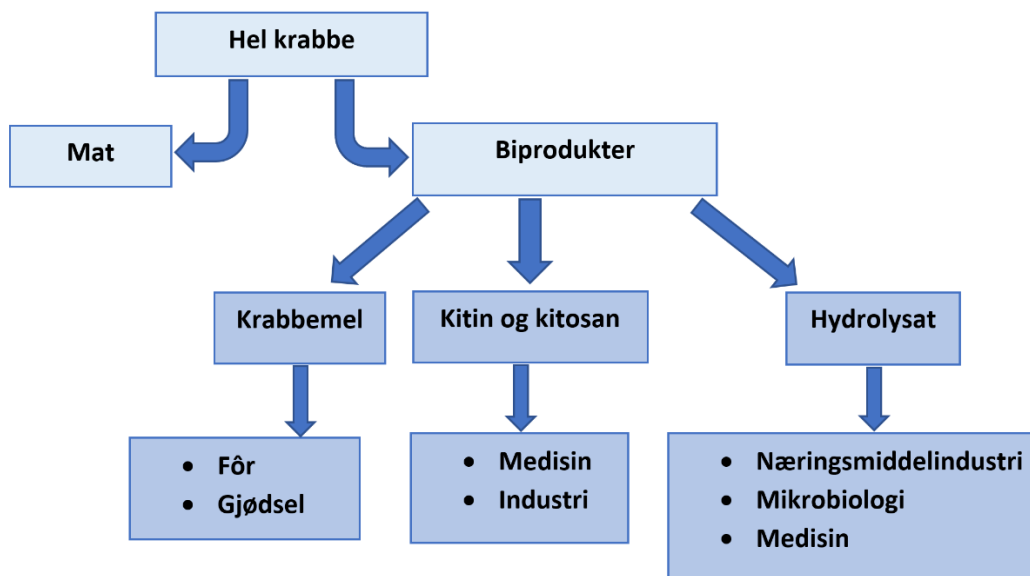
Bestanddel i bygningsmasse: Det finns mange ulike eksempler på bruk av skall i bygningsmasse og mørtel. Et eksempel er bruk av østersskjell i husvegger i Florida, USA. I Kina brukes hele østersskjell i enkle veggkonstruksjoner i kystbyer der det foreligger en østersindustri. Skall fra skalldyr har en oppbygning som kan gjøre dem godt egnet som en bestanddel i bygningsmasse. Det er imidlertid viktig å huske at det er svært spesifikke standarder og krav til bygningsmaterialer, hovedsakelig av sikkerhetshensyn. Bruken i dag er forholdsvis primitiv, og det er derfor nødvendig med ytterligere forskning for å kunne møte de krav som stilles av industrien i dag.

Bruk som biofilter: Det foreligger i dag allerede mye forskning på bruk av skall fra bløtdyr som et biofiltermedium for rensing av avløpsvann. Mye av denne forskningen tar imidlertid ikke for seg bruk av skall direkte, men krever forbehandling. Forbehandling skjer enten ved kalsifisering eller pyrolyse, som fører til at det dannes kalsiumoksid (CaO) istedenfor kalsiumkarbonat. Begge prosessene er energikrevende,

og for å skape en bærekraftig industri anbefales ytterligere undersøkelser på bruk av skall som biofilter med minst mulig forbehandling. Ikke-kalsifiserte skall kan brukes for å absorbere blant annet tungmetaller, nitrater, sulfater og fosfater, og kan i tillegg brukes som et pH-buffersubstrat og oksidasjonssubstrat. Per i dag foreligger det imidlertid ikke resultat fra forskning som tilsier at denne bruken fungerer i industriell skala. (Morris et al., 2019, s. 5–8)

1.3.3 Restråstoff krabbe

Ulike bruksområder til restråstoffet som kommer fra krabbe illustreres i figur 9. Restråstoff fra krabben består av skall fra klør, ryggskjold, bur, legger, pave (krabbens magesekk), gjeller og haleklaff, og i noen tilfeller også rester av hvitmat og burkjøtt (Olafsen, 2004, s. 14).



Figur 9: Oversikt over bruksområder til restråstoffet fra krabbe.

Fra restråstoffet av krabbe er det blant annet mulig å lage krabbemel av skall, bur, bein og annet som måtte være restråstoff som vist i figur 9. Krabbemel fra kongekrabbe er brukt med gode resultater i fôr til både laks og hummer. Det kan også alene brukes som en kilde til kitin, (som er beskrevet mer i 1.3.4 Kitin og kitosan), og som ingrediens i hydrolysat som kan gi økonomisk profitt og ikke minst redusere avfallsmengdene i havet (Nofima, 2014). I kongekrabbemel laget av skall og biprodukter ble det funnet et proteininnhold mellom 19-32 g/100 g, lipidinnhold mellom 4,7-11,4 g/100 g og kitininnhold 22,0-36,7

g/100 g ved bruk av Kjeldal N (Stenberg et al., 2012, s. 10). Prøvene med minst protein- og lipidinnhold var basert på prøver av kun krabbeskall, mens de med høyest proteininnhold var prøver som bestod av forskjellige biprodukter. Innholdet ble målt i tørket krabbemel. Fra skall fra taskekrabbe fanget utenfor kysten til Frankrike og Skottland har innhold av protein vært målt til å ligge rundt 16 g/100 g (Cui et al., 2016, s. 2). Næringsinnholdet i biproduktene vil variere noe ut fra hvilke fraksjoner man sitter med, men i skall vil det i grove trekk også være kalsiumforbindelser, kitin og ulike proteinforbindelser. Det finnes også pigmenter i skallet, som asthaxanthin og canthaxanthin som gir rødfarge. (Olafsen, 2004, s. 14)

Det rapporteres om at spiselig del av rensset krabbe er under 30%, hvor resten vil bestå av skall og andre biprodukter (Woll, 2005, s. 24). Det rapporteres fra noen bedrifter at opptil 50% av krabbeproduksjonen er restråstoff. En årsak til at det ikke rapporteres om 70% restråstoff er at produkter som eksempelvis klør selges med skall, og ryggskall med innmat selges hele. Av totalt volum av restråstoff er 35% av avfallet fra kasserte krabber, skall, gjeller og klaff. I 2019 hvor fangst av krabber lå på 5370 tonn, ville opptil 2685 tonn være avfall. (Havforskningsinstituttet, 2020; Olafsen, 2004, s. 14; *Søknad - fornyet utslippstillatelse for HitraMat AS*, u.å.)

Det finnes flere bruksområder for restråstoffet som kommer fra taskekrabben i dag, noen mer utforsket enn andre. Det har vært mangel på mottaksstasjoner som tar seg av avfallet fra krabbefiske, og det blir derfor gitt tillatelse til å deponere eller kassere krabbeskall både i havet og til lands av fylkesmannen (Fylkesmannen i Finnmark, 2014; Stenberg et al., 2012, s. 1). Selskap som driver mottak og prosessering av krabber kan derfor få tillatelse til å kompostere skall, og per i dag havner derfor det meste på sjøen. Det er ofte snakk om store volum og det er derfor nødvendig å finne andre måter å håndtere restråstoffet på en kostnadseffektiv måte. Med et stadig økt fokus på bærekraft i industrien, og samfunnet generelt, er det lite sannsynlig at slik kompostering av avfall vil fortsette slik den gjør i dag da det fører til opphopning av avfall på havbunnen. Eksempler på produkter som kan utvinnes av restråstoffet som blir gjort i dag er fôrmiddel, jordforbedringsmiddel, karotenoidpigmenter, kitin/kitosan eller glucosaminer som er en komponent i kitin. Fôr og gjødsel er en lav inntektskilde sammenliknet med for eksempel kitin, kitosan og glucosaminer som kan brukes i helsekost og legemiddel. Grunnen til at restråstoffet fort blir gjort om til krabbemel som brukes i fôr og gjødsel er fordi metodene er godt utviklet, og lettere enn

metodene som trengs for å få brukt det i eks. helsekost. Disse metodene er mer utviklet i Nord-Amerika, og er enda ikke helt etablerte i Europa. (Olafsen, 2004, s. 15; *Søknad - fornyet utslippstillatelse for Hitra-Mat AS*, u.å.)

1.3.4 Bruk som gjødsel

I Norge regulerer «Forskrift om gjødselvarer mv. av organisk opphav» bruken av avfall fra bearbeidingsindustri for landbruksprodukter (både animalsk og vegetabilsk opprinnelse) som gjødsel (Forskrift om organisk gjødsel, 2003). Som sees i tabell 4 opereres det med 4 ulike klassifiseringer av kadmiuminnhold for bruk i gjødsel: 0, I, II og III. Det er mengden tungmetaller i materialet som bestemmer klassifiseringen. Kvalitetsklasse 0 kan brukes som gjødsel på jordbruksareal i mengder som ikke overstiger plantenes behov for gjødsling; kvalitetsklasse I og II kan brukes på jordbruksareal med henholdsvis 4 og 2 tonn per dekar i 10 år; kvalitetsklasse III kan ikke benyttes som gjødsel på jordbruksareal, men for eksempel på grøntarealer og parker (NIBIO, 2017). For at et avfallsprodukt skal kunne benyttes til gjødsel må produsent søke til Mattilsynet om godkjenning (NIBIO, 2017).

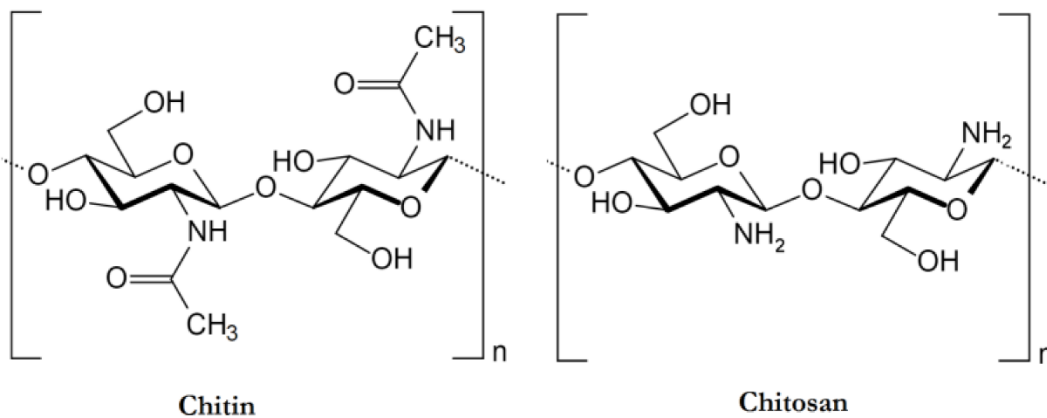
Tabell 4: Maksimumsgrenser for tillatt innhold av kadmium (Forskrift om organisk gjødsel, 2003).

Kvalitetsklasser:	0	I	II	III
	mg/kg tørrstoff			
Kadmium (Cd)	0,4	0,8	2	5

1.3.4 Kitin og kitosan

Kitin er et polysakkarid som inneholder nitrogen i form av N-acetyl-D-glukosamin, og det finnes naturlig i celleveggen til blant annet sopp og i skallet til insekter (UiO, 2015). I naturen er kitin det nest vanligste polysakkaridet som finnes, etter cellulose. I industrien er krabbe og rekeskall hovedkilden til kitin. Kitin har en solid styrke og sterk motstandsevne noe som gjør at kitin har et bredt brukspotensiale både innenfor medisin og industri. (Arbia et al., 2013, s. 13-15,19)

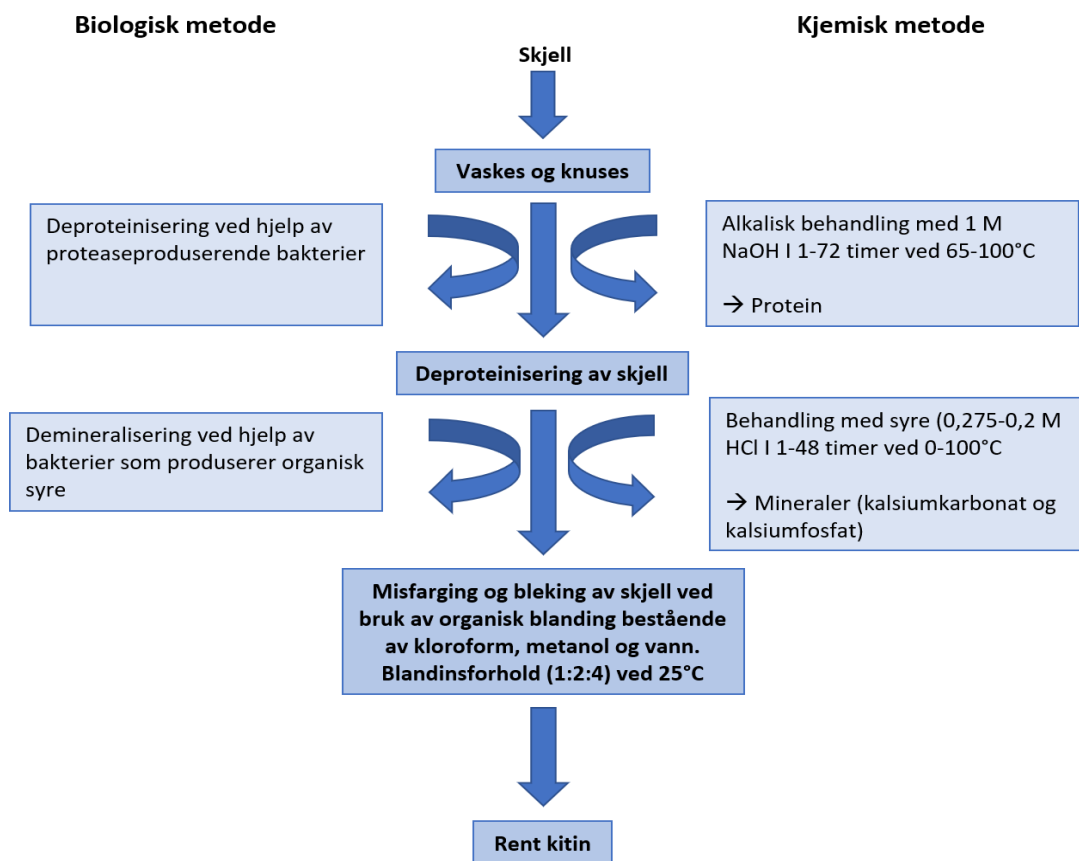
Et av de viktigste produktene som kan produseres fra kitin er kitosan. Kitosan dannes ved deacetylering av kitin, og er et samlenavn for kitin deacetykert i ulike grader som avhenger av bruksområdet (Gates, 2010, s. 50; Slinde, 2020). Kjemisk struktur til kitin og kitosan vises i figur 10.



Figur 10: Struktur til kitin og kitosan (Younes & Rinaudo, 2015, s. 1134).

1.3.4.1 Prosessering

Kommersielt produseres kitin fra krabbe-, reke- og krillskall, hvorav tørrmassen består av cirka 15-25% kitin, prosessen for å ekstrahere kitin starter med å deprotonisere og demineralisere for å fjerne protein og mineraler (Yimin, 2016). Det kan enten gjøres ved biologisk metode eller kjemisk metode som vist i figur 11, og en sammenligning av metoder er gjort i tabell 5 (Arbia et al., 2013, s. 14).



Figur 11: Ekstraksjons av kitin ved kjemisk- og biologisk metode.

Tabell 5: sammenligning av kjemisk og biologisk metode for ekstraksjon av kitin. (Arbia et al., 2013, s. 14–15; Surinder & Gurpreet Singh, 2013, s. 45–46)

Biologisk metode	Kjemisk metode
<ul style="list-style-type: none"> • Mer effektiv • Mindre miljøproblemer • Homogene sluttprodukt • Høy kvalitet på sluttprodukt • Lavt energibruk • Tar vare på proteiner, mineraler og karotenoider som også er tilstede i materialet som kitinet ekstraheres fra. • Prosessen er begrenset til laboratoriebruk 	<ul style="list-style-type: none"> • Mindre effektiv • Farligere og miljø problematisk pga. bruk av kjemikalier (HCl og NaOH) • Ikke homogene sluttprodukt • Ulik kvalitet på sluttprodukt • Høyt energiforbruk • Vanskelig å ta vare på potensielle proteiner og andre komponenter som kunne hatt biologisk verdi • Den mest brukte metoden for å ekstrahere kitin i en industriell prosess

1.3.4.2 Anvendelse for kitin og kitosan

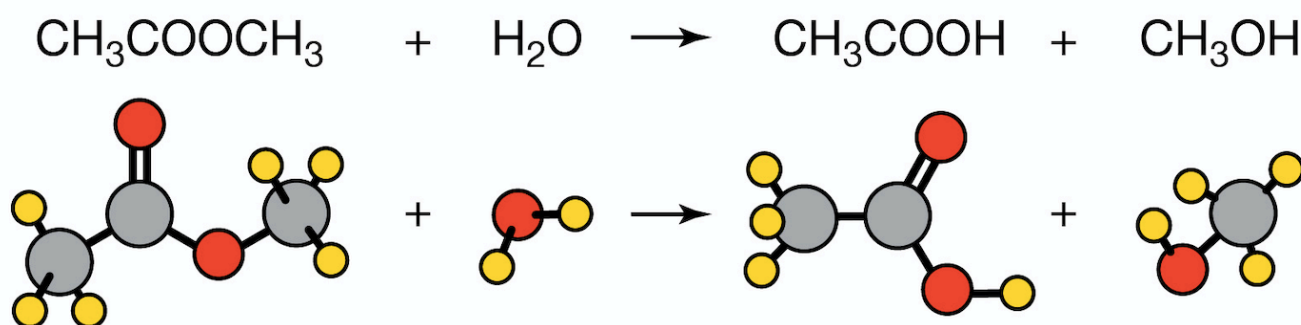
Kitin er også biologisk nedbrytbart, det har lav toksisitet og kan virke antimikrobielt (Rinaudo, 2006, s. 611). Kitin og kitosan har et stort bruksområde innenfor: vevsteknikk, for å bygge opp nytt vev og reparere ødelagt vev, innenfor medisin og genoverføringer, ved reparering av sår og stamcelleteknologi. De kan også prosesseres videre for å danne hydrogeler, som vil si at de danner bindinger mellom polymolekylene, slik at de knyttes sammen til et nettverk som kan absorbere og holde på mye vann (Elieh-Ali-Komi & Hamblin, 2016 s. 2). Hydrogeler kan brukes i kontaktlinser, medisinske plaster for å levere medisin og for å rense sår. Det kan også brukes for å hjelpe til med vekst av organer og nerveceller (Helseth, 2019). Kitin har god biokompatibilitet, som vil si at det kan forene seg med vev og ben i kroppen uten å bli avstøtt (Pillai et al., 2009, s. 642; Søreide, 2018). Kitin og kitosan kan også brukes for å lage membraner, nanofibre og micro/nanopartikler (Elieh-Ali-Komi & Hamblin, 2016 s.2).

