



Foto: Wikimedia

Insekt på menuen

Insekter er et muligt bud på en fremtidig alternativ proteinkilde.

Af Sofie Kaas Lannig¹,
Hanne Christine Bertram¹
og Mette Hansen²

¹ Aarhus Universitet, Institut for fødevarer

² Aarhus Universitet, Institut for Folkesundhed

De seneste år har der været en kraftig stigende interesse for at identificere nye proteinkilder, der kan produceres med mindre klimabelastning. Her er insekter også kommet ind i billedet. For at komme helt frem i rampelyset og spille en central rolle i den humane ernæring er det dog helt centralt både at få belyst den ernæringsmæssige værdi af insekter, og hvordan indtagelse af insekter påvirker biokemiske processer i mave-tarm-kanalen.

Det klimavenlige kødalternativ
WHO estimerer, at klodens befolkning i 2050 vil være tæt på 10 milliarder men-

nesker [1] og med denne udvikling følger en naturlig stigning i efterspørgslen af fødevarer, herunder proteinkilder. I den vestlige verden dækkes vores proteinbehov i høj grad fra animalske kilder, herunder kød, fjerkræ og mejeriprodukter [2]. Imidlertid er det et faktum, at produktionen af animalsk protein er forbundet med et større forbrug af ressourcer som jord og vand sammenlignet med plantebaserede proteinkilder [3]. Omvendt, så er den ernæringsmæssige kvalitet af animalske proteiner generelt højere end den ernæringsmæssige kvalitet af plantebaserede proteinkilder, der både kan være udfordret af en ikke optimal aminosyresammensætning og tilstedeværelsen af anti-nutritielle faktorer. Eksempler på anti-nutritielle faktorer er trypsin inhibitorer, glukosinolater, tanniner, fytater og polyfenoler [4-7]. Derfor er der opstået en interesse for alternative animalske proteiner.

Insekter er en animalsk kilde, der typisk har et pænt proteinindhold (40-80 procent) [8], og som kan produceres med et mindre klimaaftryk end de traditionelle animalske proteiner [9-10]. Der har således de seneste år pågået aktiviteter for at kortlægge insekters potentiale og mulighederne for at udvikle en intensiv produktion.

Når vi delvist erstatter kød med insekt

I visse lande, især tropiske lande, er der tradition for at spise insekter, det vi kalder entomofagi. Men da vi i de vestlige lande ikke har denne tradition, må det forudses, at en introduktion af insekter i vores kost skal ske som en delvis erstatning af de proteinkilder, som vi i forvejen baserer vores kost på. Vi har derfor lavet et forskningsstudie, hvor vi erstattede 13 procent af råvaren i en traditionel grisekødspølse med insekt

(figur 1) [11]. Insektkilden, der indgik i pølseproduktet, var *Alphitobius diaperinus*, som er en type af mindre melorm. Baseret på de fremstillede produkter blev der gennemført et rottestudie, hvor en gruppe af rotter blev fodret med det insekt-berigede pølseprodukt, mens en anden gruppe af rotter fik et tilsvarende pølseprodukt fremstillet udelukkende med rent grisekød som råvare. Forsøget havde en varighed på fire uger, og over den samlede periode var der ikke nogen signifikant forskel på, hvor meget foder rotterne spiste eller tilvæksten for de to grupper af rotter. Men når vi med metabolomics analyserede for en bred vifte af forskellige metabolitter i rotternes mave, tarm (både tyndtarm, tyktarm) og blod, viste der sig et billede af, at der er forskel på, hvor effektivt aminosyrerne optages, når proteinkilden enten er en blanding af insekt og grisekød kontra rent grisekød. I tyndtarmen hos rotter fodret med insektberigede produkter var der generelt flere aminosyrer i tyndtarmens indhold, svarende til en forventet mindre optagelse. Samtidig kunne vi konstatere, at nye aromatiske aminosyrederivater var til stede i tyktarmen



Figur 1. Traditionelle kødpølser blev brugt i rottestudiet, hvor 13 procent af kødet blev erstattet med melorm. Pølser med melorm som ingrediens resulterede i et mørkere produkt (højre) end pølsen baseret på rent svinekød som råvare (venstre).

hos rotterne fodret med insektberigede produkter. En af disse aminosyrederivater var 4-hydroxyfenylacetat, der er involveret i tyrosinmetabolismen (figur 2), og som derfor formentlig kan relateres til et højere niveau af tyrosin i tyndtarmen [11]. Vi undersøgte også tarmmikrobiomet, og også her kunne vi observere en effekt af insektberigelsen, der særligt ændrede diversiteten af tarmmikrobiomet [11].

Proteinkvalitet

Ud over rotteforsøg, har vi også undersøgt den ernæringsmæssige værdi af insekt i et akut interventionsstudie med

unge, raske mænd. Forsøgspersonerne indtog enten en proteindrik baseret på enten insekt, soja eller mælkeprotein (valle) [12]. Når vi efterfølgende analyserede koncentrationen af aminosyrer i blodprøver opsamlet i op til tre timer efter indtag af de forskellige proteinkilder, kunne vi konstatere, at optagelsen af aminosyrer fra insekt var lavere og langsommere end for mælkeprotein. Det interessante var derfor at undersøge, hvilket betydning det havde for musklerne, at udbuddet af aminosyrer fra blodet var forskelligt afhængig af proteindriksen, der var indtaget.

