

Insekter

- set i et sundhedsmæssigt perspektiv



Inge Rosenbek Fink
Helle Nielsen

Indhold

Resumé	1
Forord	2
Baggrund og formål	3
Insekter som fødevarer	7
D-vitamin.....	7
Baggrund.....	7
Formål.....	7
Metode	8
Resultater.....	8
Øvrige kemiske analyser	11
Formål.....	11
Metode	11
Resultater.....	11
Krydsallergi.....	11
Baggrund.....	11
Formål.....	12
Metode	12
Resultater.....	12
Formidling.....	15
Konklusioner og perspektiveringer	15
Referencer	16

Resumé

Projektet har været et samarbejde mellem Erhvervsakademi MidtVest (EAMV) og Teknologisk Institut (TI) og har omhandlet analyser på insektmel. Der har været fokus på indhold af D-vitamin efter insekterne har været udsat for UV-bestråling og efter insektpulveret har været udsat for fedtreducering. Herudover har der været fokus på krydsallergi.

Der ses en svag tendens til stigende indhold af D-vitamin efter UV-bestråling, men der er for stor afvigelse på resultaterne, til at kunne komme med en endelig konklusion. Arbejdet med at bestemme D-vitamin indholdet efter fedtreducering gav ikke brugbare resultater.

Arbejdet med krydsallergi har vist at der er mulighed for krydsallergiske reaktioner mellem insektmel og skaldyr. Denne krydsreaktion kan til dels undgås, hvis insektmelet varmebehandles på forskellig vis.

Forord

Projektet har forløbet over en 2-årig periode fra sommeren 2018 til sommeren 2020. Projektet har været et samarbejde mellem Erhvervsakademi MidtVest (EAMV) og Teknologisk Institut (TI), hvor TI har bidraget med viden om insekter samt leveret insektpulver til EAMV, og EAMV har stået for analyser, databehandling og formidling.

Projektet er finansieret af Frascati midler.

Tak til TI for sparring undervejs i projektet samt levering af insektpulver.

Baggrund og formål

Ord som klimaforandringer, miljøhensyn, cirkulær økonomi, madspild, bæredygtighed, ressourceoptimering, alternative proteinkilder osv. er blevet en fast forankret del af vores hverdag. I forlængelse af dette støder vi, indenfor fødevarerområdet, ofte på insekter som en af de nye alternative og klimavenlige proteinkilder (van Huis A. , 2020), (Landbrug og Fødevarer, 2017), (Landbrug og Fødevarer, Februar 2019).

Men kan insekter andet end at være klimavenlige, og kan der være forbehold imod brugen af insekter? De umiddelbare svar er "Ja – insekter kan have mulige sundhedsmæssige gevinster", og "Ja – der kan være personer, der kan være allergiske over for insekter".

EAMV har tidligere haft et insektprojekt "Insekter på middagsbordet". Derfra ved vi, at forbrugerne er mere interesserede i at få oplysninger om de sundhedsmæssige gevinster end de miljømæssige gevinster ved at spise insekter (Brynning, Bækgaard, & Heckmann, 2020), (EAViden, 2020). Interessen for de sundhedsmæssige gevinster hænger også godt sammen med at trendspotting-virksomheden PEJ-gruppen forudser, at der de kommende år vil være øget fokus på at fødevarerne ikke kun skal have en god historie, men at de også skal kunne gøre noget godt for os (PEJ-gruppen, 2018).

Insekter som fødevarer er stadig meget nyt, og forskning i insekter er derfor stadig på et tidligt stadie. Det er ca. 10 år siden insekter begyndte at være interessant i den vestlige verden og i 2020 var der 260 start-up-virksomheder over hele verden, som arbejdede med produktion og markedsføring af spiselige insekter (van Huis A. , 2020). Gennem de seneste 5 år er der sket en eksponentiel vækst i andelen af videnskabelige publikationer om spiselige insekter (van Huis A. , 2020).

Formålet med dette projekt er derfor at bidrage til viden om insekter som fødevarer set ud fra et sundhedsmæssigt perspektiv samt bidrage med konkret viden til primærproducenter af insekter ift. om de med små midler kan øge den sundhedsmæssige gevinst af insekterne.

Der var i dette projekt primært fokus på følgende:

- Kan man øge indholdet af D-vitamin i melorme, ved at udsætte dem for UV-lys under produktionen? Herunder hvilket niveau af D-vitamin-indhold kan de komme op på, og hvor lang tid skal de være under UV-lys?
- Kan (nogle) personer med skaldyrsallergi eller husstøvmideallergi få allergiske reaktioner ved indtagelse af melorme, det man kalder krydsallergi? Og har det en betydning for udvikling af en allergisk reaktion, om melormene har været varmebehandlet eller ej?

Arbejdet udføres af undervisere, assistenter og studerende ved laborantuddannelsen ved EAMV. De studerende på laborantuddannelsen skal udføre analyser, som en del af deres undervisning. Nogle af de inddragede analyser er en fast del af undervisningen, men er ikke tidligere blevet foretaget på insekter. Andre analyser er nye i undervisningen.

Både studerende, undervisere og assistenter vil via dette projekt opnå ny viden og nye kompetencer – de vil dels opnå ny viden om insekter igennem analyseresultaterne og så vil de opnå større viden og kompetencer ift. nogle nye analyser, de ikke tidligere har kørt.

De involverede i projektet er følgende:

Fra EAMV:

- Inge Hummelshøj Hansen (IHHA, projektleder i starten af projektet, udviklingskonsulent)
- Inge Rosenbek Fink (IRF, projektleder i slutningen af projektet, adjunkt, ph.d.)
- Helle Nielsen (HSO, lektor, ph.d.)
- Betina Aarup (BAH, assistent)
- Karina Møller Hvelplund (KMH, assistent)

Fra Teknologisk Institut:

- Lars-Henrik Lau Heckmann (sektionsleder)
- Simon Hvid (konsulent)
- Ida Elisabeth Berggren (konsulent)
- Jonas Lembcke Andersen (specialist)

Den viden der er opnået i projektet, både igennem resultaterne og de praktiske analyseerfaringer, højner underviseres og assistenters videngrundlag. Anvendelsen af den nye viden begrænser sig ikke kun til laborantuddannelsen, men kan også anvendes på både procesteknologuddannelsen og akademiuddannelsen i Ernæring. På laborantuddannelsen vil det fremadrettet primært være de nye analyseerfaringer der kan bruges, og på de to andre uddannelser vil det primært være resultaterne og dermed det større produktkendskab, der kan anvendes.

