



NÅR KOSTEN KUN BESTÅR AF DYR

Foto: Aviaja Lyberth Hauptmann

Om forfatterne



Aviaja Lyberth Hauptmann er uddannet biolog fra Københavns Universitet og har en ph.d. i metagenomics fra Danmarks Tekniske Universitet.

I dag er hun ansat ved Grønlands Universitet i sine fødeby Nuuk, hvor hun leder projekterne Den Grønlandske Kostrevolution og det helt nye projekt UMAMI: the Unusual Microbiomes And Metabolites of Inuit foods i samarbejde med Københavns Universitet og University of California Davis. Aviaja er desuden aktiv blogger og debattør. alha@uni.gl



Dennis Sandris Nielsen er uddannet cand. technol fra Den Kongelige Veterinære og Landbohøjskole og har en ph.d. i fødevare-mikrobiologi fra samme institution. Han er i dag professor (MSO) ved Institut for Fødevarevidenskab, Københavns Universitet, hvor han dels forsker i sammenhængen mellem kost, tarmmikrobiom og sundhed, dels i fødevarefermentering i (næsten) alle dele af verden. dn@food.ku.dk

Grønlændernes kost har traditionelt været 100% animalsk, hvilket slet ikke passer med nutidens forestillinger om, at en sund kost skal være plantebaseret. Forskningen giver nu indsigt i, hvordan madens mikrobiologi er afgørende for, at man kan overleve og ligefrem trives på en animalsk kost.

Ien tid, hvor en plante-baseret kost repræsenteres af Arnold Schwarzenegger, og hvor klimaet og vores klodes ve og vel er øverst på dagsordenen, taler man efterhånden sjældent åbent om de positive sider af en animalsk kost i det offentlige debat-rum.

Men for en befolkning som den grønlandske, hvis oprindelige kost var næsten 100% animalsk, er det vigtigt, at der fortsat er plads til den diskussion.

Det er baggrunden for forskningsprojektet *Den Grønlandske Kostrevolution*, som søger at forstå den grønlandske kost gennem madens

mikrobiologi. Hvad er de positive sider ved den grønlandske kost? Hvordan har man kunnet overleve på en kost stort set uden planter og fibre? Det er nogle af de centrale spørgsmål, vi søger svar på i forskningsprojektet.

Kostens mikroorganismer

I starten af 2020 udkom de to første artikler fra projektet. Den ene artikel handler om mikrobiomet på traditionelt tørret fisk fra Grønland, som sammenlignes med industrielt tørrede fisk. Den vigtigste hypotese i tørfisk-projektet er, at der er forskel på, hvilke mikroorganismer du indtager med dine tørfisk, hvis du spiser naturligt tørrede fisk

frem for industrielt tørrede fisk. Den væsentligste forskel mellem den oprindelige grønlandske kost og nutidens kost er nemlig, at traditionel grønlandsk mad ikke er industrielt produceret. Derfor er der stor forskel på, om du taler om en grønlandsk animalsk kost eller en dansk animalsk kost med dens tre-stjernede salami og leverpostej.

I tørfisk-studiet sammenlignede vi tre forskellige fisk, navnlig torsk, fjordtorsk og lodder. Lodden er en lille fisk, på grønlandsk kaldet *ammassak*, som tørres og spises hel. Torsk og fjordtorsk tørres i modsætning til lodden som fileter.

Lodder og den grønlandske kost

I mange år har kostenbefalingerne i Grønland været de samme som i Danmark. Det betyder blandt andet, at børn i Grønland har fået at vide, at de skal drikke godt med mælk for at dække deres indtag af calcium. Desværre er rigtig mange Inuit laktoseintolerante, hvilket kostenbefalingerne ikke har taget hensyn til. Men man kan faktisk dække sit calciumbehov fra fisk, hvis man spiser dem med ben, sådan som man ofte gør med tørrede lodder. En hurtig beregning viser, at du skal spise cirka 7-8 hele tørrede lodder, for at dække dit dagligt anbefalede indtag af calcium. Det er tilsyneladende ikke noget problem. Ifølge Alfred Berthelsen, der var læge i Grønland i starten af 1900-tallet, kunne en familie på fire bestående af mor, far og to børn på henholdsvis 4 og 7 år indtage knap 10 kilo (9988 gram) tørrede lodder på 14 dage. Det viser, hvor vigtig denne fisk har været for overlevelsen i Grønland i tider med mangel på frisk fangst.