Kitosan kan i tillegg gi tekstiler nye og/eller bedre egenskaper. Det kan gi tekstiler krympemotstand, forbedret fargeopptak, virke antistatisk, virke antimikrobielt og fjerne/skjule vond lukt (ul-Islam & Butola, 2018, s. 115). Det finnes også studier som viser at det går an å lage polymer filmer av kitin som sammenlignet med andre plastfilmer på markedet er sterke (Fernando et al., 2016, s. 468). Forskere fra Georgia Institute of Technology har laget et biologisk nedbrytbart materiale av kitin og cellulose som har lavere oksygengjennomtrengelighet enn PET (polyetylentereftalat), som er det mest brukte petroleum baserte produktet til bruk i pakking i dag. Det kan derfor erstatte dette ved at det gir maten bedre holdbarhet. Produktet kan også brukes som kompost når det skal kastes fordi det er laget av nedbrytbare materialer. (Materialdistrict, 2018)

I 2019 ble det globale kitosanmarkedet estimert til å være verdt 6,8 mrd. dollar, og det forventes å øke med 24,7% mellom 2020 og 2027. Det viser seg også at det er områdene: vannrensing, farmasi, biomedisinsk, kosmetikk, mat- og drikkeindustrien som vil ha en økende bruk av kitosan. På verdensbasis ser man at Asia har den største delen av markedet og Nord-Amerika er nest størst. (Grand View Research, 2020)

1.3.5 Hydrolysat

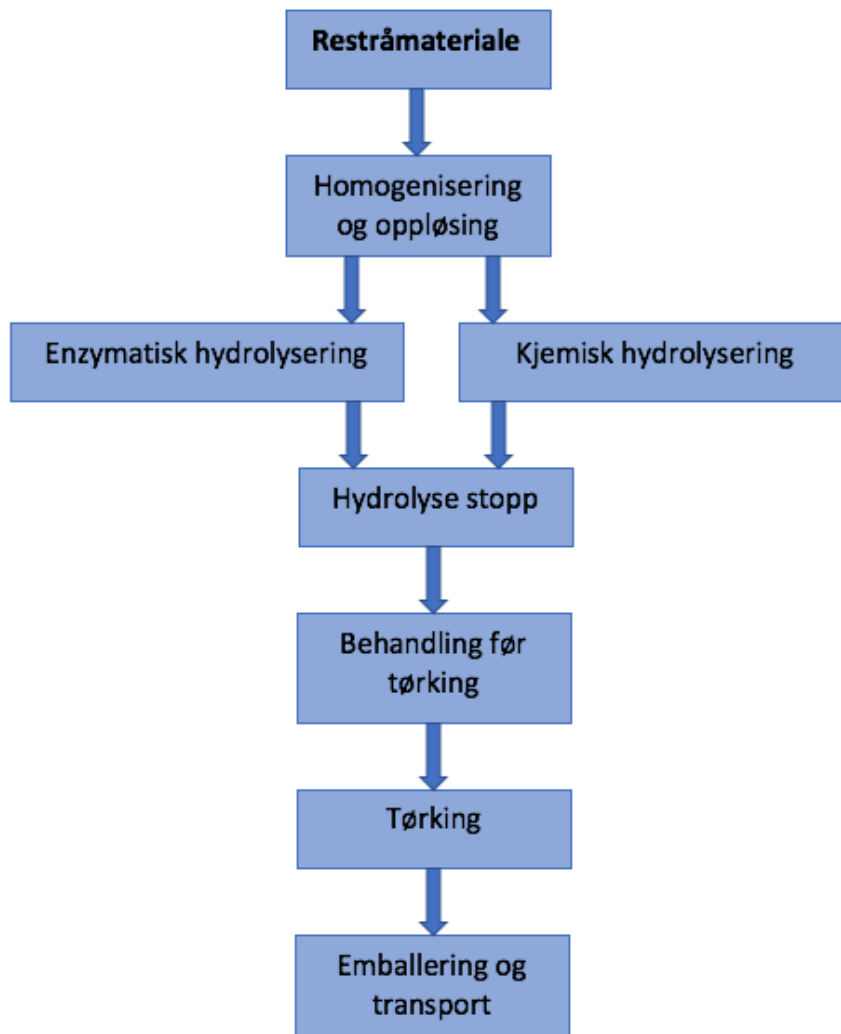
Hydrolyse blir definert som en dekomposisjonsprosess hvor en kjemisk binding splittes, med samtidig tilsats av et hydroksid anion og et hydrogen kation fra vann (*Definition of Hydrolysis by Merriam-Webster, 2020*). Hydrolysat er produktet av et stoff som har gjennomgått hydrolyse. Med andre ord er hydrolysering en relativt vid paraplybetegnelse for alle stoff som har gjennomgått en form for kjemisk nedbryting gjennom en reaksjon med vann. For å illustrere den grunnleggende prosessen med hydrolysering, er det i figur 12 vist en hydrolyseringsprosess av en ester. Reaktantene i en hydrolyseringsprosess kan være nøytrale molekyler, som ofte er tilfellet ved hydrolysering av organiske stoffer, eller ioner ved hydrolysering av for eksempel salter, syrer og baser. (Metych, 2012)



Figur 12: reaksjon av metylacetat og vann som viser hydrolysering av en ester (Metych, 2012).

1.3.5.1 Proteinhydrolyse og prosessering

Figur 13 viser gangen i en produksjonsprosess som gjelder for både kjemisk og enzymatisk hydrolysering av restråstoff fra fisk til ferdig produkt, fiskeproteinhydrolysat (FPH). FPH tilvirkes gjennom en hydrolyseringsprosess av proteiner som resulterer i kortere peptidbindinger og aminosyrer som er lett å oppta i kroppen (Wisuthiphaet et al., u.å., s. 457). Hydrolyseringsprosessen skjer i såkalte reaktorer, som ofte har en størrelse fra cirka 1900 liter og opptil cirka 40.000 liter (Pasupuleti & Braun, 2010, s. 15). I tabell 6 vises det til forskjeller mellom enzymatisk og kjemisk hydrolysering. Det er tatt utgangspunkt i en hydrolyseringsprosess av restråstoff fra fisk da det er nærliggende å tro at det er mange likhetstrekk ved prosessene.



Figur 13: Skjematisk illustrering av FPH-produksjon (Petrova et al., 2018, s. 226).

Tabell 6: Enzymatisk og kjemisk FPH-produksjon samt sammenlikning av metodene (He et al., 2013, s. 224,294; Pasupuleti & Braun, 2010, s. 15-16,19; Petrova et al., 2018, s. 224–230; Wisuthiphaet et al., u.å., s. 466)

	Enzymatisk hydrolysering	Kjemisk hydrolysering
Homogenisering	Restråstoff homogeniseres og blandes med vann og enzymer. Faste stoff er mellom 8-20% av total vekt.	Restråstoff homogeniseres og blandes med vann og kjemikalier. Faste stoff er mellom 8-20% av total vekt.
Hydrolysering	Temperatur: 35-65°C Trykk: Atmosfærisk (cirka 0.1 mPa) Tid: Fra 1 til flere timer, Industrielle enzymer: Alcalase, Flavourzyme, Papain, Neutrase and Bromilane. pH avhenger av enzymer som benyttes.	Temperatur: 121–138 °C Trykk: 220–310 mPa Tid: cirka 2-8 timer. Eksempler på kjemikalier: HCl og H ₂ SO ₄ pH avhenger av kjemikalier som benyttes
Hydrolyse stopp	Hydrolysering termineres når tilstrekkelig grad av hydrolyse er oppnådd. Skjer ved hjelp av økt temperatur (75-100°C) i 5-30 minutter og/eller pH justering.	Hydrolysering termineres når tilstrekkeliggrad av hydrolyse er oppnådd. Skjer ved nøytralisering til pH mellom 6-7 samt regulering av trykk og temperatur.
Forbehandlings-tirnn	Hydrolysat omsettes ofte i pulverform for å gi bedre holdbarhet, bedre lagringskvalitet og lettere å transportere. FPH kan spraytørkes direkte til pulverform. Ulike forbehandlingstrinn kan imidlertid øke utbyttet proteiner og øke holdbarheten, separere ut vannfase samt filtrere ut urenheter.	

	<p>Sentrifugering: En sentrifuge separerer løsningen i tre fraksjoner. Faste stoffer på bunn, proteinhydrolysat i midten og et lipidlag på topp.</p> <p>Pasteurisering: Gjøres for å unngå mikrobiologisk kontaminasjon, skjer ved høyere temperatur og trykk enn det som er vanlig i eksempelvis meieriindustrien.</p> <p>Platerammefiltrering FPH føres over en duk som er montert på en ramme, som filtrerer ut partikler i løsningen. Dersom ytterligere filtrering er nødvendig kan det etter platerammefiltrering utføres mikro-, ultra- og nanofiltrering (for eksempel utfiltrering av bioaktive peptider).</p> <p>Oppkonsentrering: Vesken kan konsentreres ytterligere før tørking. Dette skjer i en såkalt kondensator, og kan oppkonsentrere andelen fast stoff i løsningen til 30-50%. Oppkonsentrering kan redusere kostnader ved tørking.</p>		
Tørking	<p>Flytende FPH-slurry leveres til tørking. Tørking av FPH foregår typisk ved spraytørking, frysetørking eller rulletrommeltørking. Dehydrert FPH lagres ved 4°C eller lavere.</p>		
Fordeler/ulemper	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="394 1140 857 1669"> <ul style="list-style-type: none"> • Høyere produksjonskostnader • Tidskrevende • Høy næringstetthet • Flere bruksområder </td> <td data-bbox="857 1140 1477 1669"> <ul style="list-style-type: none"> • Rask og kostnadseffektiv • Vanskelig å kontrollere sluttprodukt grunnet lite spesifikk splitting av peptidbindinger og de sterke reaktantene som benyttes • Begrenset bruksområdet i næringsmidler pga. bitter smak, høyt saltinnhold og denaturering av enkelte aminosyrer. • Konvensjonell metode </td> </tr> </table>	<ul style="list-style-type: none"> • Høyere produksjonskostnader • Tidskrevende • Høy næringstetthet • Flere bruksområder 	<ul style="list-style-type: none"> • Rask og kostnadseffektiv • Vanskelig å kontrollere sluttprodukt grunnet lite spesifikk splitting av peptidbindinger og de sterke reaktantene som benyttes • Begrenset bruksområdet i næringsmidler pga. bitter smak, høyt saltinnhold og denaturering av enkelte aminosyrer. • Konvensjonell metode
<ul style="list-style-type: none"> • Høyere produksjonskostnader • Tidskrevende • Høy næringstetthet • Flere bruksområder 	<ul style="list-style-type: none"> • Rask og kostnadseffektiv • Vanskelig å kontrollere sluttprodukt grunnet lite spesifikk splitting av peptidbindinger og de sterke reaktantene som benyttes • Begrenset bruksområdet i næringsmidler pga. bitter smak, høyt saltinnhold og denaturering av enkelte aminosyrer. • Konvensjonell metode 		

1.3.5.2 Anvendelse

Det er utstrakt bruk av hydrolysat i medisinsk sammenheng, i næringsmiddelindustrien, ved produksjon av dyrefôr samt i mikrobiologisk industri. Det gis blant annet til pasienter med matallergier, pasienter med redusert eller manglende evne til å ta opp næringsstoffer samt pasienter med fordøyelsesbesvær. I næringsmiddelindustrien er det mange ulike bruksområder for hydrolysat. Det kan for eksempel forbedre sensoriske egenskaper som elastisitet, vannbindingsevne og som tilsetningsstoffer som er ment å etterligne smaken i produkter som sopp, fisk og kjøtt. Land i Europa har lang tradisjon for produksjon av «saucer» som brukes til smakstilsetning, buljonger og høykaloriltilsetninger. I Østen produseres det blant annet soyaproteinhydrolysat og delvis hydrolyserte marine produkter. Felles for hydrolysat i næringsmiddelsammenheng er at de har høy næringstetthet, og de benyttes derfor ofte i dietter for eldre, idrettsutøvere og mennesker som ønsker å holde vekten. Ved produksjon av dyrefôr kan hydrolysat tilsettes i fôret slik at proteinkvalitet og aminosyreprofilen blir forbedret. Hydrolysat som stammer fra restråmaterialet i næringsmiddelproduksjon brukes også i større og større grad i mikrobiologisk industri, eksempelvis som utgangspunkt for produksjon av dyrkingssubstrat. Det er høy etterspørsel etter proteinhydrolysat i dag, noe som vil føre til en markant økning i produksjon i tiden fremover. (A. D. Neklyudov et al., 1999, s. 455–458)

1.3.6 Kadmium

Kadmium er et tungmetall som finnes naturlig i jordskorpen. Kadmium har en negativt helsepåvirkning ved at det samler seg i nyre og lever hvor det har en svært lang biologisk halveringstid på mellom 10 til 30 år og kan gi skader. Kadmium kan også bidra til benskjørhet. For mennesker er den største kilden til kadmium via mat og røyk. Matvarer med høy kadmiumkonsentrasjon fra landbruk er kakaobaserte produkter, sopp og oljefrø, (EFSA, 2012, s. 1). Matvarer med høy kadmiumkonsentrasjon fra havet er eksempelvis alger, tang, bløtdyr, krepsdyr, spiselig innmat og fisk. Undersøker har vist at det har vært høye verdier av tungmetallet kadmium i taskekrabbe og kongsnegl. (Bakke & Nystrand, 2012, s. 12; Folkehelseinstituttet, 2015; Lindborg, 2017, s. 10)

1.3.6.1 Kadmium i kongsnegl

Grenseverdien for kadmium i innmat fra kongsnegl er satt til 1 mg/kg (Havforskningsinstituttet, u.å.-a). I en rapport fra Havforskningsinstituttet i 2018, hvor frysetørket materiale fra kongsnegl ble analysert for en rekke metaller, mineraler og tungmetaller ble det konkludert med at kadmiumkonsentrasjonene var over grenseverdiene (Duinker & Storesund, u.å., s. 26).

Kongsnegl akkumulerer kadmium i fordøyelseskjertelen, men ved å fjerne denne vil konsentrasjonen av kadmium være under grenseverdien på 1 mg/kg (Duinker & Storesund, u.å., s. 10). Det høye innholdet av kadmium kommer av metallbindende proteiner i fordøyelseskjertel, gonade (reproduksjonskjertel) og gjeller. Årsaken til at spesielt disse binder kadmium er usikkert, men kan skyldes at proteinene i disse organene binder seg spesielt sterkt til kadmium i forhold til andre metaller. Studier fra Frankrike viser at kadmiuminnholdet i muskel øker med økende størrelse på snegl. Studien konkluderer med at det ikke er anbefalt å spise snegl som er over 70 mm, fordi det viser seg at disse har for høye verdier av kadmium. Den mørke delen (biprodukt) skal ikke spises uansett størrelse. Kadmiuminnhold i kongsnegl av ulik størrelse har også blitt undersøkt i Norge fra områdene rundt Smøla (Nordmøre), hvor det ble brukt snegl fra tre ulike områder opptil 7 km fra hverandre. Her var det ikke målt signifikante forskjeller mellom økende størrelse og kadmiumkonsentrasjon. (Bakke & Nystrand, 2012, s. 15, 26 & 27; Nathalie et al., 2009, s. 5)

1.3.6.2 Kadmium i taskekrabbe

For taskekrabbe er det for klokjøttet en grenseverdi for kadmiuminnhold på 0,5mg/kg (Havforskningsinstituttet, u.å.-b). For restråstoff som skal brukes for å lage fôrmel er grenseverdien for innhold av kadmium 2 mg/kg (Stenberg et al., 2012, s. 13). I Norge spises både brunmat, klokjøtt og hvitkjøtt fra taskekrabbe. Brunmaten består for det meste av fordøyelseskjertel (hepatopankreas), som kan akkumulere fremmedstoffer og kan derfor inneholde høye konsentrasjoner av kadmium. Det hvite krabbekjøttet består av magert muskelvev og inneholder generelt lite miljøgifter. (Lindborg, 2017, s. 10)

For taskekrabbe har det imidlertid vært funnet for høye konsentrasjoner av kadmium også i klokjøtt fra ulike steder i Norge. For eksempel ble det i 2009 undersøkt krabber fra Bodø og skalldyr fra Saltfjorden der det ble funnet kadmiuminnhold i klokjøtt som var fire ganger så høyt som grenseverdien. I 2010

undersøkte Mattilsynet innhold av kadmium fra taskekrabbe fra samme området som også viste for høye verdier. Senere ble taskekrabbe fra hele norskekysten analysert og denne undersøkelsen viste spesielt høyt innhold av kadmium i taskekrabbe nord for Saltnesfjorden sammenlignet med lenger sør i landet. (Lindborg, 2017, s. 10–11)

1.5 Økonomi, miljø, bærekraft

Den globale produksjonen av fangst og oppdrett av marine organismer i 2016 var på 171 millioner tonn (FAO, 2018). Mengden restråstoff (for eksempel skall, bein og organer) fra denne produksjonen er betydelig og det er derfor et stort behov for å håndtere restråmaterialet på en god måte, både av økonomiske og bærekrafts hensyn.

Med utgangspunkt i FNs bærekraftsmål er det å utnytte de ressursene vi har svært viktig for fremtiden. Bærekraftsmål 12 tar for seg “Ansvarlig forbruk og produksjon”. Her omtales det hvordan en bærekraftig livsstil, hvor man tar hensyn til ressursbruk, miljødeleggelse og klimautslippene - både som samfunn og enkeltperson - kan øke både økonomisk vekst, begrense klimaendringer og gi en økt livskvalitet til mennesker på jorda. Underpunkter til dette bærekraftsmålet nevner også at det må jobbes med å redusere avfallsmengde gjennom forbud, redusering, gjenvinning og ombruk. Dette er punkter som er svært aktuelt å ta for seg når det er snakk om restråstoff. Det er ønskelig å redusere mengde avfall som blir deponert på havet og fører til forurensing på havbunn, og heller øke økonomisk vekst gjennom å bruke dette avfallet til noe nyttig. En betydelig reduksjon i avfallsmengde og fremming av bærekraftig forvaltning av naturressurser er mål som det jobbes med å nå innen 2030. (FN, 2020)

Målene til FN grunner mye i begrepet sirkulær økonomi. En sirkulær økonomi bygger på at alle ressurser på jorda skal utnyttes på best mulig måte ved å få de til å vare så lenge som mulig, gjennom å oppgradere og gjenvinne produkter i stedet for å kaste dem. Avfall må kunne gjenvinnes og brukes på nytt som en råvare i nytt produkt. En sirkulær tankegang er relevant å innføre både i industri, næringsliv og hos forbrukere. (Benjaminsen, 2018; Miljødirektoratet, u.å.)

I 2016 ble det rapportert at kun 12% av EUs økonomi ble regnet som sirkulær. Selv om det er rettet mye oppmerksomhet mot å jobbe for å minske miljøbelastningen ved å kaste mindre og gjenvinne mer, er det fortsatt et stykke å gå for øke utbyttet og få en full sirkulær økonomi i EU (Utenriksdepartementet, 2019). EU ønsker å være en viktig pådriver for bærekraft, og i mars 2020 ble det lagt frem en ny europeisk handlingsplan for sirkulærøkonomi som også vil få stor betydning for Norge gjennom EØS-avtalen. Norge ønsker også å kunne gå frem som et godt eksempel på utvikling av en grønn, sirkulær økonomi så nasjonale strategier skal utvikles i 2020. For å få samfunnet til å være med på utviklingen av en sirkulær økonomi er det viktig å investere i sirkulære løsninger, skape nye arbeidsplasser og engasjere næringsliv og forbrukere. I tillegg vil det også kunne være nødvendig å forplikte seg til noen tiltak som hjelper å kutte miljøbelastning fra bedrifter. Et viktig virkemiddel for å utvikle en grønn sirkulærøkonomi nasjonalt vil være å utnytte restråstoff fra ulike industrier fullt ut. (Miljødirektoratet, u.å.; Utenriksdepartementet, 2019)

Avfall fra taskekrabbeproduksjon hos Hitramat blir i dag kassert på havet (Aune, 2019). For semioppdrett av kongsnegl blir biprodukter i form av tarmsystem, og skall hos kongsnegl samlet i en kontainer hos Pristine Seafood, og leveres per i dag til Kystmiljø som lagrer restråstoffet. Årsaken til at avfallet håndteres på denne måten er fordi det finnes ikke finnes gode alternativer til håndtering av slikt avfall. Det er få mottaksstasjoner og det er ofte snakk om at avfallet må fraktes langt. (T. Olaussen, personlig kommunikasjon, 17. april 2020)

Et viktig moment når man vurderer effektiviteten av videre utnyttelse mot deponering på land eller kassering, er avstanden fra der restråmaterialet produseres til hvor det eventuelt prosesseres. I en såkalt livssyklusvaluering av østersskjell (*Crassostrea gigas*) utført i Brasil, ble det tatt høyde for avstand mellom produksjonssted og prosesseringsanlegg. Det ble her funnet at en avstand på mer enn 323 kilometer medførte at det ikke var noen miljømessig fordel ved salg av skall kontra deponering på land («The Recycling of Oyster Shells», 2012, s. 106). Det er derfor nærliggende å anta at dersom man skal lykkes med prosessering av restråmateriale fra kongsnegl i Norge må det være nærhet mellom produksjonsanlegg og prosesseringsanlegg.

