

Mikroalger som fremtidens fødevarer ingrediens

Mikroalger kan dyrkes ved brug af saltvand og kræver ikke arealer, som traditionelt anvendes til landbrug eller naturformål, og kan dermed bidrage til en mere bæredygtig fødevarerproduktion.

Af Charlotte Jacobsen, Emil Gundersen og Ditte Baun Hermund, DTU Fødevarerinstitutionen

Verdens befolkning forventes at ramme cirka 10 milliarder i 2050. For at fødevarerproduktionen kan følge med befolkningstilvæksten, skal der produceres cirka 70 procent mere i 2050 sammenlignet med 2010. Dette kræver en omlægning af fødevarerproduktionen i form af bedre udnyttelse af vores ressourcer, men også at vi reducerer de menneskeskabte miljø- og klimabelastninger, som dette kunne medføre [1,2]. Ifølge OECD-FAO Agricultural outlook [3] forventes det, at fødevarerproduktionen på land vil stige med 15 procent i det kommende årti. Dette skaber et stigende pres på den i forvejen begrænsede dyrkbare jord og på vores grundvand. Ligeledes er der et stort pres på vores fosforressourcer som følge af landbrugets behov for fosforrig gødning.

I Danmark bruger vi i dag mere end 60 procent af landjorden på landbrug, hvoraf 80 procent udelukkende anvendes til produktion af foderproduktion til husdyr [4]. Der er derfor brug for alternative mindre miljøbelastende biomasser til både foder og fødevarer. Mikroalger er i en rapport fra Erhvervsministeriet [5] udpeget som en bæredygtig løsning på disse udfordringer, fordi de kan dyrkes på arealer, som ikke anvendes til landbrug eller naturformål, fordi de kan dyrkes ved brug af saltvand, og fordi produktiviteten per arealenhed kan være meget høj, hvis dyrkningen foregår effektivt. Disse kvaliteter gør, at dyrkning af mikroalger til for eksempel produktion af

protein kan have et væsentligt lavere CO₂-aftryk end konventionelle fødevarer kilder.

Hvad er mikroalger og hvordan dyrkes de?

Mikroalger er små vandlevende, fotosyntetiserende mikroorganismer (figur 1A). Mikroalger inkluderer også bakteriearterne blågrønne alger og cyanobakterier, som også er i stand til at lave fotosyntese. Udover lys bruger fotosyntetiserende mikroalger CO₂ til at vokse - akkurat ligesom planter. Derudover har de brug for nitrogen- og fosforrige næringssalte samt visse vitaminer. De fotosyntetiserende mikroalger kan dyrkes i fotobioreaktorer (figur 1B), hvor de får tilført enten kunstigt eller naturligt lys (fototrofe).

Nogle mikroalger kan gro uden fotosyntese og anvende organisk stof som energikilde (heterotrofe) - ligesom gærceller. Disse mikroalger kan dyrkes i lukkede fermentorer med kontrolleret tilførsel af næring. Andre mikroalger kan gro på begge måder (mixotrofe). Hvis man dyrker mikroalger ved optimale betingelser, gror de hurtigt med en stor biomasseproduktion til følge. For de fototrofe mikroalger klinger produktiviteten dog af, når tætheden af mikroalgerne bliver for høj, da lyset ikke længere kan trænge ind til alle algecellerne.

Som fødevarer har mikroalger en unik nærings sammensætning, idet de indeholder blandt andet essentielle aminosyrer, umættede langkædede fedtsyrer som omega-3-fedtsyrer, for eksempel eicosapentaensyre (EPA) og dokosaheksaensyre (DHA), vigtige mineraler som selen, jod og magnesium samt