Den oprindelige grønlandske kost har fascineret rejsende til Grønland i mange år. I 1908 rejste August Krogh og hans kone Marie Krogh til Grønland for at udføre eksperimenter, der skulle give dem en bedre forståelse for, hvordan man kunne spise så store mængder kød, som de havde hørt, at grønlanderne kunne. Ifølge deres observationer spiste de lokale i snit knapt et kilo sælkød om dagen og kun cirka 61 gram frugt og grønt fordelt på 55 gram bær og 6 gram bønner, hvoraf bønnerne var importerede. Før koloniseringen var der endnu færre planter i den grønlandske kost. I Østgrønland bestod op mod 98% af kosten af animalske produkter, før man havde adgang til importerede varer. Kosten har dog ændret sig markant på kort tid. Fra 1936 til 1988 kunne man observere et forøget indtag af kulhydrater på 700% for en gennemsnitlig ung grønlandsk mand.

Kilder: P. Helms, Tidsskriftet Grønland 1986 no. 5 samt P. Helms, Atuisoq 1988 no. 4, 7-8



Fotos: Aviaja Lyberth Hauptmann

Lodde/ammassak (*Mallotus villosus*).



Torskefileter til tørring. Vi undersøgte bl.a. om det betyder noget, om det sorte væv fra maven (ses på filet til venstre) tørres med, da det hører til den traditionelle praksis at fjerne det sorte væv.

Torsk og lodde blev tørret med forskellige traditionelle metoder og sammenlignet med industrielt tørrede torsk og lodder. Studiets resultater viste tydeligt, at der er forskel på, hvilke mikroorganismer der er på naturligt tørrede lodder sammenlignet med industrielt tørrede lodder.

Hvorfor er det vigtigt? Det er det, fordi vi i dag i højere og højere grad anerkender, at de mikroorganismer, vi har i tarmsystemet, er centrale for vores sundhed og velbefindende. Derfor er det også vigtigt at forstå, hvilke mikroorganismer og metabolitter produceret af disse mikroorganismer vi forsyner vores tarme med. Mad, der har en høj

grad af industriel forarbejdning, mistænkes for at skabe ubalance i vores tarmes økosystemer. Måske gavner det at forsyne tarmene med en diversitet af mikroorganismer fra naturen, der kan give input til nye organismer og nye gener i tarmene? Det ved vi endnu ikke, men nu kan vi i hvert fald med sikkerhed sige, at selv en meget let grad af industriel forarbejdning af tørrede lodder giver et anderledes aftryk af mikroorganismer end den traditionelle grønlandske tørring af lodder i naturen.

Vigtigt at inddrage lokal viden

Tørfisk-studiet ledte også til en spændende erkendelse om samspillet mellem naturvidenskab og

kultur. Vi havde fået tilsendt nogle helt særlige tørrede lodder fra Disko-øen ud for Grønlands vestkyst. Disse tørrede lodder er selvtørrede lodder, som i løbet af sommeren skyller op på stranden og ligger og tørrer spontant i strandkanten. Vi fik at vide af en lokal fra Disko, at disse er de bedste tørrede lodder. De smager bedre end andre slags tørrede lodder, som ofte hænges til tørre på huse eller lægges til tørre på jorden. Derfor var det interessant at opdage, at de mikroorganismer, som karakteriserede lige netop de spontant tørrede lodder, blandt andet var mælkesyrebakterier og propionsyrebakterier, en kombination velkendt fra osteindustrien. Disse

Mikrobiom

Et mikrobiom er den samlede pulje af mikroorganismer i et givent miljø eller en given prøve. Miljøet kan være alt fra en jordprøve til regnskoven, vores tarme, hud eller øregange. Et mikrobiom består oftest af millioner af mikroorganismer og kan indeholde over tusinde forskellige typer af organismer. Da man ikke kan undersøge hver enkelt celle eller type af mikroorganisme i et mikrobiom, ser vi på mikrobiomer gennem DNA fra mikroorganismene. DNA'et fra et mikrobiom kaldes ofte et metagenom. Et metagenom kan fortælle os, hvilke typer af mikroorganismer der er i en prøve og i nogle tilfælde også, hvad de er i stand til at gøre.

mikroorganismer er med stor sandsynlighed med til at give de spontant tørrede lodder deres karakteristiske smag. Denne opdagelse har givet os en erkendelse af, at det har stor værdi at have en forståelse for lokal madkultur og inddrage lokale i tæt samarbejde, når man arbejder med fødevarer, også selvom det er fra en naturvidenskabelig vinkel.