Etter 2009 ble det ulovlig å deponere organisk materiale. Før dette ble alt av skall deponert med godkjenning fra fylkesmannen. I dag blir det derimot kompostert, som også vil si at avfallet dumpes på sjøen, men til forskjell blir det vendt rundt for å øke oksygentilgang. Prisen på å kompostere ligger på 2-3000kr/tonn, som inkluderer transport og lagring. Det samme gjelder for organisk materiale som komposteres på land. (T. Olausen, personlig kommunikasjon, 17. april 2020)

1.5.1 Kongsnegl

I mange år har norsk oppdrett av laks vært hovedfokus innen havbruksnæringa, men den siste tiden har også vært et økende fokus på lite utnyttede ressurser (LUR) som vi finner rett utenfor kysten vår, deriblant kongsnegl (Boxaspen et al., 2005, s. 59). Det er ønskelig å øke fiske etter LUR-arter. Problematikken man har møtt på her er derimot at interessen for å drive fiske etter denne arten ikke har vært så høy på grunn av lav lønnsomhet. Man mangler også kunnskap om hvordan bestanden utvikler seg, og om det er bærekraftig å drive et større fiske på arten. (Søvik et al., 2010, s. 20–21)

Pris på utbyttet av kongsnegl er ikke fastsatt, da prosessen med å starte et fast fiske fortsatt er under utvikling. For å få en viss lønnsomhet ut av fisket er det derimot sagt at en minstepris burde ligge på 10 kr/kg om kostnader skal kunne dekkes og fiskerne kan hente inn en viss gevinst. Et eksempel på en lønnsomhetskalkulasjon er vist i figur 14. Som nevnt er også utbyttet på kongsnegl svært lavt, og det ville vært mer penger i å drive fiske etter kongsnegl om man kunne funnet en verdiskaping i å utnytte re-stråstoffet. De uforutsigbare prisene gjør også at fisket etter kongsnegl ikke er like attraktivt som å drive fiske etter arter som ikke er på LUR-listen (Bakke & Nystrand, 2012, s. 41–44).

Post	NOK/kg	NOK/kg
Førstehåndspris / pris til fisker ¹	8,00	10,00
Utbytte 25 % (muskel per snegl) ²	24,00	30,00
Kostpris råvare (muskel)	32,00	40,00
Produksjonskostnader (5 tonn råstoff) ³	12,88	12,88
Emballering ⁴	1,50	1,50
Innfrysing og fryselagring ⁵	2,00	2,00
Variable kostnader	48,38	56,38
Salgspris FOB⁶	65,00	65,00
Dekningsbidrag	16,62	8,62
Andre kostnader ifb. med eksport		
Eksportavgift (1,05 %) ⁷	0,68	0,68
Fraktkost ⁸	2,30	2,30
Importtoll (2013) ⁹		
- Sør-Korea, 5,4 %	3,51	3,51
- Japan, 7,0 %	4,55	4,55
- Kina, 12 %	7,80	7,80

Figur 14: Kostnader for produksjon og eksport av mat fra norsk kongsnegl (Bakke & Nystrand, 2012, s. 42).

For kongsnegl er det også snakk om en betydelig andel skall som blir deponert når det rapporteres om en årlig fangst på 350 tonn årlig (Fagerbakke, 2020). Det er derimot knyttet betydelige kostnader til prosessering av restråstoffet i dag hvis man ønsker å produsere et produkt med høyere verdi, eksempelvis bruk i gjødsel eller dyrefôr. Det er da nødvendig å rense og behandle for og oppnå de fysiske egenskapene man ønsker. I beste fall vil man med den kunnskapen man har i dag angående utnyttelse av skall kunne gå i null, eller få nok til å dekke transportkostnader. (Fitzgerald, 2007, s. 14)

Noen av skallene vil også gå bort da hel prosessert kongsnegl eksporteres til utlandet i kokt og frosset tilstand. Dette gjelder blant annet for Hitramat som har drevet prøvefiske og eksport av kongsnegl de siste årene (Aune, 2019). Tabell 7 viser eksempler på forskjellige produkter fra skall i skalldyrproduksjon, samt nødvendig prosessering, og pris.

Tabell 7: Eksempel på produkt, priser og prosessering av ulike produkt fra skall fra bløtdyr (Morris et al., 2019, s. 5)

Type bruk	Nødvendig prosessering	Salgspris (per juni 2017)
Næring fjørfe	Varmebehandling, knusing	0.4€–3€ per kg
Kosttilskudd fugl (kjæledyr)	Varmebehandling, knusing	0.6€–7€ per kg
Biofilter medium	Varmebehandling, knusing	0.4€–0.5€ per kg
pH buffer akvarium	Varmebehandling, knusing, behandling med klor	4€ per kg
Forkalking jord	Varmebehandling, pulverisering	0.4€–0.6€ per kg
Bestanddel fra skall	Hele skall, tørket	0.3€–0.9€ per kg
	Tørket og knuste skall	0.3€–3€ per kg

1.5.2 Taskekrabbe

Taskekrabbe regnes også i dag som en LUR-art som det potensielt sett kan bli et økt fiske etter. Det ble startet en registrering av taskekrabbebestanden utenfor den norskekysten i 2001, som viser et potensiale for å øke fangsten etter taskekrabbe da registrerte landinger registrert fra hele kysten har holdt seg stabil over flere år (Boxaspen et al., 2005, s. 57–58). Det er begrensede data som er samlet inn, men man antar at fanget mengde utgjør en liten del av den samlede bestanden hvert år. Fisket baserer seg heller ikke på kvotering, noe som også kan tilsi at myndighetene har kontroll på at bestanden holder seg stabil. (Bakketeig et al., 2013, s. 179)

For taskekrabber ble det i 2019 registrert hos Hitramat at minsteprisen som ble betalt per kg. krabbe lå på 12 kr/kg. Totalt kvantum samlet inn hos Hitramat i 2019 var 4328 tonn, og det regnes med at en betydelig prosentandel av dette kvantumet er restråstoff som blir kassert og skaper kostnader, til tross for flere muligheter for at det kan prosesseres og skape merverdi. (Aune, 2019)

Årlig dumpes det 25 mrd. tonn med avfall fra hele verden som kan brukes til utvinning av kitin og kitosan. Bare fra taskekrabbe i Norge ble det i 2019 dumpet opptil 2685 tonn avfall som kunne blitt benyttet til ekstrahering av kitin og kitosan. En vanlig estimert pris på kitin er sagt å være mellom 20-40 kr/kg, som kan gi høy verdiskaping med tanke på mengden avfall fra krabbe som vi sitter med i dag(Olafsen, 2004, s. 17). Kitosan er et stoff som regnes som høyverdiprodukt, og kan bidra med å øke verdiskapingen av å drive med taskekrabbe. Kiloprisen på kitin og kitosan har et stort spenn, og avhenger av renhetsgrad og hvilket bruksområde som er aktuell. Vanlig pris på kitosan fra det globale markedet er estimert til å ligge mellom 100-120 kr/kg. Ren kitosan av høy kvalitet, utvunnet fra rekeskall har blitt funnet til å ha en verdi på opptil 1000kr/kg, tallene er da hentet fra produksjon ved en fabrikk kalt Chitinor utenfor Tromsø. (Forberg, 2014; Olafsen, 2004, s. 17)

Krabbemel som er mindre lønnsomt, men enklere å produsere, kan ha en verdi mellom 2,5-13 kr/kg og brukes som for eksempel fôringrediens til fjørfe. Prisnivået avhenger av innhold av pigmenter og innhold kalsiumkarbonat. Pigmenter gir fin farge til plommen, og kalsiumkarbonat bidrar til tykkelse på eggskallet. Krabbemel er brukt som fôringrediens og som komponent i gjødsel. Det ville vært god verdiskaping i krabbemel når det er snakk om større volum. (Olafsen, 2004, s. 16)

2. Metoder og utstyr

2.1 Karakterisering

2.1.1 Råmateriale

142 hele kongsnegl ble mottatt 11.03.20 fra Pristine Seafood i Leirfjord kommune, som illustrert i figur 15. Sneglene ble høstet i uke 9, og høstingen skjedde i Dønna kommune på Helgelandskysten. De ble fraktet ferske med kjøletransport og ble ved mottak lagt på frys ved $-22\text{ }^{\circ}\text{C}$ inntil karakterisering ble gjennomført. Etter karakterisering ble sneglene lagt i fryser som holdt $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$.



Figur 15: Hele kongsnegler i frosset tilstand.

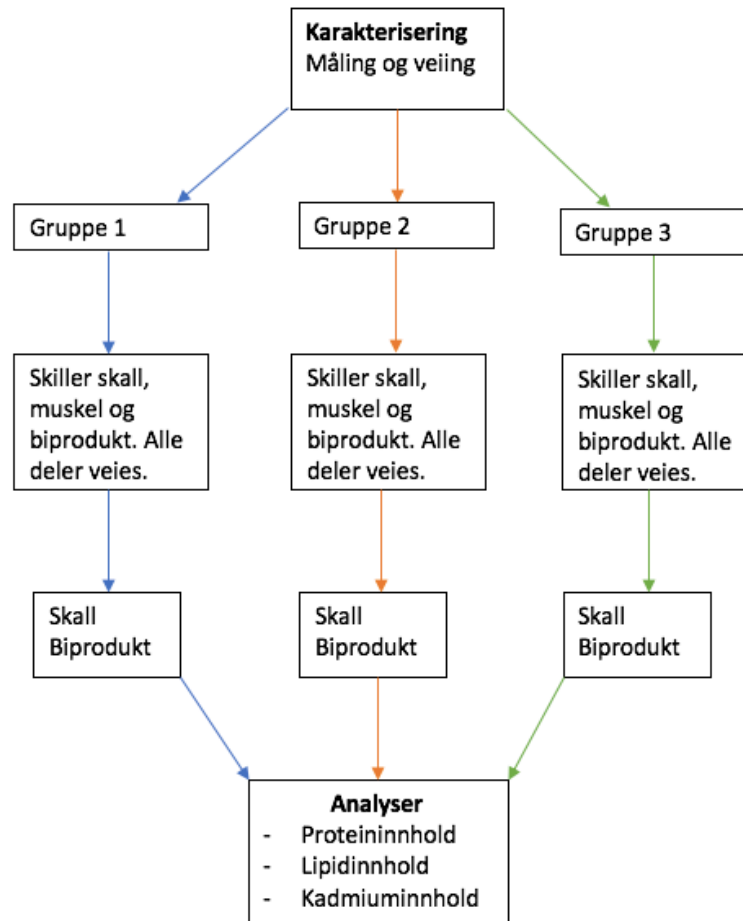
Restråmaterialet fra taskekrabbe ble mottatt 27.02.20 med frysetransport fra Hitramat. Hitramat er et mottak for krabber levert fra hele norskekysten. Restråstoffet bestod av blandet materiale fra bur, klør og føtter fra sesongen 2018. Materialet ble levert i en 20 kg kasse, hvor alt var grovt knust i biter som var mellom 1-9 mm, med unntaksvis noen større biter som vist i figur 16. Fraksjonene som var fryst ble videre lagret ved -22°C før gjennomføring av analysearbeid.



Figur 16: Knust restmateriale fra taskekrabbe bestående av bur, klør og føtter.

2.2 Eksperimentbeskrivelse

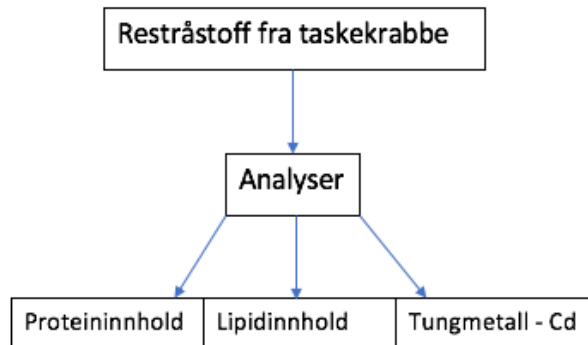
2.2.1 Kongsnegl



Figur 17: forløpet til eksperimentene som skal gjennomføres for kongsnegl.

Figur 17 illustrerer gangen i arbeidet med restråstoff fra kongsnegl. Alle sneglene ble målt lengde av, og ut fra dette ble 3 størrelsesgrupper beregnet. Videre ble skall, muskel og biprodukt separert. Skall og biprodukt fra kongsnegl ble analysert for protein-, lipid-, og kadmiuminnhold.

2.2.2 Taskekrabbe



Figur 18: forløpet for eksperimenter som skal gjennomføres for taskekrabbe

Analyser av restråstoff fra taskekrabbe ble gjennomført i henhold til eksperimentbeskrivelsen i figur 18. Det ble gjennomført analyser av protein-, lipid-, og kadmiuminnhold i restråstoff fra taskekrabbe.

2.3 Karakterisering kongsnegl

2.3.1 Utstyr

Vekt med to desimaler

Digitalt skyvlær

3 bokser

Tang

Hammer

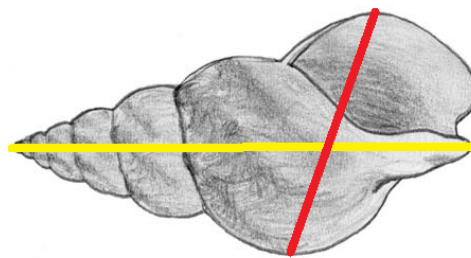
3L zip-posser

2.3.2 Metode

Det ble gjennomført karakterisering av kongsnegl levert fra Pristine Seafood, hvor det ble undersøkt forhold mellom størrelse på skall samt innhold av organisk materiale i form av muskel og biprodukt (fordøyelsessystem). Det ble levert 142 snegler med skall i ulike størrelser, i frossen tilstand som vist i figur 19. Disse ble lagt i fryser som holdt cirka -30°C , og tint i cirka 30 minutter slik at materialet var lettere å bearbeide. Sneglene ble sortert inn i tre grupper som ble bestemt ut fra lengde på skallet. Lengde og bredde på skall ble målt som illustrert i figur 20.



Figur 19: Hele snegler



Figur 20: Gul linje viser hvor måling ble utført i lengderetning, og rød linje viser hvordan bredde på skallet ble målt.

Snegleskall som manglet innhold eller var betraktelig knust, lik de som vist i figur 21, ble kastet ut. Til sammen ble 17 av 142 snegleskall kastet. Rådata til alle målte snegl er lagt i vedlegg 1 tabell 1.



Figur 21: Snegleskall uten innhold (t.v), og knuste skall (t.h).

Når alle sneglene var målt og veid ble det beregnet gjennomsnitt av lengde og standardavvik ble regnet ut. Ut ifra disse beregningene ble det bestemt at midterste gruppe, gruppe 2 skulle bestå av snegler med gjennomsnittslengde ± 1 SD. De sneglene som falt under disse målene ble til gruppe 1 (<66,6 mm), og de som var større ble til gruppe 3. For å gjøre sorteringen lettere ble det lagd maler i papp med minstemålet innen gruppe 2 (66,6-88,6 mm), som da betydde at de som gikk gjennom kategoriseres som gruppe 1, og en mal som var maksimumsmålet på gruppe 2 som betydde at de som var større gikk til gruppe 3 (>88,6 mm).

Etter at sneglene var fordelt i tre grupper ble biprodukt og muskel fjernet fra skall ved hjelp av tang som vist i figur 22. Videre ble muskel og biprodukt separert.



Figur 22: Uttrekk av hel snegle fra skall ved hjelp av tang (t.v), oppsamling av hel snegle (t.h).

Skall, muskeldel og biprodukt for hver gruppe ble lagt hver for seg i poser, deretter ble hver fraksjon veid. Etter karakterisering ble alle de inndelte fraksjonene i gruppene ble lagt til frys på -30°C .

2.4 Interne analyser

Det var planlagt å utføre analyse på innhold av protein og lipid på laboratoriet ved NTNU.

Metode og utstyr til analyse på totalprotein ved hjelp av Kjeldal henvises til i vedlegg 2. Metode og utstyr til analyse av totalt innhold av lipid ved hjelp av Bligh & Dyer beskrives i vedlegg 3.

Det ble imidlertid ikke mulig å gjennomføre da campus og laboratorier ble stengt. Prøver ble derfor sendt til ekstern analyse, se punkt 2.5.

Statistikk

Microsoft Excel ble brukt for å sortere data fra karakterisering, regne gjennomsnitt, vektprosent av total vekt og standardavvik for å fordele prøvene innen de ulike gruppene. Dataene fra analyseresultat av protein, lipid og kadmium ble også variansanalysert (ANOVA) for hovedfaktorer, med signifikansnivå $p < 0,05$. Kalkulasjonene ble gjort i SPSS Statistics.

2.5 Eksterne analyser

Prøver av biprodukt fra taskekrabbe samt skall og biprodukt fra kongsnegl ble sendt til SINTEF Norlab i Namdal for analyse av totalt lipidinnhold, totalt proteininnhold og tungmetallinnhold (kadmium).

cirka 50 g skallfraksjon av hver gruppe kongsnegl ble benyttet til prøvemateriale. Skallet ble knust og vasket rent for rester av organisk materiale. Det var usikkerhet rundt hvor mye prøvemateriale som trengtes av det eksterne laboratoriet. Det ble derfor i tillegg til det knuste materialet lagt ved cirka 4 hele skall i fra hver gruppe. Muskel og biprodukt ble fjernet for hånd, og skallene ble deretter skylt. Det ble sendt cirka 50g biprodukt fra kongsnegl fra hver størrelsesgruppe. For taskekrabbe ble det sendt cirka 500 g knust restråstoff, som ble plukket på 4-5 forskjellige steder fra en 20 kilos beholder.

Tabell 8 viser hvilke analyser som ble gjennomført, antall paralleller og hvilke fraksjoner som ble undersøkt. Det ble utført tre paralleller på alle analysene på gruppe 2 med begrunnelse i at denne gruppen hadde flest individ og resultatene fra denne gruppen ville være mest representativ.

Totalt lipidinnhold ble undersøkt med metode som følger standard NS9402 (NS 9402:1994, 1994). Totalt proteininnhold ble undersøkt med metode som følger standard NMKL 6 (NMKL - NMKL 6, 2003).

Tungmetaller ble undersøkt med intern metode som er basert på standard NS-EN ISO 17294-2 (NS-EN ISO 17294-2:2016, 2016).