Den nye viden kan blive vigtig for f.eks. primærproducenter, da de kan komme til at øge den oplevede og den sundhedsmæssige værdi af deres melorme ved at foretage små ændringer i deres produktion. For fødevareproducentvirksomheder kan resultaterne ligeledes have en potentiel betydning, da det kan få indflydelse på, hvad de skal og må skrive på deres emballage.

Undervejs i projektet vil der løbende være kontakt med fagspecialister fra Teknologisk Institut, ligesom der søges viden fra videnskabelige tidsskrifter for at højne kvaliteten af undersøgelserne og arbejde videre ud fra nogle af de erfaringer, der allerede er gjort. De studerende skal undervejs i projektet selv være med til at planlægge og udvikle nogle af de analyser, de skal lave ud fra denne viden.

Overordnede metoder

Projektet indeholder fem work packages (WP). En oversigt over disse ses i Figur 1.

WP1 Intro	• Opstart • Besøg hos Teknologisk Institut
WP2 D ₃ -vitamin	• Litteraturstudie • Indkøring • Validering • Test for optimal UV-bestrålingstid • Effekt af fedtreducering på D₃-vitamin indhold
WP3 Øvrige kemiske analyser	• Litteraturstudie • Indkøring • Validering
WP4 Krydsallergi	• Litteraturstudie • Opsætning af analysemetode • Test af forskellige varmebehandlinger
WP5 Formidling	• Interne oplæg • Eksterne oplæg • Møder med samarbejdspartnere • Afrapportering

Figur 1. Oversigt over work packages (WP) i projektet.

WP1 er en intro til projektet. Her er der opstartsmøder mellem projektdeltagere og opsætning af mål for projektet. Der er desuden en fælles tur til Teknologisk institut, hvor undervisere, assistenter og studerende får indblik i hvordan insektproduktionen foregår ved Teknologisk institut. Leder af denne WP er IHHA.

WP2 omhandler bestemmelse af D₃-vitamin.

Denne WP opstartes med et litteraturstudie for at undersøge hvilke muligheder der er for analyse. Herefter vil analysen blive indkørt dvs. det testes om analysen kan udføres i laboratoriet på EAMV.

Efter indkøring skal analysen valideres dvs. det testes om analysen giver pålidelige resultater. Efter validering opsættes to forsøg. Det ene for at undersøge den optimale UV-bestrålingstid og det andet for at undersøge hvilken effekt forskellige fedtreduceringsmetoder har på D₃-vitamin indholdet. Leder af WP2 er HSO.

WP3 omhandler øvrige kemiske analyser. Denne indledes også med et litteraturstudie for at se hvilke muligheder der er. Også disse analyser vil blive indkørt og efterfølgende valideret. Leder af WP3 er HSO.

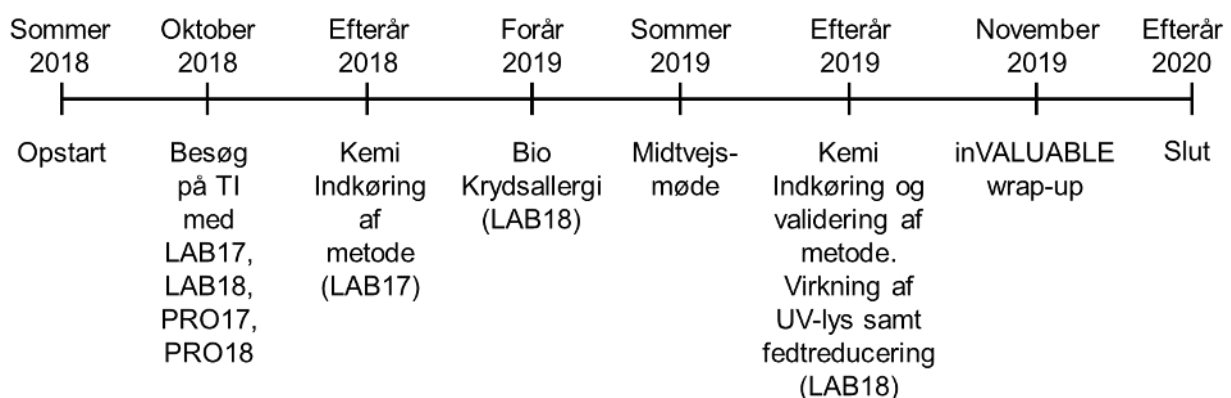
WP4 omhandler studiet af krydsallergi og indledes med et litteraturstudie, hvor det blev bestemt at anvende en såkaldt ELISA (Enzyme-Linked ImmunoSorbent Assay)-metode.

Denne kan bruges til at undersøge, hvorvidt antistoffer kan krydsreagere med antigener (proteiner) fra henholdsvis insekter og skaldyr/husstøvmider.

Derudover afprøves forskellige varmebehandlinger af insektmel, for at undersøge om det kan influere på en eventuel krydsreaktion. Leder af WP4 er IRF.

WP5 omhandler formidling af projektet både eksternt og internt. Ledelsen af denne WP ligger hos IHHA og IRF.

I Figur 2 ses tidslinjen for projektet.