På ældgamle jagtmarker

*Den Grønlandske Kostrevolution*s andet projekt handler om jagt-mikrobiomet. I Grønland består en stor del af kosten af havpattedyr, og derfor er jagt ofte synonym med sælragt eller hvalragt. Men man har også i Grønland en tusindårig tradition for landbaseret jagt på rensdyr og moskusokser. For at få et indblik i den mad, som kommer ud af denne tusind år gamle jagttradition, var vi med på rensdyr- og moskusjagt i sommeren 2017. Jagten foregik i de ældgamle jagtmarker ved Angu-jaartorfik, som ligger i nærheden af

Grønlands internationale lufthavn i Kangerlussuaq (Søndre Strømfjord).

Den traditionelle jagt i dette område indbefatter en cirka 15 km lang vandretur op i landskabet, hvor man ender på toppen af Akullinnguit med udsigt til indlandsisen. Vandreturen byder på mange møder med den arktiske flora og fauna, inklusiv kødædende planter ved søerne i det høje land, polarræve, harer, ryer og ikke mindst moskusokser og rensdyr, hvis man er heldig. Herinde, 15 km fra lejren, smager dyrene bedre. Det betyder dog også, at man skal bære de skudte dyr 15 km hjem til lejren, og det er lidt af en fysisk og psykisk udfordring, der dog er det hele værd. Når man har oplevet, hvilke fysiske og psykiske ressourcer der er lagt i et stykke tørret rensdyr eller en varm moskussuppe, så værdsætter man maden på et helt andet plan, end man gør, når man har hentet den i køledisken.

Naturen bidrager med variation i mikrobiomet

Resultaterne fra studiet var bestemt også strabadserne værd. Vi tog prøver til mikrobiombestemmelse og målte vandaktivitet gennem tørringsprocessen, som omfatter udskæring af kødet i tynde stykker, som herefter lægges ud på store grønne net.

I løbet af de 6 dage, hvor kødet blev fulgt, var dagstemperaturerne helt op på over 20 grader med lav luftfugtighed. Helt perfekt vejr til camping, jagt og kødtørring. Vandaktivitetsmålingerne viste, at vandaktiviteten i det tørrede kød hurtigt kom under det niveau, som mikroorganismer som bakterier og svampe kræver for at være aktive. På den måde kan det konkluderes, at denne traditionelle tørringsmetode er ganske effektiv.

Resultaterne fra studiet viser, at mad lavet i naturen har en variabel sammensætning af mikroorganismer på overfladen, der er uafhængig af arten af dyr, som kødet kommer fra, og uafhængig af tørringsperioden (så længe det ikke går alt for langsomt). Naturen er altså kilde til et variabelt mikrobiom på kød tørret i naturen. Det ligger helt i tråd med resultaterne fra tørfisk-studiet, som viste, at selv en let grad af industriel forarbejdning kan ensrette mikrobiomet således, at der er en simplere sammensætning af mikroorganismer på vores fødevarer. Men formålet med industriel forarbejdning er jo netop også blandt andet at sikre en høj fødevarerhygiejne. Jagt-studiet supplerer ved at vise, at naturen bidrager med en stor variation af mikroorganismer til mad lavet i naturen. Når vi vælger at spise industrielt fremstillet mad fravælger vi således også de potentielt gavnlige effekter af at indtage en variation af naturlige mikroorganismer.

Hvad rensdyrets mave fortæller

I sidste ende hænger alt dette sammen med en større diskussion af, hvordan vores moderne livsstil er med til at forme vores tarmes økosystemer i forskellige gode og dårlige retninger. Jagt-studiet

Maveindholdet på rensdyr kan opfattes som grønlandske grøntsager. Polarforskeren Kaj Birket-Smith beskrev i bogen *Eskimoerne* fra 1971 plantedelen af Inuits kost således: »Plantelivet er for fattigt til at yde noget stort bidrag til kosten, og selv en af de mest yndede slags "grøntsager" fås så at sige via dyreverdenen, nemlig det gærede let syrlige indhold af renens vom, der alle vegne anses for en store delikatesse.«



Foto: Aviaja Lyberth Hauptmann



Foto: Aviaja Lyberth Hauptmann

Tørring af moskuskød

gav også indsigt i et andet vigtigt aspekt af denne diskussion.