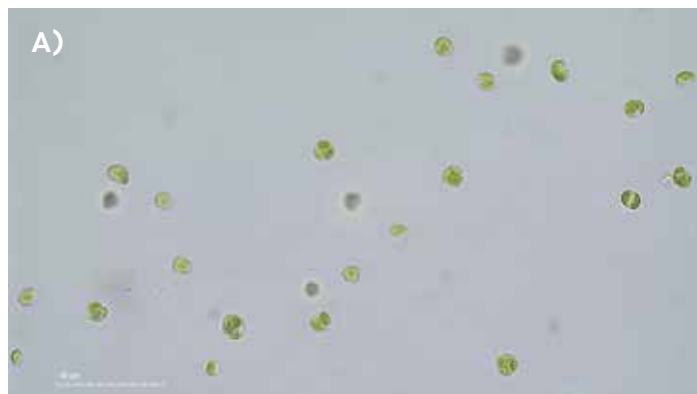
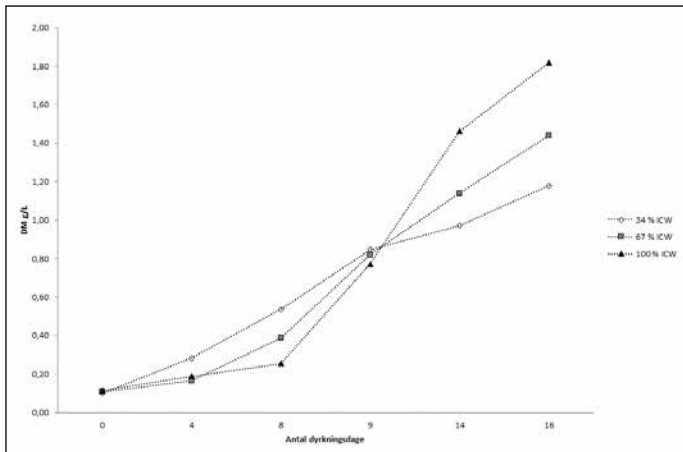


Foto: Emil Gundersen

Figur 1. A) Mikroskopbillede af mikroalgen *Nannochloropsis oceanica*. Taget ved 100x forstørrelse. B) Billede af rørbaseret fotobioreaktor til dyrkning af mikroalger. Her dyrkes typen *Scenedesmus*.



Figur 2. Vækst af *Chlorella pyrenoidosa* (DM g/L) på industrielt procesvand fra Novozymes (34, 67 eller 100 procent) over tid. Modifieret efter [7].

B₁₂-vitamin. Desuden kan visse arter også indeholde D₃-vitamin afhængig af, hvordan de er dyrket. Mikroalger er en lovende kilde til ikke-animalsk protein. Eksempelvis kan *Chlorella spp* indeholde op til 60 procent protein af tørvægten. Man ser ingen andre ikke-animalske proteinkilder med samme høje proteinindhold per kilo råvare. Proteinerne fra mikroalger består af alle ni essentielle aminosyrer, som dækker behovet for at producere de proteiner, som er nødvendige for, at vores krop kan fungere. Det er unikt og ikke noget, man finder i samme omfang i hverken frugt, grøntsager eller bælgfrugter. Generelt har mikroalger et højt fedtindhold (op til 50 procent per tørvægt), som hovedsageligt består af flerumættede fedtsyrer, heraf EPA og DHA, som er nogle af de sunde omega-3 fedtsyrer, man også finder i fisk og skaldyr. Eksempelvis kan *Chlorella spp* indeholde omkring 42 procent EPA og DHA af den totale fedtsyremængde [6].

Der findes titusindvis forskellige mikroalger, men kun cirka 10 arter udnyttes i dag kommercielt. Mikroalgebiomassens kemiske næringssammensætning afhænger dels af arten og dels af dyrkningsbetingelserne og høsttidspunktet. Der er et stort uudnyttet potentiale for at udnytte endnu flere arter, som kan være egnede til fødevarer, foder, kosmetik, medicinske formål eller biobrændsel. Før flere arter kan anvendes til fødevarer, skal de dog gennem en Novel Food godkendelse, hvilket betyder, at de arter, som ikke har været godkendt som fødevarer i EU før 15. maj 1997, skal godkendes før anvendelse. Nogle af de godkendte og mest velkendte mikroalgearter er Spirulina og *Chlorella*, som blandt andet anvendes som kosttilskud.

På DTU Fødevarerinstitutionen har vi forsket i dyrkning, processering og anvendelse af mikroalger siden 2013. Vores forskning fokuserer på de fotosyntetiserende mikroalger med særlig vægt på deres anvendelser til fødevarer og fiskefoder. I det følgende vil vi diskutere nogle af vores resultater, som er opnået inden for området.

Industrielt procesvand som vækstmedie for mikroalger

Som nævnt ovenfor har de fotosyntetiserende mikroalger

■ FIMAFY-projektet: 4½ årigt projekt, som startede i oktober 2013. Projektet var finansieret af GUDP. Deltagere: DTU Fødevarerinstitutionen, DTU Aqua, Ecolipids, LiqTech, IFAU, BioMar A/S.

brug for nitrogen- og fosforrige næringsrige salte for at vokse. Fødevarer- og bioteknologiindustrien producerer store mængder nitrogen- og fosforrigt procesvand, som skal renses, inden det kan udledes i kloaksystemet. Det er derfor oplagt at undersøge, om mikroalger kan rense og gro på dette procesvand efter, at det har gennemgået en mindre oprensningsproces for at fjerne blandt andet uønskede bakterier. Hvis det kan lade sig gøre, er resultatet rensede spildevand og mikroalgebiomasse.