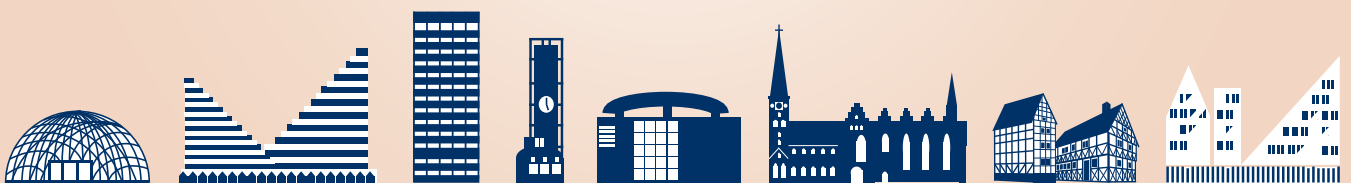
Særligt hos småtspisende og ældre med risiko for aldersbetinget muskelmassesvind, såkaldt sarkopeni, er det afgørende, at proteinindtag også kan stimulere opbygningen af nye muskelproteiner. Så for ydermere at kortlægge om forskel i omfang og hastighed af aminosyreoptag mellem proteinkilderne havde betydning for proteinkildernes potentiale til at igangsætte opbygningen af nye muskelproteiner, gennemførte vi et større studie på 50 unge raske mænd. Mændene blev opdelt i tre grupper, der efter at have indtaget 0,25 gram protein

LabDays 2023

- trade fair for laboratory technology

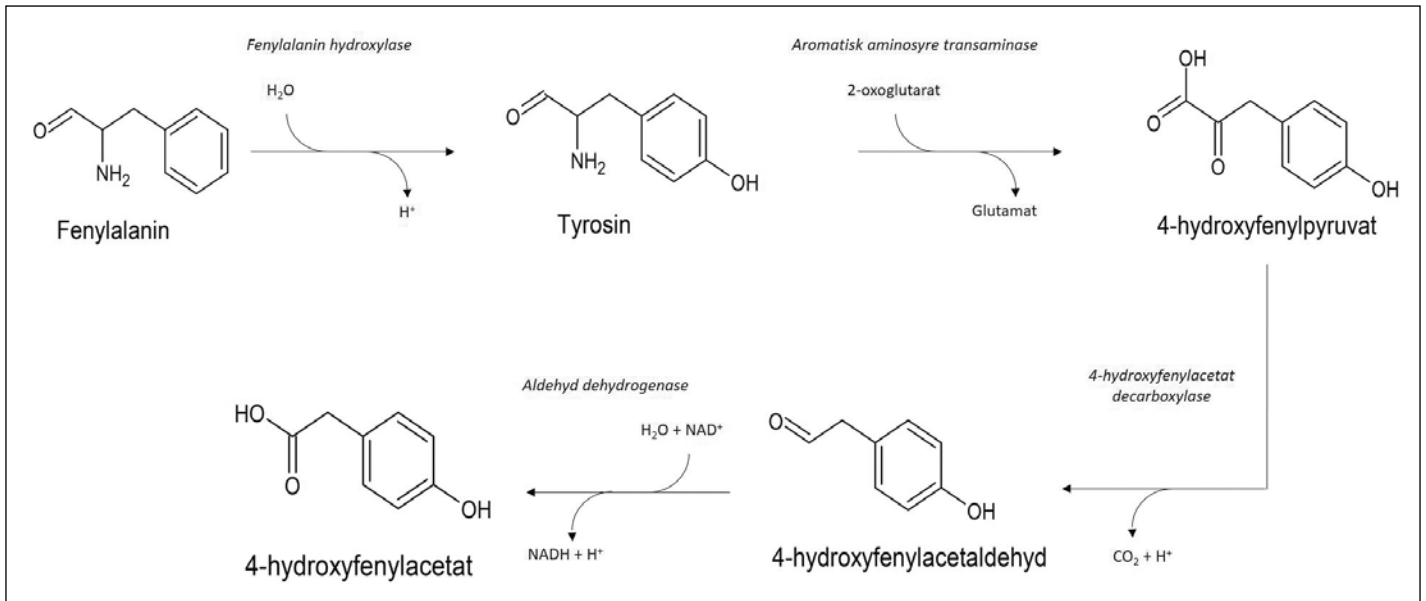
AARHUS 13 - 14 SEPTEMBER

Be inspired – FREE to attend
Two days of inspiration, networking,
and products you can touch



▶ PRINT FREE
ENTRANCE CARD

labdays.dk



Figur 2. Reaktionsvej, der først omdanner fenylalanin til tyrosin og med 4-hydroxyfenylacetat som slutprodukt.

per kilo fedtfri masse af enten insekt (græshopper), ært eller mælkeprotein, fik udtaget muskeltvævsprøver fra lår-musklen i begge ben. Det ene ben var blevet udsat for et styrketræningspas, inden de fik proteindrik, mens det andet ben havde hvilet.