Tabell 8: fraksjoner og paralleller som ble utført av SINTEF Norlab

Fraksjoner	Analyser		
	Paralleller tungmetaller	Paralleller protein	Paralleller lipid
Snegl skall gr. 1	2	2	2
Snegl biprodukt gr. 1	2	2	2
Snegl skall gr. 2	3	3	3
Snegl biprodukt gr2	3	3	3
Snegl skall gr. 3	2	2	2
Snegl biprodukt gr. 3	2	2	2
Taskekrabbe	3	3	3

3. Resultat og diskusjon

3.1 Karakterisering av kongsnegl

3.1.1 Inndeling av størrelsesgrupper

Resultat inndeling av størrelsesgrupper

Gjennomsnittlig lengde på alle snegler ble beregnet til å være $77,6 \pm 11,0$ mm, vist i tabell 9. Alle sneglene ble fordelt i 3 ulike grupper som beskrevet i «2.3.2 Metode for karakterisering av kongsnegl». Gruppe 1 ble målt til å være $<66,6$ mm, gruppe 2 ble målt til å være fra 66,6 til 88,6 mm og gruppe 3 ble målt til $>88,6$ mm. De tre størrelsesgruppene og antall snegler i hver gruppe er fremstilt i tabell 10. Skallengde varierte fra 33,6 mm til 101,7 mm, fra vedlegg 1 tabell 1. Ut fra tabell 10 ser man at 69,9% av sneglene var innenfor størrelsesområdet for gruppe 2 som tilsvarte gjennomsnittslengde ± 1 SD. Det var tilnærmet likt antall snegler i gruppe 1 og 3, med henholdsvis 15,2% av totalt antall snegler i gruppe 1 og 15,2% av totalt antall snegl i gruppe 3.

Tabell 9: Gjennomsnittslengde og SD for 125 kongsnegl

Gjennomsnittslengde og SD	
Gjennomsnittslengde	77,6 mm
SD	11,0 mm

Tabell 10: Størrelsesintervall for gruppeinndeling, antall snegl og prosentvis andel snegl i hver gruppe.

Gruppe	1	2	3
Gruppestørrelse [mm]	$<66,6$	66,6-88,6	$>88,6$
Antall snegl	19	87	19
Andel i hver gruppe, %	15,2%	69,6%	15,2%

Diskusjon inndeling av størrelsesgrupper

Før karakterisering var det forventet at gruppe 2 skulle ha flest antall snegler, på bakgrunn av at gruppe 2 var gjennomsnitt ± 1 SD som gir en normalfordeling av gruppene. Dette samsvarer med resultatene fra

karakteriseringen der 69,9% av sneglene var i gruppe 2. Det betyr at en stor andel av totalt antall snegler hadde nokså lik størrelse, med enkelte snegl som var kortere eller lengre. Det var likt antall snegler i størrelsesgruppe 1 og 3. Mottatte snegl var ment for humant konsum og derfor grovsortert i henhold til tabell 1 s.7.

Undersøkelser utført av Møreforskning basert på målinger av 3223 kongsnegl fra 8 ulike lokasjoner i Norge, viste en gjennomsnittlig lengde på 74,7 mm (Bakke & Nystrand, 2012, s. 15–19). Disse målingene samsvarer godt med resultater fra eget karakteriseringsforsøk med en gjennomsnittslengde på 77,6 mm. Selv om egne resultater ble beregnet med færre antall snegl fra kun én lokasjon, viser det at utvalget av snegl fra karakteriseringen samsvarer med størrelser gjort fra tidligere undersøkelser i Norge ved flere lokasjoner. Dette kan tyde på at karakteriserte snegl kan være av representativ størrelse for snegl fra norskekysten.

I en studie gjennomført på kongsnegl i Frankrike med 9087 snegler viste det seg at de fleste sneglene lå mellom 25 mm til 60 mm (Berthelin et al., 2011, s. 320). Resultatene fra egen karakterisering viste at de fleste sneglene lå innenfor størrelsesområdet 66,6-88,6mm som viser til en lengre populasjon, enn i Frankrike. Dette viser at det kan være en forskjell i lengde på ulike lokasjoner. Resultatene i karakteriseringsforsøket er også påvirket av at det ble benyttet snegler som var beregnet for humant konsum, og de minste sneglene har derfor blitt sortert ut av fiskere ved fangst. Dette kan ha ført til en større gjennomsnittslengde på sneglene, enn hvis alle sneglene hadde blitt karakterisert med samme metodikk som i undersøkelsen fra Frankrike. Tallene kan derfor ikke sammenlignes direkte, men kan likevel gi en indikasjon på forskjell i lengde er avhengig av lokasjon. Dessuten var det kun undersøkt 125 snegler i egen karakterisering, noe er et lavt antall snegler sammenliknet med studien fra Frankrike.

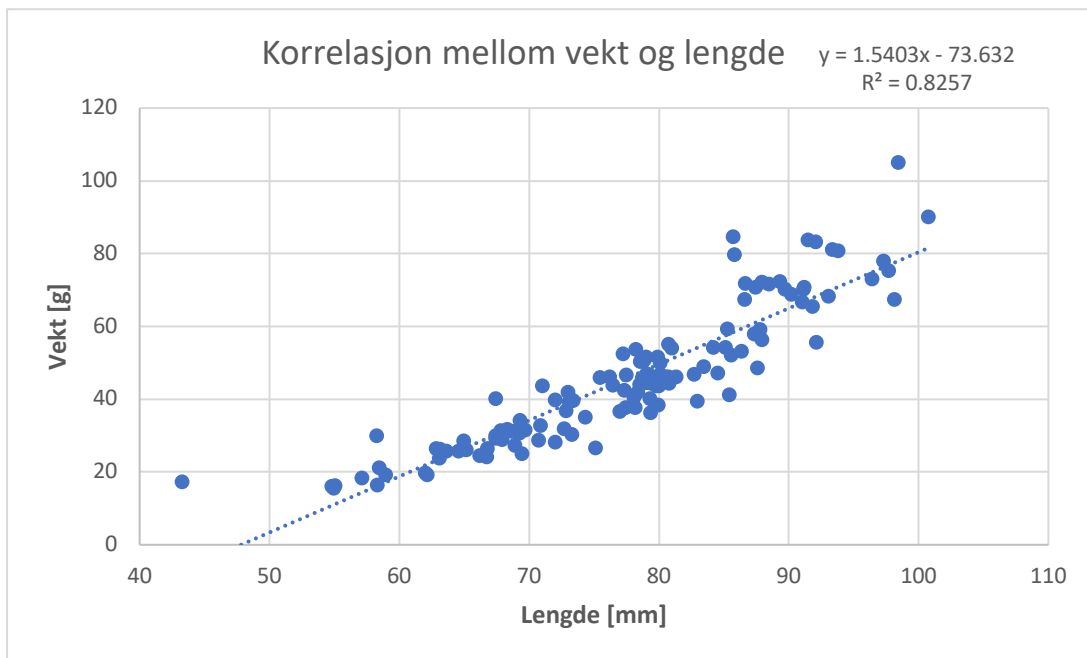
En annen mulig årsak til at det er blitt målt lengre snegler i Norge enn i Frankrike er at det drives mer aktivt fiske i Frankrike enn i Norge. Størrelse på snegl viser seg å være påvirket av hvor aktivt fisket i området er. Aktivt fiske kan gjøre at fangsten inneholder en høyere andel mindre snegl, fordi eldre og større snegler fiskes ut først. Dette vil gi bedre levekår for de mindre sneglene i området. Forskjellene i størrelse kan derfor forklares med at det har blitt drevet mer fiske av kongsnegl i Frankrike, enn på

lokasjonene hvor undersøkte snegl ble fisket. Denne tendensen bekreftes videre av funn fra Møreforskning, der det er målt større snegler fra ulike lokasjoner i Trøndelag, enn ellers i landet hvor de ikke har blitt fisket mye kongsnegl før. (Bakke & Nystrand, 2012, s. 19–20)

3.1.2 Korrelasjon mellom lengde, bredde og vekt

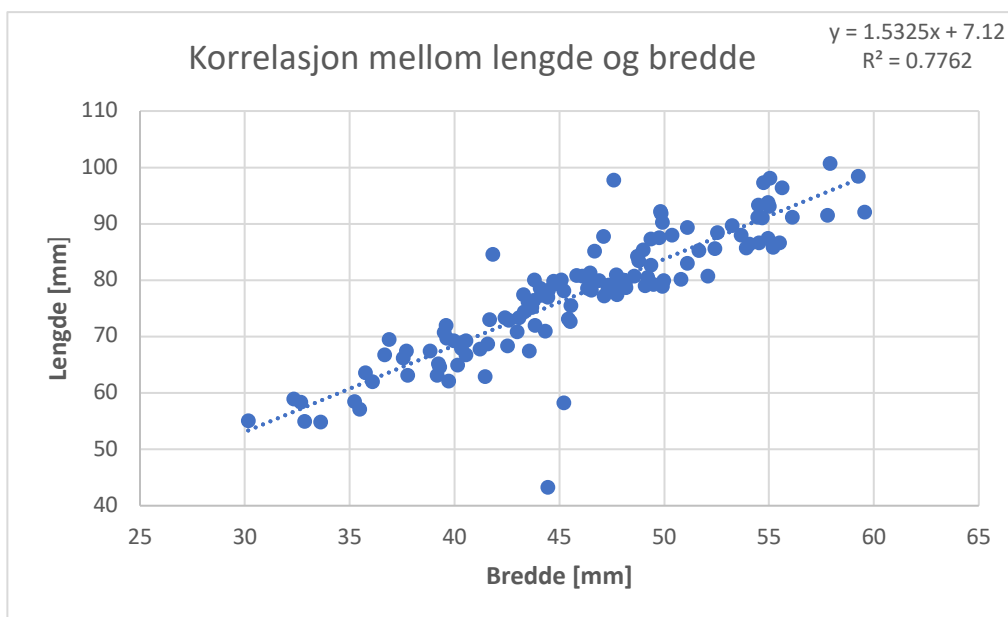
Resultat korrelasjon lengde, bredde og vekt

Figur 23 viser forholdet mellom vekt og lengde for alle undersøkte snegl. Grafen gir en korrelasjonskoeffisient $R=0,91$ som betyr at den lineære regresjonslinjen forklarer at det er en klar sammenheng mellom økende lengde og økende vekt.



Figur 23: Viser korrelasjonen mellom vekt og lengde på alle målte snegl.

Figur 24 illustrerer forholdet mellom lengde og bredde ved karakterisering. Med en korrelasjonskoeffisient $R=0,88$ er det en klar korrelasjon mellom økende lengde og økende bredde på sneglene.



Figur 24: Viser korrelasjon mellom lengde og bredde på målte snegl

Diskusjon korrelasjon lengde, bredde og vekt

Resultatene fra korrelasjon mellom vekt og lengde viste at det var en sammenheng mellom økende lengde og økende vekt. Resultatet var forventet, men en så god korrelasjon var et interessant funn. Sett ut fra målingene på de største sneglene, er det en større variasjon i forholdet mellom vekt og lengde. Dette kan skyldes at det var færre snegl i den størrelsen, men den kan også vise en antydning til at det er større forskjeller mellom vekt og lengde for de større sneglene.

Under karakteriseringen kan noe fordamping/drypptap ha forekommet når sneglene oppholdt seg fryst i romtemperatur. Det kan da ha forekommet en større fordamping for de sneglene som ble veid sist, og dette kan da ha vært med på å gi ulik vekt. Det ble konkludert med at det ikke var av stor betydning for målingene, fordi fordampingen ikke vil være betydelig under den korte tiden det tok å veie opp og måle alle sneglene. Ved veiing av de ulike fraksjonene kan det ha skjedd feil på grunn av utilstrekkelig rensing av skall. Det kan ha vært noen rester av biprodukt igjen i skallene, og dette vil være med på å påvirke vekten for de ulike fraksjonene.

Som vist i tabell 1 «prosessering av kongsnegl», deles kongsnegl hos Pristine Seafood inn 4 ulike grunnklassifiseringer, <4g (kastes), 4-10g, 10-20g og >20g. Dette betyr at dersom muskel veier mindre

enn 4g kastes den – og dermed blir altså muskel, biprodukt og skall fra de minste sneglene restråmateriale som skaper kostnader når det skal kasseres. Dette fører til unødvendig bruk av ressurser, både fordi man får mer restråmateriale, men også fordi man prosesserer snegler som ikke skulle vært fanget i utgangspunktet. Problematikken kan i stor grad unngås om det hadde vært mulig å sortere ut disse små sneglene ved å bruke lengde eller totalvekt som en mal for «kast eller behold».

Som det fremgår i vedlegg 4, tabell 1, utgjør muskel fra gruppe 1 25,2% av totalvekt. Bruk av gjennomsnittet på den minste gruppen er mest nærliggende da den inneholder de minste sneglene. Ved å ta utgangspunkt i at muskelfraksjonen er $\frac{1}{4}$ av totalvekten på sneglen, vil en snegle med muskel som har vekt på 4 g utgjøre en snegl med totalvekt cirka 16 g. Ved å se på korrelasjon mellom lengde og vekt og lengde og bredde, kan man med utgangspunkt i figur 23 og 24 vise at en snegler med totalvekt på 16 g vil være rundt 56 mm lange og cirka 33 mm brede. Denne informasjonen gjør at det vil kunne være mulig å utsortere snegler som uansett ville blitt kassert etter prosessering, basert på kunnskap om sammenheng mellom fraksjoner, vekt og lengde. Det er ønskelig at alle snegler som blir fisket skal anvendes videre. Derfor er det fordelaktig å sortere ut snegler som er mindre enn 56 mm ombord på fiskebåten slik at de kan slippes ut i havet igjen.

3.1.3 Vekt av ulike fraksjoner og grupper

Resultat på variansanalyse fraksjoner og sammenligning av grupper

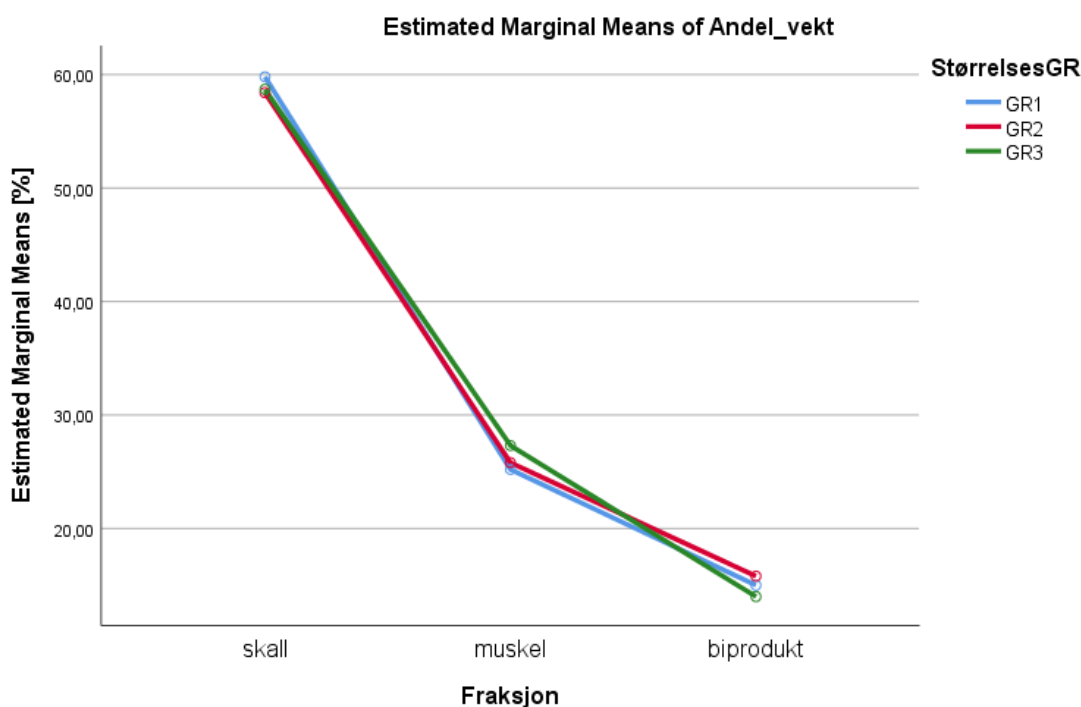
Gjennomsnittlig prosentvis vekt av totalvekt av fraksjoner, fra de 3 størrelsesgruppene er vist i tabell 11. I tabell 1 fra vedlegg 4 vises den fullstendige tabellen med gjennomsnitt prosent av totalvekt av hver fraksjon og for hver gruppe.

Det ble gjennomført en variansanalyse (ANOVA) med sammenligning av fraksjoner i de ulike gruppene, vist i vedlegg 5, tabell 1. Det ble ikke funnet en signifikant forskjell på utbytte av de ulike fraksjoner, mellom de ulike størrelsesgruppene.

Tabell 11: Gjennomsnittlig prosentvis vekt av total vekt for skall, muskel og biprodukt

Fraksjon	Gjennomsnittlig % av total vekt
Skall	59,0
Muskel	26,1
Biprodukt	14,9

I Figur 25 ser man hvor stor forskjell det er i prosentvis fordeling mellom fraksjonene, hvor linjene i forskjellig farge illustrerer størrelsesgruppene 1, 2 og 3. Videre i vedlegg 5, tabell 1 vises det at $p < 0,05$, ved sammenligning av fraksjonene mot hverandre, som betyr at det er signifikant forskjell mellom prosent vektfordeling av fraksjonene skall, muskel og biprodukt av total vekt.



Figur 25: prosentvis fordeling av total vekt av skall muskel og biprodukt for gruppe 1,2 og 3.

Diskusjon på variansanalyse fraksjoner og sammenligning av grupper

Egne resultat fra karakteriseringsforsøket viste at det ikke var en signifikant forskjell mellom ulike størrelser og utbytte av skall, muskel og biprodukt. Hele sneglen består dermed av lik prosentvis fordeling av vekt på skall, biprodukt og muskel, uavhengig av størrelsesgruppe. I rapporten fra Møreforskning vises

det til at større snegler har lavere prosentvis utbytte av muskel (Bakke & Nystrand, 2012, s. 23–24). Årsak til dette forklares med at snegl som er større og eldre har vist seg å ha et tykkere skall, og dermed vil en større prosentandel bestå av skall. Ulikhetene i funnene fra rapporten, kontra funnene i karakteriseringsforsøket, kan forklares ved at lokasjonene er forskjellige. Resultatene i rapporten stammer fra fiske i Trøndelag, mens de karakteriserte sneglene kommer fra Nordland. En annen mulig forklaring som det pekes på i samme rapport er at et tykkere skall kan være en overlevelsesstrategi mot predatorer (Bakke & Nystrand, 2012, s. 24). Det kan derfor være at det er en høyere andel predatorer (for eksempel taskerabbbe) ved lokasjonene i Trøndelag, noe som kan føre til at de største sneglene har en høyere andel skall, og dermed mindre prosentvis andel muskel.

En forskjell mellom resultatene fra Møreforskning og resultater fra karakterisering, er at sneglene ble veid i ukokt tilstand, hvor de først har vært fryst og tint før analyser skulle gjennomføres. Målingene og veiing gjort i karakteriseringsforsøket ble gjort på snegl i kokt tilstand. Det anses ikke at denne forskjellen er av stor betydning fordi det ses på sammenheng i størrelse og utbytte og ikke er en direkte sammenlikning av prosentutbytte muskel.

3.2 Analyse av proteininnhold

3.2.1 Kongsnegl

Resultat proteininnhold i skall og biprodukt

Innholdet av protein i skall av kongsnegl er vist i tabell 12. Gruppe 2 hadde høyest gjennomsnittlig innhold av protein med $4,60 \pm 3,16$ g/100 g. Gruppe 1 hadde et gjennomsnittlig innhold på $3,95 \pm 2,7$ g/100g. Gruppe 3 hadde det laveste gjennomsnitt innhold av protein på $0,95 \pm 0,64$ g/100g. Det ble ikke bevist en signifikant forskjell på innhold av protein i skall i de ulike gruppene. Resultatene fra variansanalysen vises i vedlegg 6 tabell 1.