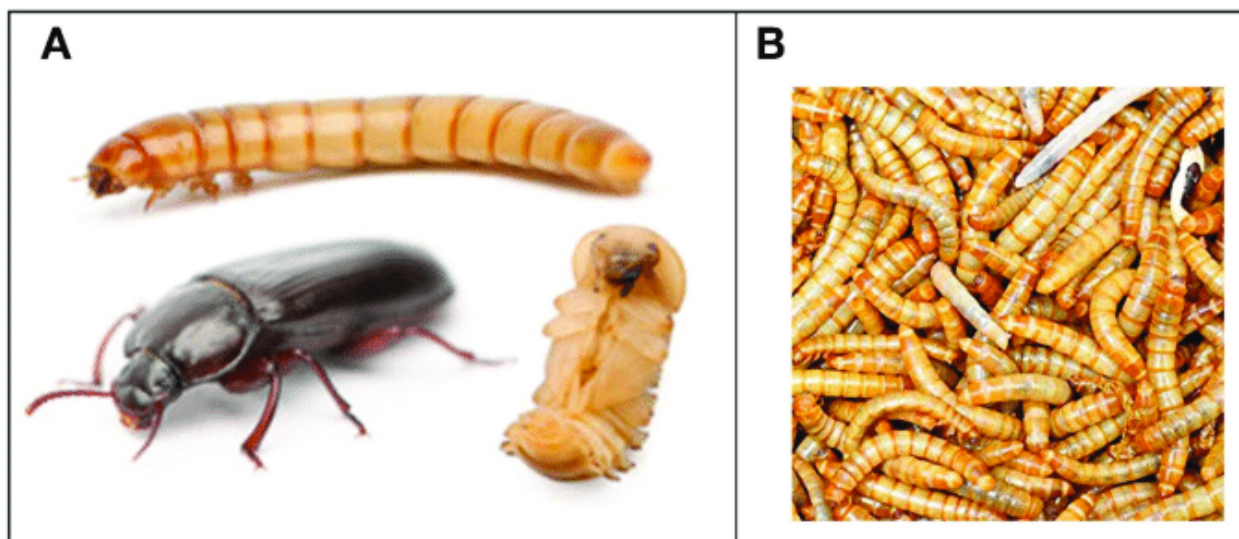
Figur 2: Tidslinjen i projektet

Som det ses i Figur 2 startede projektet op i sommeren 2018 og afsluttes i sommeren 2020.

Det var oprindeligt planen at analyser for krydsallergi skulle være fortsat i foråret 2020, men grundet COVID-19 blev de i første omgang udskudt, og i sidste ende blev det ikke muligt at udføre disse eksperimenter.

Insekter som fødevare

Melorme er larvestadiet til de såkaldte melskrubbe, en art af skyggebiller. Disse insekter har fire livsstadier, nemlig æg, larve, puppe og udvokset (se Figur 3). Der findes flere arter, men i fødevaremæssig sammenhæng er der mest fokus på arten *Tenebrio molitor*, hvorfor denne er anvendt i projektet.



Figur 3: *Tenebrio molitor*. **A.** En larve, en puppe og en udvokset melskrubbe. **B.** Melorme, dvs. larvestadiet. Figuren er modificeret fra (De Loof & Schoofs, 2019)

Melormene kan eksempelvis spises stegte, men ofte fremstilles et pulver som dernæst kan indgå i sammensatte fødevarer.

D-vitamin

Baggrund

D-vitamin er vigtigt for kroppen i forbindelse med optagelse af kalk, som bruges i opbygning og vedligehold af tænder og knogler. D-vitamin fås i store mængder fra solen, men kan også optages gennem kosten bl.a. fede fisk (D vitamin, 2020).

Danskere får generelt for lidt D-vitamin (DTU Fødevareinstituttet, 2020) og derfor er det interessant at undersøge andre muligheder for at øge indtaget af D-vitamin. Undersøgelser har vist at insekter kan være en god kilde til D-vitamin og at UV-bestråling kan øge indholdet.

Formål

Formålet med denne del af projektet er at analysere insektmel baseret på melorme for indhold af D_3 -vitamin. Det er tidligere blevet vist at indholdet af D_3 -vitamin stiger ved UV-bestråling af insekterne (Oonincx, et al., 2018). Dette er også indledningsvis blevet vist af TI.

Metode

Denne del af projektet inddeles i 4 dele:

1. Indkøring af HPLC metode til kvantificering af D_3 -vitamin, herunder også optimering af metoden
2. Validering af ovenstående metode
3. Bestemmelse af effekt af UV-bestråling over tid på D_3 -vitamin indholdet
4. Bestemmelse af effekt af fedtreducering på D_3 -vitamin indholdet

Indkøring af metoden blev forsøgt første gang for 3. semester studerende i efteråret 2018. Underviser havde på forhånd lavet et litteraturstudie for at finde relevante artikler, som kan bruges som forskrifter, til de studerende. Efter første runde af indkøring, hvor 2 forskellige hold arbejdede med det, var der efterfølgende 1 hold som forsøgte med indkøring igen, hvor holdet kørte videre med erfaringerne fra de første to hold. I slutningen af 3. semester har laborantstuderende et længerevarende projektforsøg hvor 2 hold valgte at fordybe sig i D_3 -vitamin analysen. Her blev der bl.a. arbejdet ud fra tidligere erfaringer, men også en Dansk Standard.

Året efter da et nyt 3. semester hold skulle i gang med undervisningen i indkøring var der igen 2 hold der skulle forsøge at indkøre analysen. Da det ene hold ved projektet var kommet ret langt, var der et hold der skulle køre videre med deres erfaringer. Det andet hold arbejdede med en forskrift fra NMKL. Da der var rigtig gode resultater ud fra metoden fra projektet, blev denne efterfølgende forsøgt valideret. Der var stadig udfordringer med metoden og den kunne derfor ikke valideres fuldt ud.