Før i tiden spiste man maveindholdet på rensdyr, og nogle gør det stadig den dag i dag. I maven på rensdyr fandt vi en meget høj diversitet af en bestemt type bakterier, nemlig *Prevotella*. Helt præcis 71 forskellige varianter af denne type bakterie var der i maven på rensdyret. Det gav anledning til en interessant overvejelse. *Prevotella* i menneskets tarme har været sat i forbindelse med en plante-rig kost hos oprindelige folk, da denne type bakterier ofte er gode til at nedbryde fibre fra planter, som mennesket ikke selv kan nedbryde. Det har været med til at skabe en ide om, at en planterig kost er godt for vores tarmes økosystemer, da man har observeret sundere tarm-økosystemer hos disse oprindelige befolkninger sammenlignet med europæiske befolkninger. Samtidig ved man, at nedbrydning af planter i vores tarme er med til at skabe biprodukter, der er sunde for tarmsystemet. Men hvad så med den grønlandske befolkning, som ikke har spist planter?

Feltlaboratorium

I projektet *Den Grønlandske Kostrevolution* har vi taget mikrobiologiske prøver og målt vandaktivitet i forskellige typer af grønlandsk mad. De mikrobiologiske prøver blev taget med en steril vatpind, som blev strøget over et cirka 10x10cm stykke mad, hvorefter spidsen af vatpinden lægges ned i et plastikrør med en væske, der holder DNA og RNA intakt, indtil prøven skal analyseres. Vandaktivitet er en af de faktorer, der bestemmer vækstbetingelser for mikroorganismer. Vandaktivitet er ikke det samme som vandindhold, men er et mere præcist mål for, i hvor høj grad vandet i et givent miljø er tilgængelig for levende celler. Hvis en fødevarer har en vandaktivitet (a_w) på under 0,60, vil mikroorganismer inklusive bakterier og svampe ikke kunne gro på denne fødevarer. En lav vandaktivitet slår dog ikke organismerne ihjel, men forhindrer yderligere vækst.

I vores studier har vi undersøgt mikroorganismene gennem deres DNA, hvilket giver et mål for samtlige mikroorganismer på overfladen af madden, både levende og døde. Hvis man vil vide, hvilke mikroorganismer, der er aktive, skal man se på RNA frem for DNA. Derfor kan vi ikke med sikkerhed sige, at de mikroorganismer, vi observerer er levende. Næste skridt vil være at lave en nøjere vurdering af, om der er forskel på, hvilke mikroorganismer der overlever tørringsprocessen.



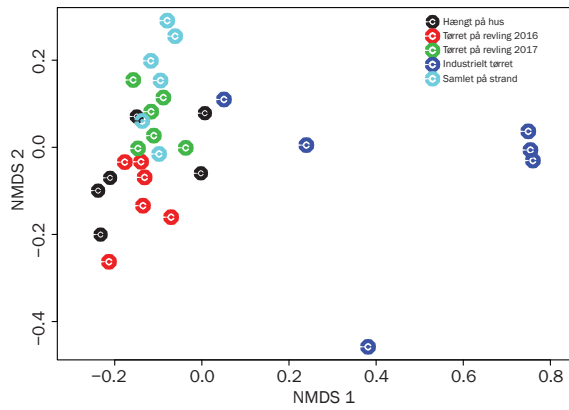
Foto: Aviaja Lyberth Hauptmann

Mikrobiologisk prøvetagning

Mere om projekterne:
Læs mere om forskning i Grønlandsk mad og mikrobiomer på www.agreenisland.com og lyt med på diverse podcasts om projektet her: nordicfoodtech.io

Projekterne Den Grønlandske Kostrevolution og UMAMI kan følges på Instagram @agreenisland. Den Grønlandske Kostrevolution er også med-initiativtager til Meaty Monday, der er et SoMe-initiativ, som præsenterer en nuancering af debatten omkring en animalsk kost fra et grønlandsk perspektiv. Følg initiativet på @meaty_monday på Instagram.