Gjennomsnittlig proteininnhold i biprodukt, fra tabell 12, viser at gruppe 1 hadde høyest innhold av protein med 22 ± 0 g/100 g. Gruppe 2 og 3 hadde henholdsvis $20,70 \pm 0,58$ g/100 g og $20,0 \pm 0$ g/100 g. Variansanalysen viste signifikant forskjell i proteininnhold i biprodukt i de forskjellige gruppene med

$p < 0,05$, hvor resultat er vist i vedlegg 6 tabell 2. Ved sammenligning av gruppene av biprodukt mot hverandre, ble det funnet en signifikant forskjell mellom gruppe 1 og gruppe 2, og mellom gruppe 1 og 3. Sammenligningen er vist i vedlegg 9 tabell 1.

Tabell 12: Innhold av protein i skall og biprodukt fra kongsnegl i de ulike størrelsesgruppene. Gitt i g/100g av våtvekt (måleusikkerhet på $\pm 10\%$ på prøver med proteininnhold >4 g/100 g).

	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3
	[g/100 g]	[g/100 g]	[g/100 g]
Skall parallell 1	5,90	4,40	0,50
Skall parallell 2	2,00	7,90	1,40
Skall parallell 3	-	1,60	-
Gjennomsnitt skall	3,95	4,60	0,95
SD skall	2,76	3,16	0,64
Biprodukt parallell 1	22,00	20,00	20,00
Biprodukt parallell 2	22,00	21,00	20,00
Biprodukt parallell 3	-	21,00	-
Gjennomsnitt biprodukt	22,00	20,70	20,00
SD biprodukt	0	0,58	0

Diskusjon proteininnhold i skall og biprodukt

Resultat fra analyse av skall viser at det er stor variasjon av innhold av protein i parallellene, og for gruppene 1, 2 og 3. Målingene har stor variasjon med verdier mellom 0,50-7,90 g/100 g. Som beskrevet i «2.5 Eksterne analyser» ble det sendt knust og godt rensede skall sammen med hele skall hvor muskel og biprodukt ble fjernet for hånd. De hele skallene skulle i utgangspunktet ikke benyttes i analysene. De ble sendt med for å sikre at det var tilstrekkelig prøvemateriale, fordi det var noe usikkerhet til hvor mye prøvemateriale som var nødvendig. Da resultatene forelå ble det tatt kontakt med laboratoriet for å undersøke hvordan prøvematerialet hadde blitt behandlet før analysen. Det viste seg da at alt tilgjengelig prøvemateriale hadde blitt homogenisert, inkludert hele skall, hvor innmat kun var fjernet ved hjelp av tang. Det kan derfor ha vært rester av biprodukt i skallfraksjon. Årsaken til at det observeres en høy variasjon i proteinmengde i de ulike prøvene kan skyldes at en andel biprodukt har kommet med i

prøvene. Innholdet av protein i biproduktfraksjonen er høyt, opptil 22 g/100g, og det kan ha hatt betydelig innvirkning på resultatene. På grunn av stor variasjon mellom prøvene og på grunn av de presenterte feilkildene knyttet til usikkerhet til resultatene for proteininnhold i skall. Resultatene for innhold av protein i biprodukt har en mindre variasjon enn resultatene fra skall og disse resultatene anses da å være mer pålitelige. Under prosessering av kongsnegl hos Pristine Seafood, vist i tabell 1 s. 7, blir hel kokt snegl knust ved hjelp av en maskin, og det kan derfor være mulig at det kan komme med deler av biprodukt i skallet. Kontaminering av biprodukt i skall er noe som ofte kan forekomme i en industriell prosess, og derfor kan det være at disse resultatene er representative for industrielle prosesser ved bearbeiding av kongsnegl.

Den store variasjonen innad i parallellene gjør at det også er vanskelig å trekke noen konklusjon på det faktiske proteininnholdet i skall. Hovedbestanddel i skall hos bløtdyr er kalsiumkarbonatforbindelser, som kan utgjøre opptil 95-99,9% (Morris et al., 2019, s. 2). Skall fra kongsnegl ble også analysert for blant annet kalsium, noe som gjorde det mulig å regne ut faktisk innhold av kalsiumkarbonat i skall fra kongsnegl. Det ble tatt høyde for at det kalsiumet som finnes i snegleskall er bundet opp i karbonat-grupper. Utrekning i vedlegg 12 viser et gjennomsnittlig innhold på 95,3% kalsiumkarbonat, hvilket bekrefter at også skall fra kongsnegl har en stor andel av kalsiumkarbonat. Dette kan det tyde på at de lavere målingene av proteininnholdet i skall i enkelte paralleller er mer representative for det faktiske innholdet.

Verdiene for innhold av protein i biprodukt til kongsnegl har liten variasjon i de ulike parallellene, noe som taler for at de er representative for innhold av protein. Det ble funnet en signifikant forskjell i innhold av protein mellom gruppe 1 og 2, og gruppe 1 og 3. Dette viser at de minste sneglene har høyest innhold av protein i biproduktet. Biprodukt er et materiale det er mye lettere å homogenisere sammenliknet med skall, noe som vil gi mindre variasjon i resultat. Proteininnhold i biprodukt er noe høyere enn det som er rapportert i muskel fra kongsnegl, som er på 16 g/100 g (Bakke & Nystrand, 2012, s. 9). En mulig årsak til dette kan være naturlig variasjon i de ulike fraksjonene. Kongsnegl har et proteinrikt føde og det kan derfor tenkes at proteiner akkumuleres i mage og tarmsystem (biprodukt). Det er høyest proteininnhold i gruppe 1 og lavest i gruppe 3, og det observeres også størst signifikant

forskjell mellom disse to gruppene. Dette viser at de minste sneglene har mest protein i biproduktet. Det er vanskelig å trekke noen konklusjon om hvorfor det er slik. Det ikke er en åpenbar årsak til at innhold av protein skal være forskjellig, men kan forklares med at ulik størrelse på snegl har innvirkning på metabolismen til sneglen.

3.2.2 Taskekrabbe

Resultat proteininnhold i restråstoff fra taskekrabbe

Innholdet av protein i prøvene i restråstoff fra taskekrabbe hadde liten spredning. Som vist i tabell 13 hadde parallell 1, 2 og 3 et proteininnhold på henholdsvis 13-, 15- og 16,00 g/100 g våtvekt. Gjennomsnittet for parallellene var $14,70 \pm 1,50$ g/100 g våtvekt, som tilsvarer et proteininnhold på 23,14 g/100 g tørrvekt. Utrekning av tørrvekt er vist i vedlegg 11 tabell 1.

Tabell 13: Innhold av protein i restråstoff fra taskekrabbe, gitt i g/100 g i våtvekt. (Måleusikkerhet på 10% for prøver >4 g/100 g)

	Protein [g/100 g]
Parallell 1	13,00
Parallell 2	15,00
Parallell 3	16,00
Gjennomsnitt	14,70
SD	1,50

Diskusjon proteininnhold i restråstoff fra taskekrabbe

Med et gjennomsnittlig proteininnhold på 14,70 g/100 g av våtvekt er resultatene fra analysene sammenlignbare med andre undersøkelser av proteininnhold i skall fra taskekrabbe, som viser et proteininnhold på 16 g/100 g (Pires et al., 2017, s. 2). Det gjennomsnittlige proteininnholdet i restråstoff fra taskekrabbe gjør at det er sammenlignbart med innhold av protein i brunkjøttet fra taskekrabbe som inneholder 13,50 g/100 g. Det hvite kjøttet i eksempelvis krabbeklør har derimot betydelig høyere andel protein på cirka 23 g/100 g. (Woll, 2005, s. 24)

I mel fra kongekrabbe laget av kun skallfraksjoner var proteininnholdet målt til å være cirka 19 g/100 g i tørket mel, mens proteininnhold målt i diverse biprodukt fra mel av kongekrabbe var innhold av protein opptil 32 g/100 g (Stenberg et al., 2012, s. 10). Proteininnhold i tørrvekt fra restråstoff av taskekrabbe hadde en gjennomsnittsverdi på 23,14 g/100 g, og det er sammenlignbart med proteininnhold i mel laget av kongekrabbe biprodukt og skall fra kongekrabbe som har et proteininnhold mellom 19-32g/100g i tørrvekt. Proteininnhold i tørrvekt fra restråstoff av taskekrabbe hadde en gjennomsnittsverdi på 23,14 g/100 g, og det er sammenlignbart med proteininnhold i mel laget av kongekrabbe biprodukt og skall fra kongekrabbe som har et proteininnhold mellom 19-32 g/100 g i tørrvekt.

3.3 Analyse av totalt lipidinnhold

3.3.1 Kongsnegl

Resultat lipidinnhold i skall og biprodukt

Resultatene fra skall av kongsnegl viser at gruppe 3 skall har det laveste lipidinnholdet med et gjennomsnitt på $0,50 \pm 0$ g/100 g. Gruppe 1 har et gjennomsnittlig innhold på $0,75 \pm 0,35$ g/100g. Gruppe 2 har høyest gjennomsnittsverdi på $1,20 \pm 0,82$ g/100 g. Verdiene er vist i tabell 14. Fra variansanalysen med verdier vist i vedlegg 7 tabell 1 ble det ikke vist signifikant forskjell i lipidinnhold i de ulike gruppene ($p > 0,05$).

Resultatene fra biprodukt, i tabell 14, viser at gjennomsnittlig innhold av lipid i gruppe 1 ble målt til $1,55 \pm 0,07$ g/100 g, i gruppe 2 var gjennomsnittsverdi $1,53 \pm 0,06$ g/100 g og i gruppe 3 var gjennomsnittet $1,55 \pm 0,07$ g/100 g. Fra variansanalysen på biprodukt fra vedlegg 7 tabell 2 ble det ikke vist signifikant forskjell i lipidinnhold i de ulike gruppene.

Tabell 14: Innhold av lipid i skall og biprodukt fra kongsnegl i de ulike størrelsesgruppene. Gitt i g/100 g av våtvekt. (Måleusikkerhet på $\pm 20\%$ på skall fra snegl).

	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3
	[g/100 g]	[g/100 g]	[g/100 g]
Skall parallell 1	1,00	2,10	0,50
Skall parallell 2	0,50	0,50	0,50
Skall parallell 3	-	1,00	-
Gjennomsnitt skall	0,75	1,20	0,50
SD skall	0,35	0,82	0
Biprodukt parallell 1	1,60	1,60	1,50
Biprodukt parallell 2	1,50	1,50	1,60
Biprodukt parallell 3	-	1,50	-
Gjennomsnitt biprodukt	1,55	1,53	1,55
SD biprodukt	0,07	0,06	0,07

Diskusjon lipidinnhold i skall og biprodukt

Som ved resultatene fra proteininnhold i skall fra kongsnegl, observeres det også en relativt stor spredning i lipidinnhold i skall mellom enkelte parallellene. Et forhøyet innhold av lipid i skall fra kongsnegl kan skyldes rester av biprodukt i skallfraksjonene, som beskrevet i diskusjon av proteininnhold. Variasjonen av lipid i skall er imidlertid lavere enn variasjonen i proteininnhold i skall. Det er en mye høyere andel protein, enn lipid i biprodukt. Som en følge av dette vil en eventuell kontaminasjon fra biprodukt i skall kunne ha en større påvirkning på resultatene for analyse av protein i skall, enn for lipid i skall fra snegl. Fra laboratoriet som gjennomførte lipidanalysene ble det rapportert en måleusikkerhet på $\pm 20\%$ i skall fra snegle. Måleusikkerheten som benyttes ved lipidanalyse av laks er $\pm 16\%$. Årsaken til økningen i måleusikkerhet kommer av at det er vanskeligere å homogenisere snegleskall på grunn av tykke og harde skall. Med måleusikkerheten tatt i betraktning kan det være en enda større variasjon, enn resultatene viser. Det antas at innhold av lipid i skall vil være svært lavt, fordi resultater fra analyse viste

kalsiumkarbonatinnhold på 95,3%. Det observeres et likt innhold av lipid i 4 av 7 paralleller, med 0,50 g/100 g. Det synes sannsynlig at dette kan gjenspeile det faktiske lipidinnholdet i skall. Det viste seg også at det ikke var signifikant forskjell i innhold av lipid i skall i de ulike gruppene og det kan derfor konkluderes med at det ikke er noe sammenheng med innhold av lipid i skall og størrelse på snegl.

Det observeres relativt liten spredning i lipidinnhold i biprodukt. Det er ingen signifikant forskjell i lipidinnhold mellom gruppene, og det kan derfor konkluderes med at innholdet av lipid i biprodukt ikke varierer med størrelse på sneglene. Lipidinnholdet varierer mellom 1,50 og 1,60 g/100 g i biprodukt noe som kan regnes å være relativt lavt sammenliknet med restråstoff fra oppdrettsfisk som har et lipidinnhold på cirka 15 g/100 g, og brukes for å produsere marine oljer (Håstein, Tore s.12). Med et så lavt innhold av lipider vil det være mer aktuelt å fjerne disse for å hindre harskning og kontaminering i resten av restråstoffet enn å utnytte det. På den andre siden kan lipider separeres ut relativt enkelt i en hydrolyseringsprosess, mer om dette under «3.5.2, kongsnegl biprodukt».

3.3.2 Taskekrabbe

Resultat lipidinnhold i restråstoff fra taskekrabbe

Lipidinnhold i alle parallellene fra restråstoff av taskekrabbe er vist i tabell 15. Disse ble målt til samme verdi på $0,50 \pm 0$ g/100 g tørrvekt.

Tabell 15: Innhold av lipid i restråstoff fra taskekrabbe, gitt i g/100 g i våtvekt.

	Lipid [g/100 g]
Parallell 1	0,50
Parallell 2	0,50
Parallell 3	0,50
Gjennomsnitt	0,50
SD	0

Diskusjon lipidinnhold i restråstoff fra taskekrabbe

I litteratur hvor krabbemel fra skall av kongekrabbe ble analysert, var innhold av lipid målt til å ligge på 4,70 g/100 g i tørrvekt (Stenberg et al., 2012, s. 10). Resultatene fra restråstoff av taskekrabbe er under denne verdien. Omregning av analyseresultatene til tørrstoffverdi i taskekrabbe, viser et innhold av lipid med gjennomsnittsverdi 0,80 g/100 g i tørrvekt (vedlegg 11 tabell 1). Årsaken til en lavere målt verdi kan være at restråstoffet fra taskekrabbe som ble analysert kun bestod av klør, føtter og bur, og ikke alle skallfraksjoner som til vanlig vil kunne regnes som restråstoff, og eventuelt inneholde rester av innmat.

3.4 Analyse av kadmiuminnhold

3.4.1 Kongsnegl

Resultat kadmiuminnhold i skall og biprodukt

Resultatene fra analysene på innhold av kadmium i kongsneglskall fra tabell 16 viser at i gruppe 1 har et gjennomsnittlig innhold på $0,26 \pm 0,06$ mg/kg. Gruppe 2 hadde et gjennomsnittsinhold på $0,35 \pm 0,28$ mg/kg og gruppe 3 hadde gjennomsnitt $0,20 \pm 0,19$ mg/kg. Den gjennomsnittlige kadmiumkonsentrasjonen i skall fra snegl ble omregnet til tørrvekt, og innholdet ble funnet til å være 0,29 mg/kg (vedlegg 10, tabell 1). Fra vedlegg 8 tabell 1, vises det ingen signifikant forskjell i innhold av kadmium i skall i de ulike gruppene.

Resultatene på innhold av kadmium i biprodukt fra kongsnegl, fra tabell 16, viser at gjennomsnitt for gruppe 1 er $5,59 \pm 0,21$ mg/kg. For gruppe 2 er gjennomsnittlig innhold av kadmium $7,87 \pm 0,15$ mg/kg og for gruppe 3 er gjennomsnittlig innhold $11,0 \pm 0$ mg/kg. Den gjennomsnittlige kadmiumkonsentrasjonen i biprodukt omregnet til tørrvekt ble funnet til å være 25,61 mg/kg (vedlegg 10 tabell 1). Konsentrasjon av kadmium i biprodukt i de ulike gruppene hadde en signifikant forskjell på $p < 0,05$, hentet fra vedlegg 8, tabell 2. Ved å sammenlikne gruppe 1, 2 og 3 mot hverandre var $p < 0,05$ mellom alle størrelsesgruppene, og forskjellen er dermed signifikant (vedlegg 9 tabell 1).

Tabell 16: Innhold av kadmium i skall og biprodukt fra kongsnegl i de ulike størrelsesgruppene, gitt i mg/kg i våtvekt.

	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3
	[Cd mg/kg]	[Cd mg/kg]	[Cd mg/kg]
Skall parallell 1	0,22	0,54	0,06
Skall parallell 2	0,30	0,15	0,33
Gjennomsnitt skall	0,26	0,35	0,20
SD skall	0,06	0,28	0,19
Biprodukt parallell 1	5,80	8,00	11,00
Biprodukt parallell 2	6,10	7,90	11,00
Biprodukt parallell 3	–	7,70	–
Gjennomsnitt biprodukt	5,59	7,87	11,00
SD biprodukt	0,21	0,15	0

Diskusjon kadmiuminnhold i skall og biprodukt

Det er stor variasjon i gjennomsnittlig innhold av kadmium i skall, spesielt mellom gruppe 2 og gruppe 3. Innholdet av kadmium innen de enkelte parallellene varierte med 0,06-0,54 mg/kg av våtvekt. Variasjonen i resultatene kan ses i sammenheng med feilkildene som tidligere er presentert under diskusjon av protein- og lipidinnhold i skall, hvor det kan ha kommet med rester av biprodukt i prøvematerialet. Innhold av kadmium i skall er under grenseverdien på 1,0 mg/kg for bruk i mat (Havforskningsinstituttet, u.å.-a). Det var heller ingen signifikant forskjell i innhold av kadmium i skall mellom de ulike gruppene. Det kan derfor konkluderes med at innhold av kadmium i skall ikke varierer mellom ulik størrelse.

Det ses en økning i gjennomsnittlig innhold av kadmium i biprodukt fra kongsnegl fra gruppe 1 til gruppe 3. Med bakgrunn i variansanalyse kan det konkluderes med en signifikant forskjell i innhold av kadmium mellom de ulike gruppenes biprodukt. Dette resultatet viser at konsentrasjon av kadmium i biproduktet øker, med økende størrelse på snegl. Forklaringen på dette kan være at kadmium har en lang halveringstid, og etter som sneglen vokser og blir større akkumuleres det mer kadmium i vevet. Resultatene kan

delvis sammenlignes med studier fra Frankrike som har vist at det er høyere konsentrasjoner av kadmium i muskel til større snegl (Nathalie et al., 2009, s. 5). Dette var målinger gjort på hel muskel av kongsnegl, og ikke biproduktene som i resultatene over. Resultatene er ikke direkte sammenlignbare, men kan gi en indikasjon på at det er høyere konsentrasjon av kadmium i større snegl i både muskel og biprodukt. Undersøkelser gjort på innhold av kadmium i snegl fra ulike områder i Norge viser imidlertid at det ikke er signifikante forskjeller mellom økende størrelse og kadmiumkonsentrasjon (Bakke & Nystrand, 2012, s. 15, 26 & 27). Litteraturen viser til ulike konklusjoner vedrørende korrelasjon mellom økende størrelse og økende kadmiumkonsentrasjon. Det kan tenkes at forskjeller i lokasjon kan være en medvirkende årsak til de ulike funnene.

3.4.2 Taskekrabbe

Resultat kadmiuminnhold i restråstoff fra taskekrabbe

Resultatene i tabell 17 viser et lavt innhold av kadmium i taskekrabbe med en gjennomsnittlig konsentrasjon på $0,05 \pm 0,02$ mg/kg.

Tabell 17: Innhold av kadmium i parallellene av skallfraksjoner fra taskekrabbe, gitt i mg/kg tørrvekt.