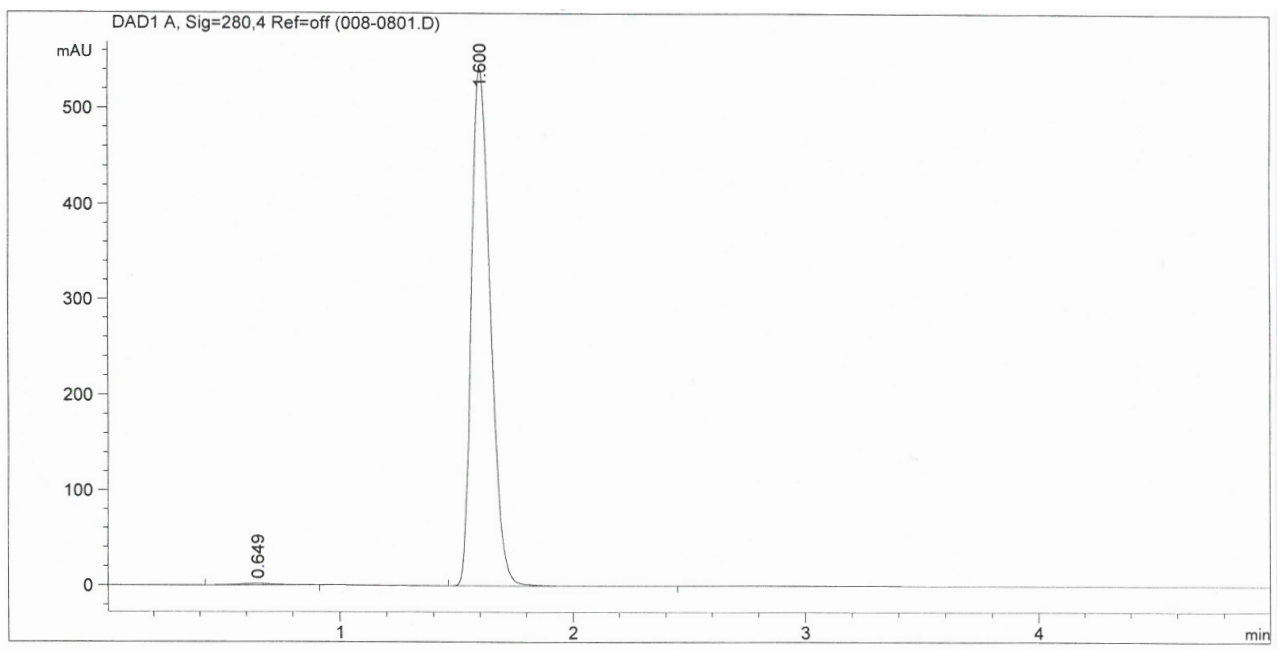
Ved en ny projektperiode var der to hold som ville arbejde videre med metoden. Det ene hold ville undersøge hvor meget UV-bestråling af insekterne der ville være optimalt for indholdet af D_3 -vitamin og det andet hold ville kigge på hvilken effekt en fedtreducering af insektmelet ville have på indholdet af D_3 -vitamin. Da D_3 -vitamin er fedtopløseligt vil der være noget som forsvinder med dele af fedtet, men det var interessant at se hvor meget det var med forskellige fedtreduceringsmetoder.

Resultater

TI opsatte UV-forsøg, hvor melorme blev bestrålet i hhv. 0, 6, 12, 18, 24, 36, 48 og 72 timer. Der var desuden en kontrolgruppe, hvor melormene havde den samme alder som de bestrålede insekter, men ikke blev bestrålet med UV.

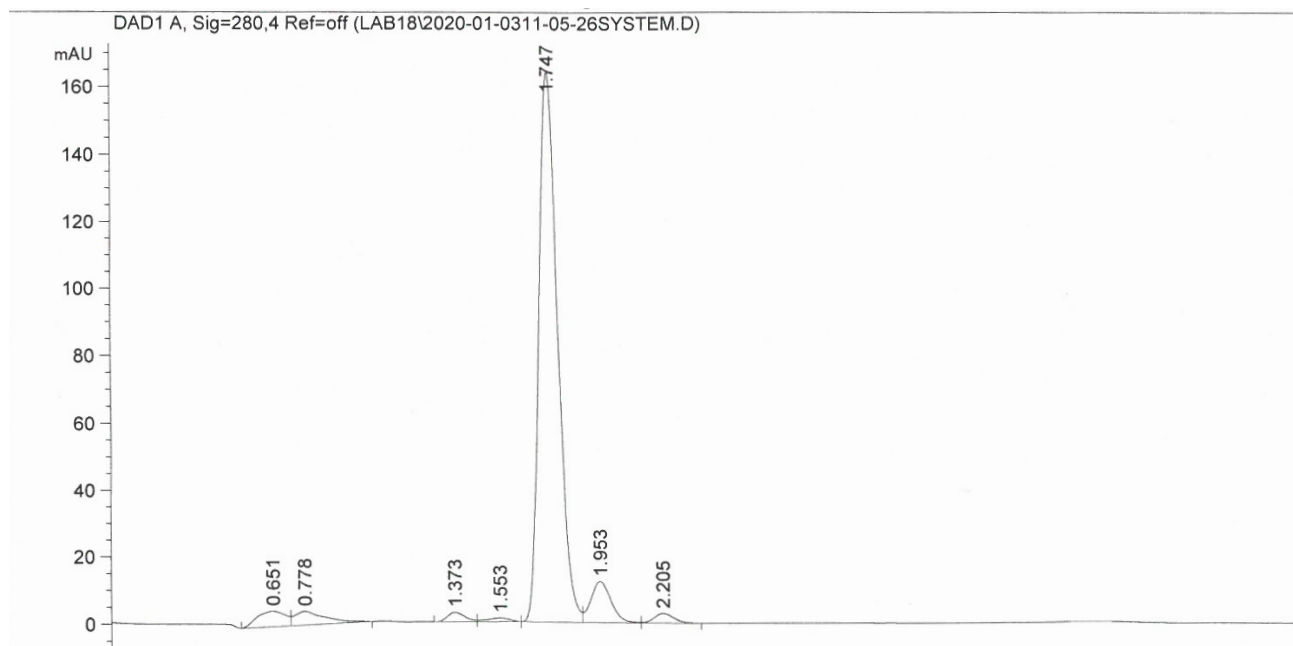
I Figur 4 ses et kromatogram fra analyse af en D_3 -standard på HPLC. Her ses at D_3 -vitamin har en retentionstid på ca. 1,6 minutter. Retentionstiden er en egenskab ved en kemisk forbindelse, der adskiller stoffet fra andre forbindelser under bestemte analysebetingelser. Der fremstilles en standardrække med stigende indhold af D_3 -vitamin og ved analyse af denne række vil arealet tilsvarende blive større og sammenhæng mellem koncentration og areal kan derefter afbildes grafisk.