Aviaja L. Hauptmann et.al.: *Microbiota in foods from Inuit traditional hunting*. PLOS.One January 14, 2020. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0227819>



Hvor forskellige er prøverne fra hinanden? Hver prøve resulterer i en liste over antallet af mange forskellige mikroorganismer i denne prøve. Når man skal sammenligne mange prøver, hver især med mange forskellige antal mikroorganismer, kan det være svært at få et overblik. Med metoden Nonmetric Multidimensional Scaling (NMDS) er det muligt at repræsentere data i mange dimensioner. Denne figur viser i to dimensioner forskellen mellem de forskellige lodde-prøver. Figuren viser, at prøver fra industrielt tørrede lodde (mørkeblå) er forskellige fra de traditionelt tørrede prøver (alle de andre farver).

Nu forholder det sig sådan, at vores tarmes økosystem tilpasser sig. Hvis du spiser masser af planter, vil der opstå et økosystem i tarmene, som er velegnet til at nedbryde planter. Hvis du ikke spiser planter, vil de mikroorganismer, der er vilde med planter, forsvinde, da de ikke har noget at leve af. Derfor ville det heller ikke have givet mening, hvis

man for 200 år siden havde fortalt grønlænderne, at fuldkorn er sundt, for de ville ikke have kunnet få det samme ud af fuldkornenes gode fibre, som en befolkning med et højt indtag af planter.

Det spændende ved at opdage *Prevotella* i maven på et rensdyr er, at det viser, at grønlænderne har haft

en anden kilde til de sunde biprodukter fra plantenedbrydning, selvom de ikke selv spiste mange planter og derfor ikke havde de fornødne mikroorganismer i tarmene. Derfor finder man en af nøglerne til, hvordan man har kunne overleve og trives på en animalsk kost i maven på rensdyret.

Mange perspektiver på sund mad

Den viden, vi har opnået i projektet, viser, at der er mange ofte usete perspektiver på sund og bæredygtig kost. Vi hører tit og ofte, at den, der spiser med omtanke, spiser planter. Det er godt for både mennesker, dyr og planeten. Det er også sandt, men det er ikke hele sandheden. Mennesker, dyr og planter får det ikke bedre af, at vi alle bliver Oreo-spisende veganere. Samtidig er der steder på jorden, hvor befolkninger spiser dyr med stor respekt for dyr, natur, miljø og sundhed.

Næste skridt er et stort projekt om grønlandernes tarm-økosystemer, hvor vi blandt andet kommer til at undersøge, hvordan traditionel versus importeret mad påvirker disse økosystemer. ■

Ny viden om antistof

Endnu et skridt på den lange vej mod afklare, om der er forskel på egenskaberne af antistof og almindeligt stof er taget. Forskningskonsortiet ALPHA ved CERN, der er ledet af Jeffrey Hangst, Aarhus Universitet har studeret det såkaldte lamb-skifte i antihydrogen, som er forskellen i energi på to tilstande kaldet henholdsvis $2S_{1/2}$ og $2P_{1/2}$. Disse tilstande refererer til energien for en elektron, der befinder sig i den anden mulige bane omkring hydrogenkernen med henholdsvis en s- og en p-orbital. Det interessante ved lamb-skiftet er, at der ifølge fysikkens teorier fra 1930'erne ikke skulle være forskel på disse to tilstande, men i 1947

viste fysikeren Willis Lamb, at det var der, hvilket var en vigtig begivenhed i den moderne fysik, idet det inspirerede andre fysikere til at udvikle den såkaldte kvante-elektrodynamik.



Foto fra Alpha-eksperimentet ved CERN. Foto: CERN

Tidligere har Alpha-eksperimentet bestemt forskellen mellem grundtilstanden kaldet 1S og den exciterede tilstand 2S i antihydrogen og fundet, at der indenfor usikkerheden ikke var nogen forskel til almindelig hydrogen. Ifølge teorien vil der heller ikke være forskel på lamb-skiftet i antihydrogen og hydrogen, og det nye studium finder da også, at deres præcisionsmålinger af lamb-skiftet i antihydrogen er i overensstemmelse med teorien.

Sammenligningerne af egenskaberne af stof og antistof er afgørende for at forstå, hvorfor universet i dag ser ud, som det gør. Ved Big Bang blev der nemlig ifølge teorien dannet lige meget stof og antistof,

men siden er det almindeligt stof, der har dannet stjerner, planeter og liv. Så en eller anden forskel må der være.

CRK, Kilde: *Nature* vol. 578, pp 375–380(2020)