Ideen bag dette var at undersøge, i hvor høj grad de forskellige proteindrikke understøttede træningsinduceret muskeltvækst. Muskeltvævet analyserede vi for ekspresion af proteiner, der er involveret i at regulere muskelproteinsyntese via den såkaldte mTORC signaleringsvej. Dette blev gjort på biopsier fra

begge lår på forsøgspersonerne, hvor det ene ben blev udsat for et styrketræningspas, mens det andet ben forblev i hvile. Vores analyser viste, at protein generelt stimulerede signalvejen relateret til opbygning af nye muskelproteiner, og proteinindtag kombineret med et styrketræningspas var en endnu mere effektiv stimulus [13]. Derimod kunne der ikke påvises nogen forskel i effekt mellem proteinkilderne i forhold til stimulering af signalproteinerne i musklerne. Dette kan måske forklares ved, at den indtagne proteindosis (~15 gram protein) for alle proteinkilder var tilstrækkelig til at aktivere signalproteinerne involveret i opbygning af muskelproteiner [13].

Med mange nye initiativer omkring alternative proteinkilder, er vi godt på vej til at definere og udvikle nye proteinkilder, der kan bruges som fødevarer. Vores resultater understreger, at når den ernærings- og sundhedsmæssige værdi skal vurderes, er det vigtigt, at vi ikke kun betragter indholdet og sammensætningen af aminosyrer. Indsigt i biotilgængelighed, optagelse, biokemiske processer i tarmen samt afledte effekter på tarmmikrobiomet bør indgå i vurderingen af fremtidens proteinkilder.

E-mail:

Hanne Christine Bertram:
hannec.bertram@food.au.dk

Referencer

1. FN-rapport: The World Population Prospects 2019 (<https://www.un.org/development/desa/en/news/population/world-population-prospects-2019.html>).
2. DTU Fødevareinstituttet: De nationale kostundersøgelser (www.food.dtu.dk/publikationer/ernaering-og-kostvaner/de_nationale_kostundersoegelser).

3. H.C.J. Godfray et al. (2018) Meat consumption, health, and the environment, *Science*, 20, 361.
4. G.S. Gilani et al. (2005) Effects of antinutritional factors on protein digestibility and amino acid availability in foods. *J. AOAC Int.* 88, 967-987.
5. G.S. Gilani et al. (2012) Impact of antinutritional factors in food proteins on the digestibility of protein and the bioavailability of amino acids and on protein quality. *Br. J. Nutr.* 108, 315-332.
6. G.J. McDougall et al. (2008) Current developments on the inhibitory effects of berry polyphenols on digestive enzymes. *BioFactors* 34, 73-80.
7. M. Stojadinovic et al. (2013) Binding affinity between dietary polyphenols and β -lactoglobulin negatively correlates with the protein susceptibility to digestion and total antioxidant activity of complexes formed. *Food Chem.* 136, 1263-1271.
8. T.A. Churchward-Venne et al. (2017) Consideration of insects as a source of dietary protein for human consumption. *Nutr. Rev.* 75, 1035-1045.
9. D.G. Ooninx et al. (2010) An exploration on greenhouse gas and ammonia production by insect species suitable for animal or human consumption, *PLoS One*, 5: e14445.
10. A. van Huis (2013). Potential of Insects as Food and Feed in Assuring Food Security, *Ann Rev Entomology*, 58, 563-583.
11. S.K. Laang et al. (2021). Partial Substitution of Meat with Insect (*Alphitobius diaperinus*) in a Carnivore Diet Changes the Gut Microbiome and Metabolome of Healthy Rats. *Foods*, 10, 1814. doi.org/10.3390/foods10081814.
12. M.T. Vangsoe et al. (2018). Ingestion of Insect Protein Isolate Enhances Blood Amino Acid Concentrations Similar to Soy Protein in A Human Trial. *Nutrients*, 10, article no 1357.
13. S.K. Laang et al. (2022). Influence of protein source (whey, pea, cricket) on amino acids bioaccessibility and activation of the mTORC signaling pathway after exercise in healthy young males. *Eur. J. Nutrition*, doi.org/10.1007/s00394-022-03071-y.

Metabolomics er studiet af kemiske processer, der involverer metabolitter, som enten indgår i, eller er, slutprodukter i den cellulære metabolisme. Metabolomics kan også betragtes som et metodisk studie af det unikke kemiske fingeraftryk, som en specifik proces efterlader sig. De samlede metabolitter i en biologisk enhed som for eksempel en celle, et organ eller en organisme kan betegnes som dennes/dets metabolom. Metabolomics giver således et overbliksbillede af det biologiske systems biokemiske processer. Ofte foretages metabolomics analyser på prøver udtaget fra et biologisk system. Til analyse kan bruges i forskellige metoder, hvor kernemagnetisk resonans spektroskopi (NMR) og massespektroskopi er de mest udbredte.