Herefter vurderes lineariteten og inden for det lineære område kan Lambert-Beers lov bruges. Lambert-Beers lov er et udtryk for sammenhængen mellem koncentration og areal. Derfor anvendes lineær regression til beregning af indholdet af D_3 -vitamin.



Figur 4: Kromatogram fra analyse af en D_3 -standardopløsning.

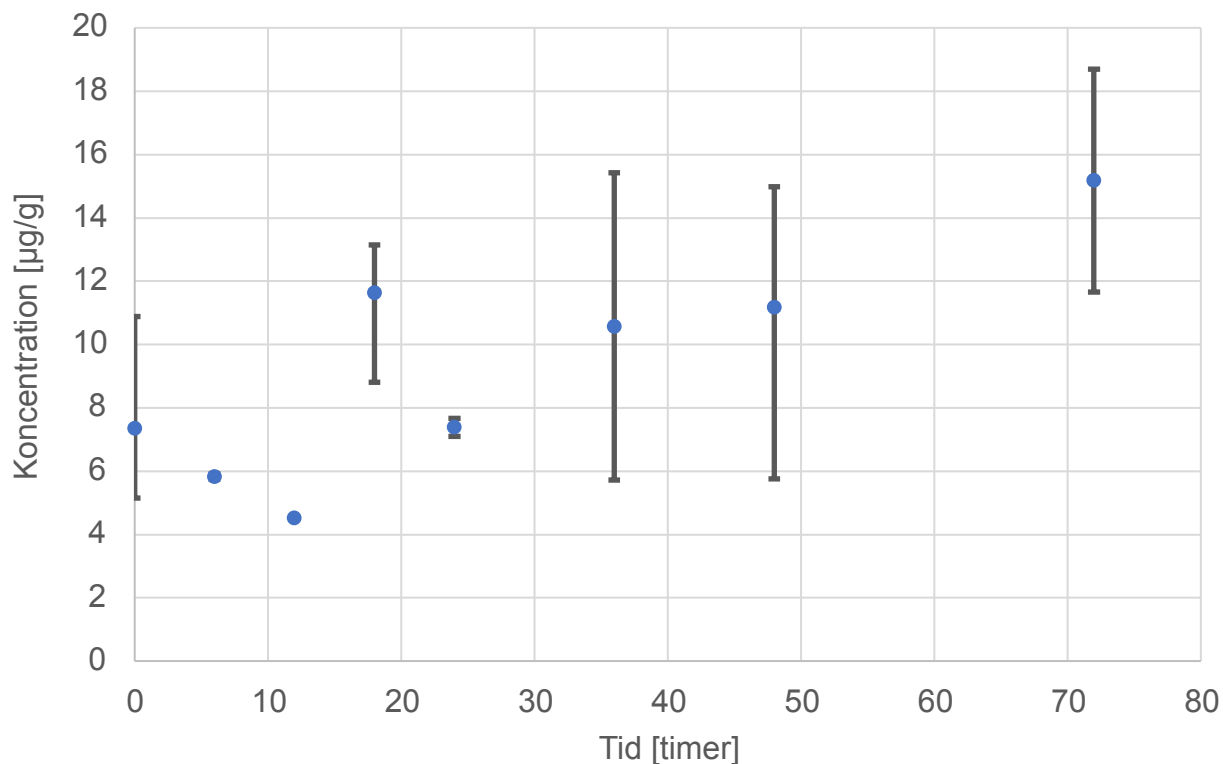
Tilsvarende kan også opnås kromatogrammer ved analyse af insektmel på HPLC. Et eksempel herpå er vist i Figur 5, hvor insekterne har været udsat for UV-belysning i 72 timer. Her ses en top ved 1,7 minutter, som vurderes til at være D_3 -vitamin da det ligger tilstrækkeligt tæt på de 1,6 minutter fra den foregående måling. Arealet for denne aflæses og omregnes til koncentration ud fra regressionslinjen fra standardkurven.



Figur 5: Kromatogram fra analyse af insektmel udsat for UV belysning i 72 timer.

Ved analyse af standardrækken og alle prøverne kan det vurderes hvordan D_3 -vitamin indholdet ændrer sig med stigende UV-bestråling.

Resultatet kan ses i Figur 6. Umiddelbart ses en tendens til stigende indhold af D_3 vitamin, men da der er så stor afvigelse på resultaterne, kan det ikke entydigt afgøres.



Figur 6: Resultat af test for D_3 -vitamin efter UV-bestråling.

Udover test for effekt af UV-bestråling blev det også undersøgt hvilken effekt fedtreducering havde på D_3 -vitamin indholdet. De forskellige fedtreduceringsmetoder var ekstraktion med organisk solvent (enten n-heptan eller diethylether) eller mekanisk ekstraktion i en kuglemølle.

Også disse analyser blev holdt op imod en ubehandlet. Der var desværre for stor usikkerhed i resultatet til at der kunne konkluderes noget.

Flere andre studier har heller ikke kunnet måle D_3 -vitamin indholdet i denne art af insekter, da mængderne var for små (Finke, 2002) & (Finke, 2015). For at kunne bestemme D_3 -vitamin indholdet i melorme skal analysebetingelserne derfor optimeres.

Øvrige kemiske analyser

Formål

Formålet med disse analyser var at opnå yderligere informationer om næringsindholdet i insektmel baseret på melorme.

Metode

Der blev undersøgt for følgende: calcium (ved titrering og AAS analyse), iod (ved måling med en ion-selektiv elektrode), E-vitamin (ved GC-FID), phosphor (ved spektrofotometri), jern (ved spektrofotometri og AAS analyse), fedtsyresammensætning (ved GC-FID).

Resultater

Desværre var der flere analyser som ikke kunne indkøres. Ved dem, der blev indkørt, var det desværre ikke muligt at validere metoderne. Dermed kan vi ikke med sikkerhed sige hvor meget insektmelet indeholder af de forskellige næringsstoffer.