	Kadmium [Cd mg/kg]
Parallell 1	0,05
Parallell 2	0,07
Parallell 3	0,04
Gjennomsnitt	0,05
SD	0,02

Diskusjon kadmiuminnhold i restråstoff fra taskekrabbe

Det vises en liten variasjon i innhold av kadmium mellom de 3 parallellene for taskekrabbe. Konsentrasjonen av kadmium er lav for alle prøvene. Kadmiumkonsentrasjonen fra restråstoff av taskekrabbe, er verdier under grenseverdien som er oppgitt for klokjøtt. Klokjøtt er beregnet for humant konsum og grenseverdien er 0,5 mg/kg (Havforskningsinstituttet, u.å.-b). Ved å betrakte kadmiuminnholdet i

restråstoffet fra taskekrabbe kan dermed dette også benyttes til humant konsum ut fra den oppgitte grenseverdien.

3.5 Anvendelse av restråstoffet

3.5.1 Kongsnegl skall

Målingene fra snegleskall viste et gjennomsnittlig innhold av: Protein på 3,17 g/100g, lipid på 0,82g/100g og kadmium på 0,27 mg/kg, og ingen signifikant forskjell i innhold av protein, lipid eller kadmium mellom de ulike størrelsesgruppene. Innhold av kadmium i skall er langt under grenseverdien på 1,0mg/kg, som er satt for humant konsum. Dersom et produkt er godkjent for humant konsum er det også godkjent for all annen bruk i næringsmiddelsammenheng. Skallet fra kongsnegl kan derfor for eksempel brukes ved å prosessere det slik at det brukes som tilsetning i produkter ment for humant konsum eller gjødsel om man kun betrakter kadmiumkonsentrasjon.

Resultatene viser et relativt lavt innhold av protein og lipid. Ut fra disse resultatene, og egne utregninger på innhold av kalsiumkarbonat i skall fra kongsnegl, kan det antas at skallet for det meste inneholder kalsiumkarbonat. Med store bestanddeler kalsiumkarbonat vil det i hovedsak være dette som er aktuelt å benytte seg av videre. Eksempler på bruksområder er beskrevet i «1.3 restråstoff kongsnegl», og innebærer at det kan brukes til blant annet: jordforbedrer, kosttilskudd til husdyr, kalkningsmiddel i jordbruk, bestanddel i bygningsmasse og som biofiltermedium for rensing av avløpsvann.

Det er stort potensiale og ønske om å øke fisket etter kongsnegl i Norge, derfor er det viktig å finne mulige bruksområdet til skall fra kongsnegl. Skallet tar opp så mye som 79,31% (vedlegg 4, tabell 2) av total masse av restråstoff fra snegl. I fremtiden vil det være større krav rundt det å utnytte ressurser og gjenbruk, og derfor må man jobbe mer med å finne metoder og bruksområder for dette restråstoffet. Om det ikke er mulig å få stor profitt, er det i det minste ønskelig at man unngår kostnader ved å kassere skallene.

3.5.2 Kongsnegl biprodukt

Målingene av biprodukt viste et gjennomsnittlig innhold av: Protein på 20,9 g/100 g, lipid på 1,54 g/100 g og kadmium på 8,15 mg/kg, med signifikant forskjell på innhold av protein og kadmium i størrelsesgruppene. Innhold av kadmium i biprodukt er for høyt for at det skal kunne brukes som humant konsum hvor grenseverdien er 1,0 mg/kg (Havforskningsinstituttet, u.å.-a). Dette var et resultat som var forventet ut ifra funn i litteratur. Ifølge forskrift om organisk gjødsel er kadmiuminnholdet i sneglebiprodukt også for høyt til å benyttes som gjødsel eller jordforbedring, uansett kvalitetsklasse. Dersom biprodukt skal brukes videre må det derfor foreligge metoder for å redusere kadmiuminnholdet. En annen mulig løsning på dette er at biproduktene blandes med annet organisk avfall med lavt kadmiuminnhold, eksempelvis skallet fra kongsnegl. Ved å bruke gjennomsnittsfordeling av prosentvis vekt av totalvekt av restråstoff fordelt på biprodukt og skall fra vedlegg 4, tabell 2, kan man regne ut kadmiumkonsentrasjonen i en blanding som består av kun skall og biprodukt. Innhold av biprodukt i en slik masse vil da være 20,61%, og resterende 79,31% er skall. Med et slikt blandingsforhold vil kadmiumnivå ligge på 1,89 mg/kg, som er en betydelig forbedring sett mot innhold i biprodukt alene. Om dette blir aktuelt kan det brukes til blant annet gjødsel klasse 2 som betyr at det kan brukes på jordbruksarealer med opptil 2 tonn per dekar i 10 år.

Ser man på resultatene for innhold av kadmium i biprodukt i de ulike gruppene, er en økende konsentrasjon av kadmium korrelerende med økende skallengde. Det kan derfor være interessant å sortere ut sneglene etter størrelse. I så fall vil biprodukt fra de minste sneglene kunne ha et bredere anvendelsesområde. Selv om de minste sneglene i gruppe 1 hadde en kadmiumkonsentrasjon over grenseverdiene, var konsentrasjonen lavere enn i gruppe 3. Dette vil gjøre at man med fordel for eksempel kan blande biprodukt fra de minste sneglene med annet organisk materiale og dermed kunne få konsentrasjonen av kadmium under grenseverdien for bruk i gjødsel. Resultatene viser en signifikant forskjell i at større snegl har høyere innhold av kadmium, som kan skyldes at det er individuelle forskjeller og dermed at noen snegl kan dra snittverdien opp eller ned. Det kunne derfor vært interessant å undersøke innhold av kadmium på individnivå.

Kadmiumverdiene som er målt i biprodukt gjør at det ikke er noen åpenbare bruksområder, til tross for høyt innhold av protein, og lavt innhold av lipider. Dersom man lykkes med å finne metoder for å redusere nivået av kadmium vil det imidlertid kunne åpne for nye bruksområder. Det finnes flere foreslåtte metoder for å redusere innhold av kadmium som kunne vært interessante å prøve, deriblant varmebehandling, kelatering, syrebehandling, fermentering eller kompostering. Gitt at kadmiumkonsentrasjonen reduseres kan det tenkes at det ville være mulig å lage proteinhydrolysat av materialet. Om det er mulig å ekstrahere rent protein på en økonomisk og effektiv måte, kan det vurderes om det vil være trygt til humant konsum og som tilsats i dyrefôr for å øke næringsinnhold. Ved produksjon av proteinhydrolysat er det vanlig å separere ut lipid og faste stoffer fra den flytende hydrolysatfraksjonen. Det betyr at selv om lipidkonsentrasjonen i utgangspunktet er lav i biprodukt fra kongsnegl, vil lipider kunne oppkonsentreres i en prosess som likevel vil kunne finne sted for å produsere hydrolysat. Innhold av fettsyrer må ytterligere analyseres for å kunne vite om det er noen verdi i lipider fra kongsnegl biprodukt. Dersom det er mulig å utnytte noe av lipid- og proteinfraksjonen i biproduktet vil det ytterligere øke både anvendelsespotensial og verdi.

Som beskrevet i «diskusjon korrelasjon lengde, bredde og vekt» vil det være fordelaktig å kunne separere ut snegler kortere enn 56 mm ombord på fiskebåten, da disse til slutt ender opp med å bli kassert etter prosessering på grunn størrelseskrav fra kunder. For å separere ut de minste sneglene kan det tenkes at det er mulig å benytte en slags rist som sorterer ut de minste sneglene, eller at det lages en mal som tar høyde for lengde og/eller bredde. Det må utvikles metoder som kan brukes på store volum, da det vil være lite hensiktsmessig for fiskerne å måle én og én snegl. Dersom bredde skal benyttes som kriterium bør det utføres nye målinger. Snegler i egen karakterisering er som beskrevet i figur 20, målt diagonalt, som vil gjøre at bredden blir noe lengre enn det som måles direkte ved hjelp av en mal. En slik malmodell må uansett tilpasses slik at bredde kan måles direkte ved at sneglene kan føres gjennom for mest mulig korrekt sortering.

Dersom det likevel skulle komme med snegler som er for små bør muskel enten prosesseres alene eller sammen med biprodukt. Da proteininnholdet i muskel er cirka 16 g/100 g kan det lages hydrolysat av ren muskelfraksjon (Bakke & Nystrand, 2012, s. 9). Muskelfraksjon er ment til humant konsum, og

dermed er det tenkelig at det kan brukes til å produsere et produkt til humant konsum, eller brukes som en del i matprodukter som allerede finnes på markedet. En annen mulighet som vil være enkel, men ikke gi like mye verdi av produktet, er å blande muskelfraksjon med biprodukt for å senke innhold av kadmium, slik at blandingen kan benyttes som gjødsel i stedet for at alt kasseres.

3.5.3 Restråstoff fra taskekrabbe

Med gjennomsnittlig innhold av: Protein på 14,7 g/100 g av våtvekt, lipid på 0,05 g/100 g og kadmium på 0,05 mg/kg fra analyseresultatene, vil det kunne finnes flere bruksområder for restråstoff fra taskekrabbe. Blant annet vil det kunne være interessant å gjøre forsøk med produksjon av krabbemel, proteinhydrolysat, utvinning av kitin samt bruk som gjødsel.

Kadmiumkonsentrasjon i restråstoffet fra taskekrabbe er under grenseverdien for klokjøtt som er ment for humant konsum. Humant konsum er det strengeste kravet for hvordan produktet kan utnyttes. Det vil derfor være lite begrensninger når man skal vurdere videre bruk av restråstoffet, hvis det kun tas hensyn til innhold av kadmium. Et mulig bruksområde for restråstoffet fra taskekrabbe kan derfor være å prosessere restråstoffet til eksempelvis krabbemel, slik at det kan brukes i eks. dyrefôr, i næringsmidler og i gjødsel. Krabbemel fra skall av kongekrabbe har for eksempel blitt brukt som en bestanddel i fôr til laks og hummer med gode resultater (Nofima, 2014). Det er nærliggende å tro at det vil kunne oppnås sammenlignbare resultat da materialet er tilnærmet likt, og analysene av restråstoff fra taskekrabbe har vist et proteininnhold på høyde med restråstoff fra kongekrabbe. Verdiskapningen av tillaging av krabbemel fra restråstoff av taskekrabbe vil være stor, med tanke på at det i 2019 ble kassert 2685 tonn avfall fra taskekrabbe. Krabbemel har en estimert verdi mellom 2,5-13 kr/kg (Olafsen, 2004, s. 16). Det er mulig å tjene 6,7 millioner kroner på restråstoffet fra taskekrabbe basert på laveste kilospris. Produksjonsprosessen for tillaging av krabbemel regnes som en lettere og billigere prosess enn ekstrahering av ulike andre stoffer som finnes i skallet (Olafsen, 2004, s. 15).

Restråstoffet ble ikke analysert for innhold av kitin. Analyseresultatene viser et høyt innhold av protein og lavt innhold av lipid. Protein og lipid utgjør tilsammen cirka 23,80 g/100 g av total tørrvekt. Ut fra disse resultatene, og litteratur er det sannsynlig at det også er en større andel kitin i restråstoffet. Det er

oppgitt at krabbeskall kan ha 15-25 g/100 g kitin, så ekstrahering av kitin kan også være en måte å utnytte restråstoffet på (Yimin, 2016). Om det hadde vist seg å være mulig å ekstrahere kitin på en økonomisk og effektiv måte hadde dette økt bruksområdet til restråstoffet betraktelig fordi anvendelsesområdet for kitin og kitosan er stort. Kitin har en oppgitt verdi på 20-40 kr/kg, kitosan 100-1000kr/kg, avhengig av renhetsgrad (Forberg, 2014; Olafsen, 2004, s. 17). Ekstrahering av disse stoffene ville økt verdien til restråstoffet i stor grad, da kitin og kitosan er produkter av høyere verdi enn krabbemel.

Det er en større produksjonsprosess bak ekstrahering av kitin, noe som vil føre til større utgifter, men om man får godt utbytte og god pris fra stoffet vil det kunne lønne seg på sikt. Ekstrahering av kitin fra rekeskall gjøres for eksempel ved en bedrift kalt Chitinor i Troms (Forberg, 2014).

Innhold av protein i restråstoffet fra taskekrabbe var betydelig, og det kunne vært aktuelt å lage proteinhydrolysat. Proteinhydrolysat har mange ulike bruksområder, og hydrolysat produsert av restråstoff av krabbe vil eksempelvis kunne brukes for å øke næringsinnholdet i dyrefôr og i produkter ment for humant konsum, eller som baser for forskjellige smaker, og tilsetningsstoffer som er ment å etterligne smaken i produkter som fisk og kjøtt. Prosessen for å produsere hydrolysat kan gjøres effektivt og billig i stor skala, ved hjelp av syrehydrolysering. Om man derimot ønsker et bedre produkt med tanke på smak, men en litt dyrere prosess, er en enzymatisk prosess aktuell. Tidligere litteratur snakker om tillaging av hydrolysat ved bruk av fiskerestråstoff, og det kan derfor tenkes at det vil kunne oppstå andre prosesstekniske problemer som må tas hensyn til når man lager hydrolysat av restråstoff fra krabbe. Det vil være interessant å undersøke om det er mulig å lage proteinhydrolysat av restråstoff fra taskekrabbe av god kvalitet.

4. Konklusjon

Målet i denne bacheloroppgaven var å undersøke hvordan man på en bærekraftig måte kan utnytte restråstoff fra kongsnegl og taskekrabbe, for å minske avfall og samtidig skape økt verdi av restråstoffet.

Kongsnegl ble veid, og målt lengde og bredde av. Videre ble de karakterisert med hensyn til lengde og fordelt i 3 størrelsesgrupper, og inndelt i fraksjonene muskel, biprodukt og skall. Målinger av vekt, lengde og bredde viste en klar korrelasjon mellom økning i vekt og økning i lengde. Økt lengde viste også sammenheng med økt bredde. Det ble ikke funnet en signifikant forskjell på utbytte av de ulike fraksjoner mellom størrelsesgruppene. Det var signifikant forskjell i prosentvis vektfordeling i de ulike fraksjonene.

Skall fra kongsnegl ble målt til å ha et gjennomsnittlig innhold av protein på 3,17 g/100 g, lipidinnhold på 0,82 g/100 g og kadmiuminnhold på 0,27 mg/kg. Kadmiuminnhold i snegleskall var godt under grenseverdier som gjør at det vil være lite restriksjoner ved bruk. Den mest aktuelle videre bruken for skall anses å være ekstrahering av kalsiumkarbonat som kan ha flere bruksområder. Biprodukt fra kongsnegl ble målt til å ha et gjennomsnittlig proteininnhold på 20,90 g/100 g, gjennomsnittlig lipidinnhold på 1,54 g/100 g og gjennomsnittlig kadmiuminnhold på 8,12 mg/kg. Innhold av kadmium i biprodukt fra kongsnegl er langt over grenseverdier for videre bruk. Gitt at det finnes metoder for å redusere kadmium i biprodukt, vil det gi muligheter for å utnytte proteininnholdet til eksempelvis proteinhydrolysat. Restråstoffet fra taskekrabbe ble funnet til å ha et gjennomsnittlig innhold av protein på 14,70 g/100 g, gjennomsnittlig lipidinnhold på 0,50 g/100 g og et gjennomsnittlig kadmiuminnhold på 0,05 mg/kg. De mest aktuelle bruksområdene for restråstoff fra taskekrabbe vil være produksjon av krabbemel og proteinhydrolysat samt ekstraksjon av kitin.

Ut ifra det utførte analysearbeidet kan det konkluderes med at det ses størst potensiale i å utnytte restråstoffet fra taskekrabbe. Skall fra kongsnegl har mulighet for utnyttelse, men dette krever videre undersøkelser for å finne ut om dette er mulig å gjennomføre industrielt på en effektiv og økonomisk måte. For biprodukt fra kongsnegl trengs det videre forskning for å finne metoder for å redusere innhold av kadmium før det kan anvendes videre. Biprodukt og skall fra kongsnegl blandet gjør at det kan brukes i gjødsel. Det er vist at det er potensiale til å utnytte restråstoffet som i dag blir kassert, og man bør ta steget for å ta i bruk disse ressursene. Dette vil fordre en bærekraftig utvikling, og samtidig øke profitten og bidra til en større grad av sirkulær økonomi.

4.1 Veien videre

I denne oppgaven ble det gjort undersøkelser på et relativt lite, og bestemt utvalg snegl. Det ville vært interessant å se på et større utvalg snegl fra flere ulike lokasjoner, med flere størrelsesgrupper. Da kan man ytterligere å se på korrelasjon mellom størrelse og kadmiuminnhold, samt eventuelle forskjeller avhengig av lokasjon. Det ville vært gunstig å ha flere paralleller på de utførte analysene for mer stabile analyseresultat, samt å påse at skallfraksjoner er helt rene før de blir analysert.

Fordi innhold av kadmium er for høyt i kongsnegl biprodukt til at det kan anvendes videre, er det nødvendig finne gode metoder for å fjerne kadmium fra biprodukt. For å redusere innhold av kadmium i hele snegl må det forskes mer på hva som gjør at tungmetaller samles i vevet, eventuelt måter man kan redusere eller hindre akkumulering av kadmium. Dessuten vil det være interessant å se i hvor stor grad lokasjonen det fiskes på, er utslagsgivende for kadmiuminnhold.

Resultatene ved karakterisering viser at en utsortering ombord på båten av snegl som er kortere enn cirka 56 mm eller smalere enn cirka 33 mm, vil føre til en bedre utnyttelse av ressurser. Det kan derfor jobbes videre med å utvikle en industriell metode som kan benyttes for å sortere ut snegl før de blir tatt til fabrikk og separert, slik at sneglene kan slippes tilbake til havet med mulighet for å vokse videre.

Utnyttelsesgraden kan økes i restråstoffet fra taskekrabbe ved å lage mel på samme måte som for kongekrabbe. Ekstraksjon av kitin og asthaxanthin blir allerede gjort i dag, men det er absolutt potensiale for å oppskalere produksjonen da kitin har svært mange bruksområder. På grunn av høyt innhold av protein vil det også være av interesse å se nærmere på produksjon av proteinhydrolysat i industriell skala.

Referanseliste

- A. D Neklyudov, Ivankin, A. N., & Berdutina, A. V. (1999). *Properties and Uses of Protein Hydrolysates (Review)*. https://www.researchgate.net/publication/225161229_Properties_and_Uses_of_Protein_Hydrolysates_Review
- Arbia, W., Arbia, L., Adour, L., & Amrane, A. (2013). Chitin Extraction from Crustacean Shells Using Biological Methods – A Review. *Food Technology and Biotechnology*, 51(1), 12–25.
- Aune, L. (2019, desember 17). *Sesong 2019 og 2020*. <https://hitramat.no/fiskernett/>
- Bakke, S., & Nystrand, B. T. (2012). *Møreforskning AS Norsk kongsnegl (Buccinum undatum)—Produktgenskaper og markedsmuligheter*. <https://www.moreforsk.no/publikasjoner/rapporter/marin/norsk-kongsnegl-buccinum-undatum---produktgenskaper-og-markedsmuligheter/1074/1103/>
- Bakketeig, I. E., Gjøsæter, H., Hauge, M., Loeng, H., Sunnset, B. H., Toft, K. Ø., & Søvik, G. (2013). *Havforskningsrapporten 2013*. https://issuu.com/havforskningsinstituttet/docs/havforskningsrapporten_2013_endelig_versjon_web
- Benjaminsen, C. (2018, september 4). *Hva betyr egentlig sirkulær økonomi?* Gemini.no. <https://gemini.no/kortnytt/betyr-egentlig-sirkulaer-okonomi/>
- Berthelin, C., Hégron-Macé, L., Legrand, V., Jouaux, A., Adeline, B., Mathieu, M., & Kellner, K. (2011). Growth and reproduction of the common whelk *Buccinum undatum* in west Cotentin (Channel), France. *Aquatic Living Resources*, 24, 317–327. <https://doi.org/10.1051/alr/2011048>
- Boxaspen, K., Agnalt, A.-L., Gjøsæter, J., Jørgensen, L. L., Skiftesvik, A. B., Mortensen, S., Kvenseth, P. G., Woll, A. K., & Agnalt, A.-L. (2005). *Kyst og havbruk 2005*. 172 s. <https://imr.brage.unit.no/imr-xmlui/handle/11250/114112>

- Carter, Z. (u.å.). *Buccinum undatum*. Animal Diversity Web. Hentet 18. mars 2020, fra https://animal-diversity.org/accounts/Buccinum_undatum/
- Cui, J., Yu, Z., & Lau, D. (2016). *Effect of Acetyl Group on Mechanical Properties of Chitin/Chitosan Nanocrystal: A Molecular Dynamics Study*. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4730306/>
- Definition of Hydrolysis by Merriam-Webster*. (2020). <https://www.merriam-webster.com/dictionary/hydrolysate>
- Duinker, A., & Storesund, J. (u.å.). *NASJONALT TILSYNSPROGRAM FOR PRODUKSJON AV SKJELL OG ANDRE BLØTDYR*. 33.
- EFSA. (2012). Cadmium dietary exposure in the European population. *EFSA Journal*, 10(1), 2551. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2012.2551>
- Elieh-Ali-Komi, D., & Hamblin, M. R. (2016). Chitin and Chitosan: Production and Application of Versatile Biomedical Nanomaterials. *International journal of advanced research*, 4(3), 411–427.
- Fagerbakke, C. (2020, februar 5). *Fisket etter kongsnegl øker – nå trenger forskerne mer data*. Havforskningsinstituttet. <https://www.hi.no/hi/nyheter/2020/februar/fisket-etter-kongsnegl-oker-na-trenger-forskerne-mer-data>
- FAO (Red.). (2018). *Meeting the sustainable development goals*. <http://www.fao.org/state-of-fisheries-aquaculture>
- Fernando, L. A. T., Poblete, M. R. S., Ongkiko, A. G. M., & Diaz, L. J. L. (2016). Chitin Extraction and Synthesis of Chitin-Based Polymer Films from Philippine Blue Swimming Crab (*Portunus pelagicus*) Shells. *Procedia Chemistry*, 19, 462–468. <https://doi.org/10.1016/j.proche.2016.03.039>
- Fitzgerald, A. (2007). *Shell waste in Aggregates Project Report Sea Fish Industry Authority*.

FN. (2020, januar 28). *FNs bærekraftsmål*. <https://www.fn.no/Om-FN/FNs-baerekraftsmaal>

Folkehelseinstituttet. (2015, september 28). *Fakta om kadmium i mat og miljø*. Folkehelseinstituttet. <https://www.fhi.no/ml/miljo/miljogifter/fakta/kadmium-i-mat-og-miljo--faktaark/>

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2018). *State of Fisheries and Aquaculture in the world 2018*. Wwww.Fao.Org. <http://www.fao.org/state-of-fisheries-aquaculture/en/>

Forberg, B. T. (2014, oktober 31). *Fra hudkrem til miljøforpakning Nofima*. <https://nofima.no/nyhet/2013/04/fra-hudkrem-til-miljoforpakning/>

Fylkesmannen i Finnmark. (2014). *Tillatelse til dumping av krabbeavfall til sjø og varsel om gebyr*.

Gates, K. W. (2010). *Marine Products for Healthcare: Functional and Bioactive Nutraceutical Compounds from the Ocean*, Vazhiyil Venugopal: *Functional Foods and Nutraceuticals Series*. Boca Raton, FL, USA. CRC Press Taylor and Francis Group, 2009. 527 pages. \$169.95. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 19(1), 48–54. <https://doi.org/10.1080/10498850903517528>

GBIF. (2020). *Artskart—Kongsnegl (Buccinum Undatum)*. <https://artskart.artsdata-banken.no/app/#map/793636,7063631/2.8117761566241515/background/greyMap/filter/%7B%22TaxonIds%22%3A%5B68410%5D%2C%22IncludeSubTaxonIds%22%3Atrue%2C%22Style%22%3A1%7D>

Grand View Research. (2020, mars). *Chitosan Market Size, Share & Trends Analysis Report By Application (Pharmaceutical & Biomedical, Water Treatment, Cosmetics, Food & Beverage)*. <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/global-chitosan-market>

Havforskningsinstituttet. (u.å.-a). *Kongsnegl innmat Sjømatdata*. Hentet 16. mars 2020, fra <https://sjomatdata.hi.no/#/seafood/1108>

Havforskningsinstituttet. (u.å.-b). *Taskekrabbe klokjøtt Sjømatdata*. Hentet 16. mars 2020, fra

<https://sjomatdata.hi.no/#/seafood/1105>

Havforskningsinstituttet. (2020, februar 10). *Taskekrabbe*. Havforskningsinstituttet.

<https://www.hi.no/hi/temasider/arter/taskekrabbe>

He, S., Franco, C., & Zhang, W. (2013). Functions, applications and production of protein hydrolysates from fish processing co-products (FPCP). *Food Research International*, 50(1), 289–297.

<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2012.10.031>

Helseth, L. E. (2019). Hydrogel. I *Store norske leksikon*. <http://snl.no/hydrogel>

Hitramat. (u.å.). *Om HitraMat*. <https://hitramat.no/om-hitramat/>

Håstein, T., Hjeltnes, B., Husby, A., Bernhoft, A., Farstad, W., Wasteson, Y., & Ahlstrøm, Ø. (2005). *En*

vurdering av faren for spredning av fiskesjukdommer ved bruk av dødfiskensilasje uten varmebehandling og/eller uensilerte biprodukt i pelsdyrfôr. Vitenskapskomiteen for

mattrygghet. [https://vkm.no/down-](https://vkm.no/download/18.d44969415d027c43cf1f2d2/1499248681745/7ea732575c.pdf)

[load/18.d44969415d027c43cf1f2d2/1499248681745/7ea732575c.pdf](https://vkm.no/download/18.d44969415d027c43cf1f2d2/1499248681745/7ea732575c.pdf)

Kintel, I. (2014, november 6). *Bryter med tradisjonelt fiske – satser på snegler*. NRK.

https://www.nrk.no/sapmi/bryter-med-tradisjonelt-fiske-_satsers-pa-snegler-1.12018392

Forskrift om begrensnig av forurensning, FOR-2004-06-01-931 (2004). [https://lovdata.no/doku-](https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2004-06-01-931/*#*)

[ment/SF/forskrift/2004-06-01-931/*#*](https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2004-06-01-931/*#*)

Kystmagasinet. (2014, januar 7). *Taskekrabben—En undervurdert krabat*. [https://www.kyst-](https://www.kystmagasinet.no/nyheter/fiske/taskekrabben-en-undervurdert-krabat/)

[magasinet.no/nyheter/fiske/taskekrabben-en-undervurdert-krabat/](https://www.kystmagasinet.no/nyheter/fiske/taskekrabben-en-undervurdert-krabat/)

Forskrift om gjødselvarer mv. Av organisk opphav—Lovdata, (2003). [https://lovdata.no/doku-](https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2003-07-04-951)

[ment/SF/forskrift/2003-07-04-951](https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2003-07-04-951)

- Lindborg, I. (2017). *KADMIUM I TASKEKRABBEN (CANCER PAGURUS) RELATERT TIL STØRRELSE OG BIOLOGI* [UIB]. http://bora.uib.no/bitstream/handle/1956/15746/Masteroppgave_Ingvild-Lindborg_februar-2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Magnúsdóttir, H. (2010). *The common whelk (Buccinum undatum L.): Life history traits and population structure* [University of Iceland]. https://www.researchgate.net/publication/266404038_The_common_whelk_Buccinum_undatum_L_Life_history_traits_and_population_structure
- Materialdistrict. (2018, juli 28). *Material made from cellulose and chitin could replace flexible plastic packaging*. MaterialDistrict. <https://materialdistrict.com/article/material-cellulose-chitin-flexible-plastic-packaging/>
- Metych, M. (2012). Hydrolysis chemical reaction. I *Encyclopedia Britannica*. <https://www.britannica.com/science/hydrolysis>
- Miljødirektoratet. (u.å.). *Sirkulær økonomi—Miljødirektoratet*. Miljødirektoratet/Norwegian Environment Agency. Hentet 21. april 2020, fra <https://www.miljodirektoratet.no/ansvar-somrader/avfall/sirkular-okonomi/>
- Morris, J. P., Backeljau, T., & Chapelle, G. (2019). Shells from aquaculture: A valuable biomaterial, not a nuisance waste product. *Reviews in Aquaculture*, 11(1), 42–57. <https://doi.org/10.1111/raq.12225>
- Myrstad, K.-S. (2020, april 28). *Kongsnegl prosessering personlig meddelelse Kim-Stian Myrstad Operation Manager Pristine Seafood* [Personlig kommunikasjon].
- Møreforskning Ålesund AS. (u.å.). *Fangst av Kongsnegl*. Kongsnegl.no. Hentet 1. mai 2020, fra <http://www.kongsnegl.no/fangst-av-kongsnegl.html>

- Nathalie, A., Véronique, S., Jean-François, N., Jean-Charles, L., Jean-Paul, V., & Rémi, M. (2009). *Is a maximum level for cadmium in sea gastropods relevant for public health?* 6.
- NIBIO. (2017, oktober 23). *Kvalitetskrav organisk avfall*. NIBIO. <https://www.nibio.no/tema/jord/organisk-avfall-som-gjodsel/kvalitetskrav>
- NMKL - NMKL 6. (2003). <https://www.nmkl.org/index.php/en/publications/item/nitrogen-kjeldahl-nmkl-6>
- Nofima. (2014, desember 18). *Nyttige biprodukter fra kongekrabbe Nofima AS*. <https://nofima.no/nyhet/2012/04/nyttige-biprodukter-fra-kongekrabbe/>
- Nordøy, F. (2020, april 1). *Kongsnegl prosessering personlig meddelelse Fredrik Nordøy CEO Pristine AS* [Personlig kommunikasjon].
- NS 9402:1994, (1994). <https://www.standard.no/nettbutikk/produktkatalogen/produktpresentasjon/?ProductID=135397>
- NS-EN ISO 17294-2:2016. (2016, januar 11). <https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=857613>
- Nærings- og fiskeridepartementet. (2019). *Regjeringa sin strategi for auka verdiskaping frå marint re-stråstof*. <https://www.regjeringen.no/contentassets/0891087a014e4bab8bd2d9db5e88750d/no/sved/1.pdf?fbclid=IwAR1VVdytB-DACKYp2u246uzb81pZE-OC5smRMIWulbp0vaRN-pBx6t74uM-I>
- Forskrift om animalske biprodukter som ikke er beregnet på konsum, FOR-2016-09-14-1064 (2016). https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2016-09-14-1064/*#*
- Olafsen, T. (2004). *Biprodukter fra krabbeproduksjon Rapport: 4013/120 Rubin*. <http://www.rubin.no/index.php/no/hjem/9-flexicontent/prosjekter/generelle-prosjekter4/320-biprodukter->

fra-krabbeproduksjon?fbclid=IwAR1Civ6MAYjrx3halOz7IMGwebKsdd-
tLwu5um3EYRPOY5JO_2o6bfIEN7s

Olaussen, T. (2020, april 17). *Prosessering Restråmateriale personlig meddelelse Kystmiljø AS* [Personlig kommunikasjon].

Pasupuleti, V. K., & Braun, S. (2010). State of the Art Manufacturing of Protein Hydrolysates. I V. K. Pasupuleti & A. L. Demain (Red.), *Protein Hydrolysates in Biotechnology* (s. 11–32). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6674-0_2

Petrova, I., Tolstorebrov, I., & Eikevik, T. M. (2018). Production of fish protein hydrolysates step by step: Technological aspects, equipment used, major energy costs and methods of their minimizing. *International Aquatic Research*, 10(3), 223–241. <https://doi.org/10.1007/s40071-018-0207-4>

Pillai, C. K. S., Paul, W., & Sharma, C. P. (2009). Chitin and chitosan polymers: Chemistry, solubility and fiber formation. *Progress in Polymer Science*, 34(7), 641–678. <https://doi.org/10.1016/j.progpolymsci.2009.04.001>

Pires, C., Marques, A., Carvalho, M., & Batista, L. (2017). Chemical Characterization of Cancer Pagurus, Maja Squinado, Necora Puber and Carcinus Maenas Shells. *Poultry, Fisheries & Wildlife Sciences*, 05(01). <https://doi.org/10.4172/2375-446X.1000181>

Pleym, I. E., Svorken, M., & Vang, B. (2019). *Nofima AS Verdifulle rester. Muligheter for norsk marint restråstoff*. <https://nofima.no/publikasjon/1698703/>

Pristine Seafood. (u.å.). *Produkter*. <http://pristineseafood.no/produkter/>

- Ramsden, N. (2019, mars 26). *Growing UK landings of brown crab could find welcoming market in China post-Brexit*. <https://www.undercurrentnews.com/2019/03/26/growing-uk-landings-of-brown-crab-could-find-welcoming-market-in-china-post-brexit/>
- Richardsen, R., Nystøyl, R., Strandheim, G., & Marthinussen, A. (2017). *Tilgang og anvendelse av marint restråstoff i Norge* (s. 55).
- Rinaudo, M. (2006). Chitin and chitosan: Properties and applications. *Progress in Polymer Science*, 31(7), 603–632. <https://doi.org/10.1016/j.progpolymsci.2006.06.001>
- Santhanam, R. (2019). *Biology and ecology of edible marine gastropod molluscs*. Apple Academic Press.
- SINTEF. (2019, juni 20). *Stadig bedre utnyttelse av marint restråstoff*. SINTEF. <http://www.sintef.no/siste-nytt/stadig-bedre-utnyttelse-av-marint-restrastoff/>
- Skerritt, D., Durrance, S., & Mitchell, R. (2018). *Management recommendations for English non-quota fisheries: Common whelk*. https://www.researchgate.net/publication/333455280_Management_recommendations_for_English_non-quota_fisheries_Common_whelk
- Slinde, E. (2020). Kitosan. I *Store norske leksikon*. <http://snl.no/kitosan>
- Stenberg, E., Siikavuopio, S. I., Gildberg, A., Mundheim, H., & Jakobsen, R. (2012). *Biprodukter fra kongekrabbe (Paralithodes Camtschaticus)*. 40.
- Surinder, K., & Gurpreet Singh, D. (2013). *Full article: Recent trends in biological extraction of chitin from marine shell wastes: A review*. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.3109/07388551.2013.798256>
- Søknad—Fornyett utslippstillatelse for HitraMat AS. (u.å.). Hentet 28. mars 2020, fra <https://www.hitra.kommune.no/wp-content/uploads/sites/28/2019/03/S%C3%B8knad.pdf>
- Sømme, L. S. (2019a). Krabber. I *Store norske leksikon*. <http://snl.no/krabber>

- Sømme, L. S. (2019b). Taskekrabbe. I *Store norske leksikon*. <http://snl.no/taskekrabbe>
- Søreide, K. (2018). Biokompatibel. I *Store medisinske leksikon*. <http://sml.snl.no/biokompatibel>
- Søvik, G., Jelmert, A., Strand, Ø., & Bergen, H. (2010). *Kunnskapsoppbygging på LUR-ressurser 2009* Havforskiningsinstituttet. 33.
- Telnes, K. (2018, januar 21). *Common Whelk—Buccinum undatum bilde*. <http://www.sea-water.no/fauna/mollusca/undatum.html>
- The recycling of oyster shells: An environmental analysis using Life Cycle Assessment. (2012). *Journal of Environmental Management*, 106, 102–109. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2012.04.017>
- UiO. (2015, april 15). *Kitin—Institutt for biovitenskap*. <https://www.mn.uio.no/ibv/tjenester/kunnskap/plantefys/leksikon/k/kitin.html>
- ul-Islam, S., & Butola, B. S. (2018). *The Impact and Prospects of Green Chemistry for Textile Technology*. Woodhead Publishing.
- Ulvan, K. (2020, april 15). *Taskekrabbe prosessering personlig meddelelse Kolbjørn Ulvan HitraMat AS* [Personlig kommunikasjon].
- USDA Mollusks, whelk, unspecified, raw*. (2019, januar 4). FoodData Central Search Results. <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/171983/nutrients>
- Utenriksdepartementet. (2019, mars 21). *Sirkulær økonomi. Suksesshistorier og nye utfordringer*. [Redaksjonellartikkel]. Regjeringen.no; regjeringen.no. <https://www.regjeringen.no/no/tema/europapolitikk/aktuelt/aktuelt/rapporter-fra-eu-delegasjonen-2019/2019/sirkular-okonomi.-suksesshistorier-og-nye-utfordringer/id2637334/>
- Wisuthiphaet, N., Kongruang, S., & Chamcheun, C. (u.å.). Production of Fish Protein Hydrolysates by Acid and Enzymatic Hydrolysis. *ResearchGate*. Hentet 28. mars 2020, fra

https://www.researchgate.net/publication/283181892_Production_of_Fish_Protein_Hydrolysates_by_Acid_and_Enzymatic_Hydrolysis

Woll, A. (2005). *Håndbok Taskekrabben Møreforskning Ålesund AS*. <https://www.surofi.no/media/1329/handbok-taskekrabben-2005-mf.pdf>

Woll, A., & van der Meeren, G. (1997). *Taskekrabben (Cancer pagurus) Rapport:Å9703*.