Krydsallergi

Baggrund

Hos personer med allergi har kroppen dannet antistoffer imod såkaldte allergener. Når kroppens antistoffer kommer i kontakt med allergenet, igangsættes en række uønskede effekter, som fører til de allergiske symptomer. Det kan spænde vidt, fra løbende næse og kløe, til astma, eksem og i værste tilfælde livstruende anafylaktisk chok. I forhold til fødevarer ses både systemiske reaktioner og reaktioner der begrænser sig til mave-tarmkanalen, fx opkastninger og diarré.

Nogle af de mest almindelige fødevare-allergener kommer fra æg, mælk, nødder og peanuts, samt skaldyr. Andre allergener stammer fra pollen (fra forskellige græsser og træer), svampesporer fra mugsvampe, og proteiner fra dyrehår, dyreskæl og husstøvmider.

De fleste allergener er proteiner. En allergisk reaktion opstår, når antistoffer specifikt genkender allergenet. Nogle gange findes der andre proteiner, som ligner et allergen så meget, at antistofferne også kommer til at genkende dem. Det er grundlaget for krydsallergi.

Der er forholdsvis få kendte tilfælde af direkte allergi overfor insekter, men til gengæld ved man at nogle insektproteiner ligner kendte allergener fra både skaldyr og husstøvmider. Der er derfor stigende evidens for at indtag af insekter kan give krydsallergiske reaktioner (Verhoeckx, et al., 2014), (Broekman, et al., 2016), (Broekhoven, Bastiaan-Net, Jong, & Wichers, 2016). Det drejer sig bl.a. om proteinet tropomyosin, som findes i lignende udgaver hos såvel skaldyr som husstøvmider og kakerlakker (Wong, Huang, & Lee, 2016). Derudover er lignende udgaver af proteinet arginin kinase også at finde i både skaldyr og flere insekt-arter (Binder, et al., 2001).

Formål

I denne del af projektet ønskes det undersøgt om antistoffer rettet mod henholdsvis skaldyr (rejer), husstøvmider (house dust mites; HDM), tropomyosin eller arginin kinase kan krydsreagere med mel fra melorme. Hvis de kan det, indikerer det at personer med allergi overfor skaldyr eller husstøvmider kan risikere at få allergiske reaktioner ved indtagelse af fødevarer med insektmel, dvs. krydsallergi.

Derudover er formålet at afprøve forskellige varmebehandlinger af insektmelet, for at se om det ændrer på krydsallergien.

Metode

Som det ses af Figur 2, arbejdede en af laborantklasserne med krydsallergi i foråret 2019. Forinden havde underviser og assistent afprøvet analysen, og de studerende optimerede derefter på nogle tekniske aspekter.

Der blev opsat en ELISA for at undersøge om der var krydsreaktion mellem insekterne og forskellige andre allergener. ELISA er en forkortelse for Enzyme-Linked ImmunoSorbent Assay, og det er en analyse, der bruges til at studere antistoffer og deres binding til forskellige proteiner. I analysen anvendtes to kommercielt tilgængelige antistoffer, ét rettet mod tropomyosin og ét rettet mod arginin kinase. I første omgang blev der analyseret for disse antistoffers binding til insektmel (uden varmebehandling), rejer, tropomyosin samt husstøvmider. Dernæst blev forskellige typer varmebehandling af insektmelet afprøvet.

Det var derefter planen at yderligere varmebehandlinger og andre antistoffer skulle være afprøvet i foråret 2020, men grundet COVID-19 blev det ikke muligt at udføre disse eksperimenter.

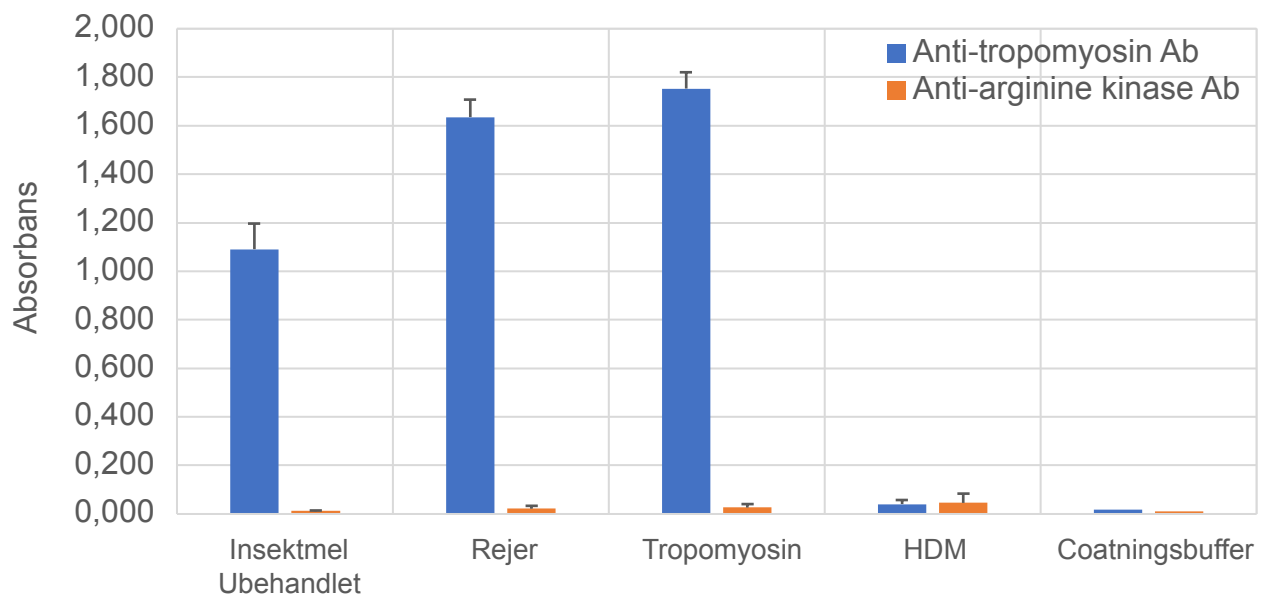
Resultater

De første analyser skulle påvise, om selve den tekniske opsætning af analysen var brugbar.

Som det ses af Figur 7(se næste side), gav anti-arginin kinase antistoffet ikke en målbar binding til nogen af antigenerne. Antistoffet var rejst mod rekombinant arginin kinase fra sort tigerreje (*Penaeus monodon*) og var formodet at skulle krydsreagere med flere skaldyr.

Antistoffet var dog ikke blevet testet ved ELISA-teknikken, men ved en anden immunologisk analysemetode. Det var derfor ikke helt uventet, at antistoffet ikke fungerede, om end ærgerligt.

Anti-tropomyosin antistoffet bandt som ventet kraftigt til tropomyosin og til rejer, men vigtigst af alt også til insektmel. Der var dog ingen krydsreaktion med husstøvmider. Bindingen til coatningsbufferen, den negative kontrol, var som forventet negligibel. Analysen viser altså, at der er en krydsbinding mellem insektmelet og tropomyosin/skaldyr, dvs. der er en risiko for at personer med allergi overfor skaldyr vil udvise krydsallergi overfor fødevarer med insektmel.

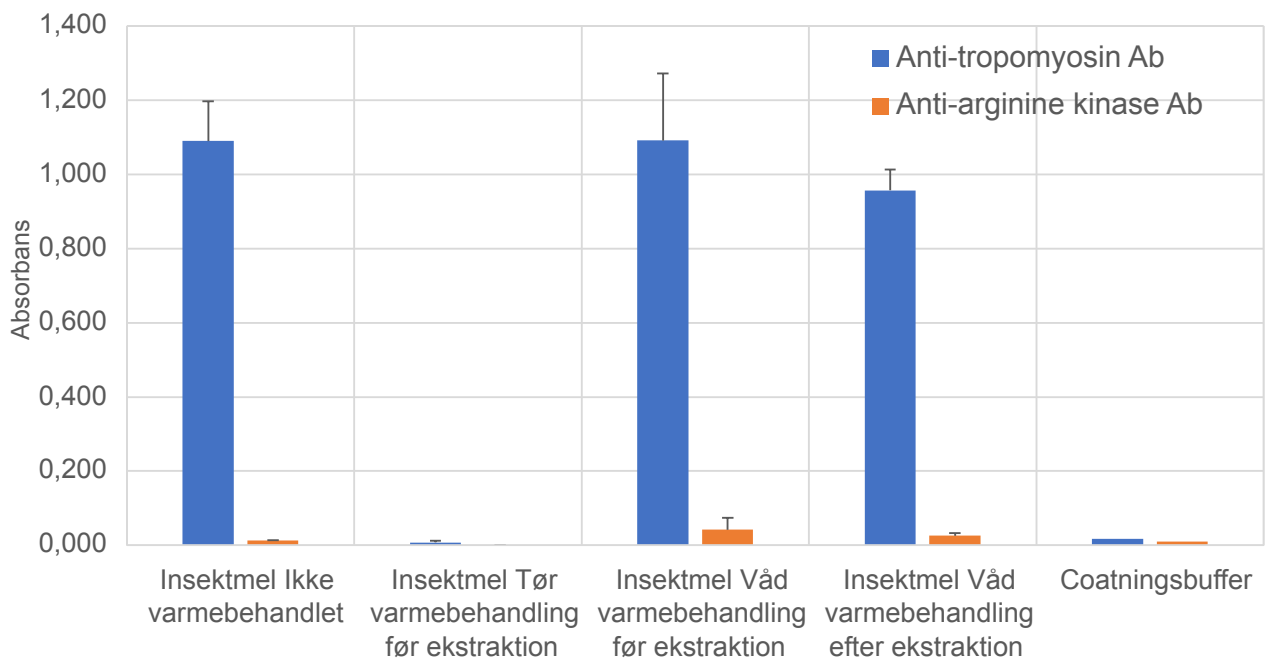


Figur 7. ELISA analyse for krydsbinding af antistoffer mellem forskellige antigener. Ubehandlet insektmel, rejer, tropomyosin, husstøvmider (HDM) samt den negative kontrol coatningsbuffer blev tilsat henholdsvis anti-tropomyosin antistof (vist med blå) eller anti-arginine kinase antistof (vist med orange). Eventuel binding blev påvist af et sekundært antistof. Desto stærkere binding, desto højere absorbans.

Næste spørgsmål var derfor, om forskellige varmebehandlinger af insektmelet kunne fjerne krydsreaktionen. To forskellige typer varmebehandling blev afprøvet: den ene type varmebehandling var en opvarmning til 200°C i en ovn (dvs. en varmebehandling, hvor prøven udsættes for tør varme) i 20 minutter.

Den anden varmebehandling var en opvarmning til 100°C hvor insektmelet er opslemmet i en buffer, (dvs. en varmebehandling, hvor prøven udsættes for "våd" varme altså en kogning) også i 20 minutter. Som led i prøveforberedelsen til ELISA-analysen, blev alle prøver ekstraheret ved at opslemme insektmelet i en buffer og inkubere 15 minutter i et ultralydsbad, efterfulgt af centrifugering for at adskille fast- fra væske-fase.

Denne ekstraktion blev enten udført før eller efter varmebehandlingen.



Figur 8. ELISA analyse for at undersøge effekten af forskellige varmebehandlinger på krydsbinding af antistoffer. Insektmel blev udsat for tør eller våd varmebehandling samt ekstraktion af proteinerne, så undersøgelsen kunne foretages. Bindningen af anti-tropomyosin (blå) og anti-arginine kinase (orange) antistoffer til insektmelet måles som absorbans. De varmebehandlede prøver analyseres parallelt med insektmel, der ikke varmebehandles, og coatningsbufferen som negativ kontrol.

Som det ses af Figur 8 resulterer de "våde" varmebehandlinger ikke i nogen ændring af krydsreaktionen. Til gengæld får den "tørre" varmebehandling krydsreaktionen til helt at forsvinde. Det indikerer at man ved denne varmebehandling kan eliminere krydsreaktion, så det kan blive sikkert for en person med skaldyrsallergi at indtage fødevarer med insektmel uden at udvikle en allergisk reaktion. Det kræver yderligere undersøgelser for at fastlægge, om det også ville gælde for andre insekt-arter end den vi har undersøgt her.

Formidling

Undervejs i projektperioden er projektet blevet formidlet både internt og eksternt.