Yimin, Q. (2016). *Chitin—An overview | ScienceDirect Topics*. <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/chitin>

Younes, I., & Rinaudo, M. (2015). *Chitin and Chitosan Preparation from Marine Sources. Structure, Properties and Applications*. <https://www.mdpi.com/1660-3397/13/3/1133>

Zimmermann, F., Jenssen, M., Nedreaas, K., Søvik, G., Hjelset, A. M., & Bakke, S. (2020). *Kunnskapsgrunnlaget for taskekrabbe langs norskekysten Havforskningsinstituttet*. <https://www.hi.no/hi/nettrapporter/rapport-fra-havforskningen-2020-4>

Tabell 1: rådatamålinger for karakterisering av kongsnegl

Vekt [g]	Lengde [mm]	Bredde [mm]
15,64	54,94	33,61
16,20	54,83	44,44
16,28	55,03	32,85
16,54	58,33	30,16
17,44	43,29	35,47
18,36	57,10	45,19
19,24	58,96	32,67
19,38	62,16	35,23
19,86	62,02	32,32
21,20	58,46	36,07
23,81	63,07	39,71
24,30	66,76	41,46
24,60	66,22	37,77
25,17	69,44	39,15
25,77	64,56	35,75
25,85	63,63	39,28
26,23	65,18	40,14
26,34	63,14	39,21
26,44	62,85	37,55
26,54	66,79	36,65
26,64	75,14	40,53
27,43	68,89	43,57
28,18	72,00	37,70
28,58	64,98	38,83
28,87	70,74	41,21
29,00	67,94	40,31
29,28	67,41	42,52
29,95	67,45	41,56
29,99	58,27	40,33
30,32	73,29	39,95
30,76	69,24	40,52
31,30	68,65	36,87
31,41	67,80	39,61
31,56	69,71	39,5
31,75	68,31	42,98
31,93	72,69	44,33
32,86	70,87	39,59

34,31	69,31	43,83
35,04	74,35	45,5
36,39	79,37	42,59
36,77	76,99	41,66
36,91	72,84	45,43
37,71	78,19	43,07
37,76	77,42	42,41
38,38	79,95	43,31
39,34	73,08	43,69
39,45	82,98	45,55
39,70	73,39	43,5
39,79	72,03	43,77
40,17	67,41	44,45
40,18	79,3	47,12
40,52	78,08	44,14
41,21	85,43	43,28
41,91	78,37	47,75
42,01	73,02	45,19
42,53	77,33	44,47
43,73	71,01	46,53
43,75	79,78	47,31
43,79	80,00	46,32
43,85	76,45	44,06
44,13	78,51	48,15
44,5	79,43	49,89
44,51	80,79	49,07
44,55	79,00	46,46
44,94	80,00	47,56
45,05	79,30	47,33
45,72	80,74	45,02
45,79	78,73	49,49
45,97	79,17	47,68
46,06	75,45	44,86
46,15	76,22	48,13
46,16	80,52	44,72
46,24	81,32	49,97
46,26	80,75	46,88
46,64	79,33	48,02
46,70	77,47	43,80
46,86	82,70	45,08

46,97	80,08	50,8
47,00	79,07	49,20
47,34	84,55	46,08
48,69	87,57	52,06
49,07	83,44	48,57
50,10	80,12	45,8
50,41	78,56	47,71
50,77	78,86	46,46
51,58	79,02	49,34
51,71	79,89	51,10
52,11	85,56	48,78
52,57	77,22	48,7
53,24	86,34	41,83
53,74	78,20	46,67
54,08	80,98	51,64
54,25	84,20	49,00
54,25	85,15	52,41
55,17	80,74	53,91
55,76	92,13	55,17
56,40	87,94	54,05
57,95	87,33	54,51
59,20	87,79	55,49
59,38	85,25	49,34
65,55	91,85	54,94
66,85	91,06	49,75
67,46	86,63	47,1
67,52	98,14	53,65
68,30	93,07	50,35
68,82	90,20	52,53
70,29	91,12	51,10
70,38	89,72	53,22
70,78	91,18	49,89
70,81	87,42	54,66
71,74	88,47	54,44
71,96	86,67	56,10
72,16	87,93	57,79
72,42	89,32	49,83
73,09	96,41	59,54
75,39	97,69	49,82
78,03	97,28	55,01

79,80	85,84	54,48
80,83	93,79	54,93
81,25	93,35	55,61
83,25	92,07	54,73
83,76	91,48	47,60
84,67	85,71	55,03
90,10	100,74	59,25
105,11	98,42	57,91

Totalprotein ved bruk av Kjeldal

Utstyr og kjemikalier

KjelDigester K-449

Scrubber K-415 TripleScrub^{ECO}

Analytical balance (nøyaktighet +/- 0,1 mg)

Mikser, Retsch Grindomix GM200

Svovelsyre 98% Merck (1007482500)

Titanium, BUCHI Kjeldal Tablet (11057980)

Natriumklorid 32%, Brenntag (81980-452)

Borsyre 4%, 400g borsyre, Brenntag (80948-155) fortynnet til 10L med avionisert vann, pH justeres til 4,65

Indikator i henhold til Sher, 100 ml, BUCHI (003512). Tilsett 2,5ml /L borsyre

Svovelsyre 0,25 mol/L, Fluka (38395)

Nøytraliseringsmiddel for Scrubber: 600g natriumkarbonat, brent, technical, Synopharm (0179420) ca 2 ml etanol og en spadetupp med bromtymolblå Fluka (18460) fortynnet til 1L med avionisert vann.

Glysin, analyse 99,7% Merck (1.04201.0100)

Tabell 1: mengde oppveid prøvemateriale i hver prøve og antall paralleller.

Prøve	Vekt (g)	Antall paralleller
Biprodukt (kongsnegl)	1-2	3
Organisk materiale skall (kongsnegl)	1-2	3
Taskekrabbe	1-2	3

Metode

Metoden baserer seg på tre steg:

1. Homogenisering av prøvemateriale ved dypfrysing og miksing.
2. Fordøyning av prøvene vha. K-449

3. Destillering og titrering av prøven

Fordøyning av glysin (verifisering av metoden):

1. Start Kjeldigester K-449 i henhold til tabell 1
2. Hver 0,19 g glysin i 300ml prøverør etter vekt fra tabell 2.
3. Hvert prøverør tilsettes 2 titanium tabletter og 15 ml svovelsyre (98%)
4. Blankprøve med kun kjemikalier forberedes
5. Scrubber K-415 festet til K-449 for å absorbere røyk som dannes under fordøyelsen
6. Stativet med prøver plasseres ved avkjølings posisjon og monter sugemondul i prøvene og start fordøyelsen i henhold til tabell 1.
7. La prøvene avkjøles.

Fordøyning av prøver:

1. Start Kjeldigester K-449 i henhold til tabell 1
2. Hver prøve plasseres i 300ml prøverør etter vekt fra tabell 2.
3. Hvert prøverør tilsettes 2 titanium tabletter og 15 ml svovelsyre (98%)
4. Blankprøve med kun kjemikalier forberedes
5. Scrubber K-415 festet til K-449 for å absorbere røyk som dannes under fordøyelsen
6. Stativet med prøver plasseres ved avkjølings posisjon og monter sugemondul i prøvene og start fordøyelsen i henhold til tabell 1.
7. La prøvene avkjøles.

Tabell 2: viser temperatur og tid for de ulike steg.

Steg	Temperatur (C°)	Tid (min)
1	280	0
2	320	20
3	420	90
Avkjøling	-	35

NB: om prøvene ikke er klare blå-grønne fordøy i ytterligere 15 minutter ved 420 C°

Destillering og titrering:

Prøvene destilleres i henhold til parametere i tabell 3.

Tabell 3: Parametere for KjellMaster K-375

H₂O volum	50 ml
NaOH volum	60 ml
Reaksjons tid	5 sek
Destillerings modus	Fixed time
Destilleringstid	180 sek
Stirred speed destillation	10
Steam output	100%
Titrerings syre	Borsyre
Mottaker løsning vol	70 ml
Titreringsløsning	H ₂ SO ₄ 0,25mol/L
Sensor type	Kolorimetrisk
Titrerings modus	Standard
Måle modus	Ende pH
Ende pH	4,65
Stirred speed titration	9
Titreringsstart volum	4 ml
Titrerings algoritme	optimal

1.
$$W_N = \frac{(V_{Prøve} - V_{Blank}) * z * c * f * M_N}{m_{prøve} * 1000}$$

2.
$$\%N = W_N * 100\%$$

3.
$$\%P = W_N * PF * 100\%$$

$$4. \quad \%N_{gly} = \frac{\%N \cdot 100}{P}$$

W_N : vekt av nitrogen del

$V_{Prøve}$: mengde titrert for prøven

V_{Blank} : gjennomsnittlig mengde titrert for blankprøven

z: molar valens faktor (1 for HCl, 2 for H₂SO₄)

c: Titrerings konsentrasjon (mol/L)

f: titrerings faktor (for kommersielle løsninger brukes normal 1.000)

M_N : molekylær vekt av nitrogen (14,007 g/mol)

$m_{Prøve}$: vekt av prøve (g)

1000: konverteringsfaktor (mL/L)

N%: prosent vekt av nitrogen

N_{gly} : forekomst av vekt nitrogen korrigert for renheten av referankestoffet glycin (?)

%P: prosentvekt av protein

P: renhet av referanse glysin (%)

PF: prøve spesifikk protein faktor (6,25)

Resultatene kalkuleres ved å finne innhold av nitrogen i prøven. Videre multipliseres nitrogeninnholdet med en prøvespesifikk protein faktor. Resultatene kalkuleres ved hjelp av de tre likningene vist over.

Totallipidinnhold ved bruk av Bligh & Dyer

Utstyr og kjemikalier

Homogenisator (Janke & Kunkel Ultra Turrax T25¹ / Kinematica AG Polytron PT3000²)

Sentrifuge (Kubota 2010¹ / Sorvall EasySpin bordsentrifuge¹ / Sorvall RC 5B Plus²)

Pierce Reacti-Vap 18780 m/N₂-gass

Sentrifugerør m/skrukork i kloroformbestandig plast

Kimaxrør

Pasteurpipetter

Fullpipette (1 cm³)

Automatpipetter

Kloroform

Metanol

ionebyttet vann

Is

Metode

Ved utveiling av prøven må det må taes hensyn til vanninnholdet. Vei ut den mengde prøve som utgjør 1 cm³ vann:

$$\text{mengde prøve [g]} = \frac{1 \text{ cm}^3 \text{ vann} \cdot \rho_{\text{vann}} [\text{g/cm}^3]}{\% \text{ vann i prøven}} \cdot 100\%$$

Prøven veies direkte inn i sentrifugerøret med tre desimalers nøyaktighet. Tilsett ionebyttet vann (3,0 cm³), metanol (10,0 cm³) og kloroform (5,0 cm³). Ultra Turrax stilles på 9500 og prøven homogeniseres i 1 minutt. Tilsett kloroform (5,0 cm³) og homogeniser i 20 sekunder.

¹ Til "Lille Bligh & Dyer"

² Til "Store Bligh & Dyer"

Tilsett så ionebyttet vann (5,0 cm³), homogeniser i 20 sek. og sentrifuger i 7-10 minutter ved 7000 rpm, 2-5° C.

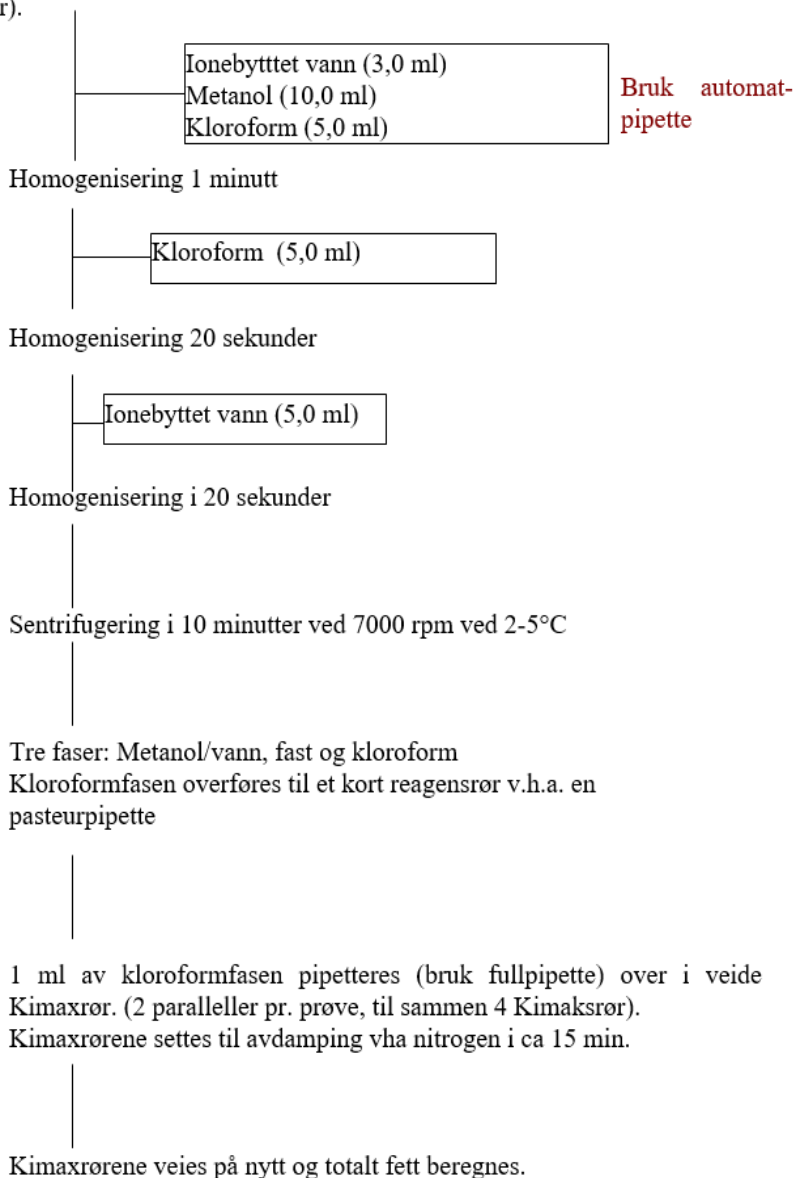
Etter sentrifugering er det tre faser: metanol, fast og kloroform. Kloroformfasen suges forsiktig av med en pasteurpipette over i et kort reagensrør. Fra reagensrøret pipetteres nøyaktig 1,00 cm³ over i et på forhånd veid kimaxrør. Dette settes så til avdamping med nitrogen i ca 15 min (Pierce Reacti-Vap 18780), før det veies på nytt.

Lipidinnholdet i Blich&Dyer beregnes etter følgende formel:

$$\% \text{ Fett} = \frac{\text{Rør m/fett [g]} - \text{rør u/fett [g]} \cdot V_{\text{CHCl}_3 \text{ tilsatt}}}{\text{Prøve [g]} \cdot V_{\text{CHCl}_3 \text{ uttak}}} \cdot 100\%$$

Flytskjema for utførelse:

Opphakkert prøve⁵ veies inn direkte inn i kloroformbestandige plast sentrifugerør med skrukork (2 paralleller).



⁵ Den mengde prøve som utgjør 1 ml vann beregnes ut fra vanninnholdet i prøven.

Tabell 1: prosentvis vekt av totalt vekt av skall, muskel fra kongsnegl

% vekt av totalt vekt for skall, muskel og biprodukt for de ulike størrelsesgruppene.

Fraksjon	% av total vekt
Skall gr. 1	59,8
Skall gr. 2	58,4
Skall gr. 3	58,7
Gj.snitt skall	59,0
SD skall	0,7
Muskel gr. 1	25,2
Muskel gr. 2	25,8
Muskel gr. 3	27,3
Gj.snitt muskel	26,1
SD muskel	1,1
Biprodukt gr. 1	15,0
Biprodukt gr. 2	15,8
Biprodukt gr. 3	14,0
Gj.snitt biprodukt	14,9
SD biprodukt	0,9

Tabell 2: %vis fordeling av totalvekt av skjell og biprodukt fra kongsnegl og utregning av innhold kadmiom i en blanding av skall/biprodukt.

	[g]	% av total masse	Gj.snitt kadmiomkons. [mg/kg]	Innhold 1 kg blanding
Skall	3346	79,31	0,27	0,21
Biprodukt	873	20,69	8,12	1,68
Totalt	4219			1,89

Tabell 1: Sammenligning av gruppene fra karakterisering

Tukey HSD

Dependent Variable: Andel_vekt

Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Intercept	Hypothesis	10000,000	1	10000,000	6,362	,128
	Error	3143,847	2	1571,923 ^a		
StørrelsesGR	Hypothesis	,000	2	,000	,000	1,000
	Error	5,053	4	1,263 ^b		
Fraksjon	Hypothesis	3143,847	2	1571,923	1244,266	,000
	Error	5,053	4	1,263 ^b		
StørrelsesGR * Fraksjon	Hypothesis	5,053	4	1,263	.	.
	Error	,000	0	. ^c		

a. MS(Fraksjon)

b. MS(StørrelsesGR * Fraksjon)

c. MS(Error)

Tabell 1: proteininnhold i skall kongsnegl

ANOVA

Protein	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	17,172	2	8,586	1,229	,384
Within Groups	27,937	4	6,984		
Total	45,109	6			

Tabell 2: proteininnhold i biprodukt kongsnegl

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	4,190	2	2,095	12,571	,019
Within Groups	,667	4	,167		
Total	4,857	6			

Tabell 1: lipidinnhold i skall kongensegl

ANOVA

Lipid	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,629	2	,315	,859	,489
Within Groups	1,465	4	,366		
Total	2,094	6			

Tabell 2: lipidinnhold i biprodukt kongsnegl

ANOVA

Lipid	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,000	2	,000	,057	,945
Within Groups	,017	4	,004		
Total	,017	6			

Tabell 1: kadmiuminnhold i skall kongsnegl

ANOVA

Kadmium	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,023	2	,011	,293	,765
Within Groups	,116	3	,039		
Total	,138	5			

Tabell 2: kadmiuminnhold i biprodukt kongsnegl

ANOVA

Kadmium	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	26,137	2	13,068	570,260	,000
Within Groups	,092	4	,023		
Total	26,229	6			

Tabell 1: Turkey HSD sammenligning mellom gruppene på biprodukt

Tukey HSD

Dependent Variable	(I) StørrelsesGR	(J) StørrelsesGR	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Kadmium	GR1	GR2	-1,91667*	,13819	,000	-2,4092	-1,4241
		GR3	-5,05000*	,15138	,000	-5,5895	-4,5105
	GR2	GR1	1,91667*	,13819	,000	1,4241	2,4092
		GR3	-3,13333*	,13819	,000	-3,6259	-2,6408
	GR3	GR1	5,05000*	,15138	,000	4,5105	5,5895
		GR2	3,13333*	,13819	,000	2,6408	3,6259
Protein	GR1	GR2	1,33333*	,37268	,049	,0051	2,6616
		GR3	2,00000*	,40825	,018	,5450	3,4550
	GR2	GR1	-1,33333*	,37268	,049	-2,6616	-,0051
		GR3	,66667	,37268	,284	-,6616	1,9949
	GR3	GR1	-2,00000*	,40825	,018	-3,4550	-,5450
		GR2	-,66667	,37268	,284	-1,9949	,6616
Fett	GR1	GR2	,01667	,05893	,957	-,1933	,2267
		GR3	,00000	,06455	1,000	-,2301	,2301
	GR2	GR1	-,01667	,05893	,957	-,2267	,1933
		GR3	-,01667	,05893	,957	-,2267	,1933
	GR3	GR1	,00000	,06455	1,000	-,2301	,2301
		GR2	,01667	,05893	,957	-,1933	,2267

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Tabell 1: Innhold av kadmium i kongsnegl målt i tørrvekt.

Fraksjon	Gruppe 1 [Cd mg/kg]	Gruppe 2 [Cd mg/kg]	Gruppe 3 [Cd mg/kg]
Skall parallell 1	0,24	0,57	0,06
Skall parallell 2	0,33	0,16	0,36
Gjennomsnitt	0,29	0,37	0,21
SD	0,06	0,29	0,21
Biprodukt parallell 1	19,00	28,00	>30,00
Biprodukt parallell 2	20,00	27,00	>30,00
Biprodukt parallell 3	–	27,00	–
Gjennomsnitt	19,50	27,33	>30,00
SD	0,71	0,58	0

Gjennomsnitt innhold i skall	0,29 mg/kg
Gjennomsnitt innhold i biprodukt	25,61 mg/kg

Tabell 1: Innhold av protein, lipid og kadmium i restråstoff fra taskekrabbe gitt i tørrvekt.

Prøvemerkning	Kadmium (µg/kg TS)	Tørrstoff (%)	Protein (%)	Lipid (%)
Taskekrabbe	83	62	13	0,50
Taskekrabbe	120	64	15	0,50
Taskekrabbe	65	64	16	0,50
Beregning TS i krabbe:				
Taskekrabbe (TS)			20,97	0,81
Taskekrabbe (TS)			23,44	0,78
Taskekrabbe (TS)			25	0,78
Gjennomsnittlig TS protein			23,14	
Gjennomsnittlig TS lipid				0,80

$$\text{Innhold i tørrstoff} = \frac{\text{Protein/lipid/kadmium (\%)}}{\text{Tørrstoff (\%)}} * 100$$

Tabell 1: Innhold av kalsium i skall fra kongsnegl, oppgitt i [g/kg] i tørrvekt

Kalsium skall [g/kg]	
Gruppe 1	400
Gruppe 1	380
Gruppe 2	350
Gruppe 2	390
Gruppe 3	400
Gruppe 3	370
Gjennomsnitt	381,7

$$\% \text{ Innhold av kalsiumkarbonat} = \frac{100,1 \text{ g/mol}}{40,1 \text{ g/mol}} \times \frac{381,7 \text{ g}}{1000 \text{ g}} \times 100\% = 95,3\%$$