Internt på EAMV har der været to oplæg om projektet ved "viden og udviklingseftermiddage", som er arrangementer for alle ansatte ved EAMV. Her blev der fortalt om projektets forløb og resultater af IRF og HSO. Det blev desuden italesat hvad vi som undervisere får ud af projektet, men også hvorfor det er godt for de studerende at være med i projektarbejdet.

Eksternt er projektet blevet formidlet af IHHA samt en studerende fra EAMV for HF-studerende. Her var der dels fokus på projektets forløb og resultater, men også hvordan det har været for de studerende at være med i projektet.

Der har løbende været dialog med samarbejdspartnere fra Teknologisk Institut. Derudover har der været afholdt et møde undervejs (sommeren 2019), hvor dels de på det tidspunkt opnåede resultater blev fremlagt men også hvor projektets videre forløb blev aftalt.

Der er hvert halve år blevet udarbejdet delevalueringer for at se hvordan projektet skred frem. Der har været et indlæg om projektet i Danske Erhvervsakademier Årsberetning 2019. Derudover er denne slutevaluering blevet udfærdiget for at formidle den viden vi til sidst har haft i projektet.

Konklusioner og perspektiveringer

Der har været to slags undersøgelser af mel baseret på melorme i dette projekt.

De kemiske analyser skulle undersøge om der var en sammenhæng mellem D₃-vitamin og UV-bestråling samt effekten af fedtreducering på D₃-vitamin indhold. Begge analysers resultater var for varierende til at kunne komme med en endelig konklusion.

Fremadrettet ville det være interessant at optimere yderligere på analysemetoden så den kunne valideres og dermed ville vi kunne opnå mere pålidelige resultater.

Analyser for krydsallergi viste at der er risiko for krydsreaktion mellem mel baseret på melorme og skaldyr. Denne risiko kan dog mindskes ved varmebehandling af insektmelet.

Fremadrettet kunne det være interessant at undersøge krydsreaktionen yderligere.

For at kunne undersøge om krydsreaktionen ville føre til en krydsallergi i mennesker er det nødvendigt at udføre undersøgelser på mennesker med allergi.

Referencer

- Binder, M., Mahler, V., Hayek, B., Sperr, W. R., Schöller, M., Prozell, S., . . . Duchêne, M. (2001). Molecular and Immunological Characterization of Arginine Kinase from the Indianmeal Moth *Plodia interpunctella*, a Novel Cross-Reactive Invertebrate Pan-Allergen. *The Journal of Immunology*, 167(9), s. 5470-5477.
- Broekhoven, S. v., Bastiaan-Net, S., Jong, N. W., & Wichers, H. J. (2016). Influence of processing and in vitro digestion on the allergic cross-reactivity of three mealworm species. *Food Chemistry*, 196, s. 1075-1083.
- Broekman, H., Verhoeckx, K. C., den Hartog Jager, C. F., Kruizinga, A. G., Pronk-Kleinjan, M., Remington, B. C., . . . Knulst, A. C. (2016). Majority of shrimp-allergic patients are allergic to mealworm. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 137(4), s. 1261-1263.
- Brynnig, G., Bækgaard, J. U., & Heckmann, L.-H. L. (2020). Investigation of Consumer Acceptance of Foods Containing Insects and Development of Non-Snack Insect-based Foods. *INDUSTRIAL BIOTECHNOLOGY*, 16(1), s. 26-32.
- D vitamin*. (august 2020). Hentet fra <https://netdoktor.dk/vitaminer/vitamind.htm>
- De Loof, A., & Schoofs, L. (2019). Intraluminal farnesol and farnesal in the mealworm's alimentary canal: An unusual storage site uncovering hidden eukaryote Ca²⁺-homeostasis-dependent "Golgiicrine" activities. *Frontiers in Endocrinology*, 10(885).
- DTU Fødevareinstituttet. (August 2020). Hentet fra Mange danskere tager kosttilskud, selvom få har brug for dem: <https://www.food.dtu.dk/nyheder/2016/03/mange-danskere-tager-kosttilskud-selvom-faa-har-brug-for-dem?id=d45f3442-2613-4295-810d-581626b51f63>
- EAViden. (August 2020). Hentet fra Insekter på middagsbordet: <https://www.eaviden.dk/project/insekter-paa-middagsbordet/>
- Finke, M. (2002). Complete nutrient composition of commercially raised invertebrates used as food for insectivores. *Zoo Biology*, 21(3).
- Finke, M. (2015). Complete nutrient content of four species of commercially available feeder insects fed enhanced diets during growth. *Zoo Biology*, 34(6), s. 554-64.
- Landbrug og Fødevarer. (2017). *Forbruger- og Fødevaretrends 2017*. Landbrug og Fødevarer.
- Landbrug og Fødevarer. (Februar 2019). *Protein er (stadig) helten i danskernes mad og drikke*. Landbrug og Fødevarer.
- Oonincx, D., van Keulen, P., Finke, M., Baines, F., Vermeulen, M., & Bosch, G. (2018). Evidence of vitamin D synthesis in insects exposed to UVb light. *Scientific Reports*, 8, s. 10807.
- PEJ-gruppen. (18. september 2018). *Food + consumer trends 2020-2023*. (L. B. Kongsholm, & C. G. Frederiksen, Udvøende kunstnere) PEJ gruppen, Herning, Region Midt, Danmark.
- van Huis, A. (2020). Insects as food and feed, a new emerging agricultural sector: a review. *Journal of Insects as Food and Feed*, 6(1), s. 27-44.
- van Huis, A. (2020). Nutrition and health of edible insects. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*, 23(3), s. 228-231.
- Verhoeckx, K. C., Broekhoven, S. v., Hartog-Jager, C. F., Gaspari, M., Jong, G. A., Wichers, H. J., . . . Knulst, A. C. (2014). House dust mite (Der p 10) and crustacean allergic patients may react to food containing Yellow mealworm proteins. *Food and Chemical Toxicology*, 65, s. 364-373.
- Wong, L., Huang, C. H., & Lee, B. W. (2016). Shellfish and House Dust Mite Allergies: Is the Link Tropomyosin? *Allergy, asthma & immunology research*, 8(2), s. 101-106.