I et tidligere forskningsprojekt, FIMAFY, screenede vi 10 forskellige mikroalger for deres evne til at vokse på industrielt ikke-fødevareregodkendt procesvand fra Novozymes i Kalundborg. Vi viste, at det blandt andet var muligt at gro *Chlorella* [7]. Endvidere blev der designet et næringsmedium bestående af et kommercielt næringsmedie, som blev helt eller delvist erstattet med procesvand (34, 67 eller 100 procent), så det endte op med hhv. 50, 100 og 150 mg nitrogen/L, og 3,5, 6,8 og 11,0 mg fosfor/L. Figur 2 viser, at *Chlorella pyrenoidosa* kunne vokse på alle tre medier og viste stor tolerance overfor nitrogen i form af ammonium, som normalt er begrænsende for væksten, hvis man kommer op i for høje koncentrationer [7].

I vores igangværende MASSPROVIT-projekt har vi på tilsvarende vis opnået lovende foreløbige resultater med en anden

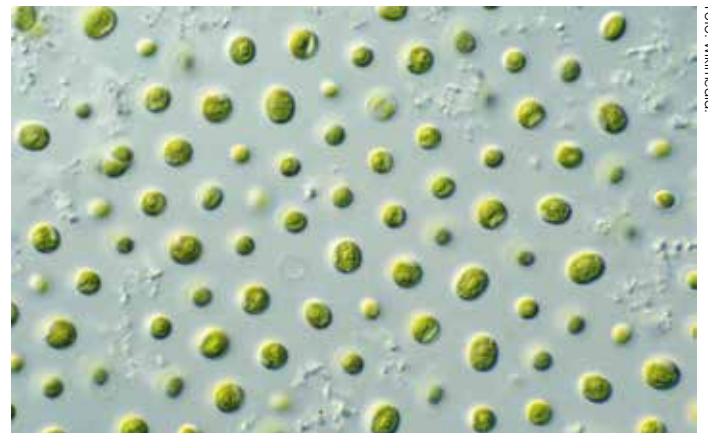


Foto: Wikimedia

type industriel procesvand, som er fødevareregodkendt. Disse resultater er opnået med mikroalgen *Nannochloropsis oceanica*. De foreløbige forsøg viser, at op mod 40 procent af den nødvendige nitrogen og fosfor kan leveres igennem procesvandet fra Novozymes uden negative effekter på mikroalgens vækst. Kommende forsøg vil vise, hvordan brugen af procesvandet i disse mængder påvirker *N. oceanicas* indhold af næringsstoffer, så som protein, EPA og DHA.

Mikroalger som kilde til sunde fedtstoffer, proteiner, farvestoffer, antioxidanter og vitaminer

I forbindelse med at vi fandt ud af, at mikroalger kan gro på industrielt procesvand, undersøgte vi også, hvilken betydning ændringerne i sammensætningen i næringsmediet havde på næringssammensætningen i mikroalgerne. Blandt andet blev de 10 forskellige mikroalgearter i FIMAFY-projektet evalueret ud fra deres evne til at producere protein. Vi undersøgte også de 10 arters fedtsyresammensætning.

Målet med projektet var at udvikle et mikroalgepulver, som havde et protein- og fedtindhold (lipidindhold), som lignede fiskemels, således at algepulveret kunne erstatte en del af fiskemelet i fiskefoder. Fiskemel indeholder cirka 70 procent protein og 10 procent fedt, hvoraf EPA og DHA udgør cirka 20-25 procent af fedtsyrerne. Derfor var det også en ekstra bonus, at fedtet i algepulveret indeholdt en eller begge af disse omega-3 fedtsyrer - og gerne i store mængder. Det ville også udvide anvendelsespotentialet for algepulveret ved at bidrage med sunde

Antal dage kultiveret	Lipidindhold i % af tørvægt	Proteinindhold i % af tørvægt
4	5,8±0,1	53,1±1,2
8	8,2±0,2	58,2±3,5
11	7,9±0,3	59,1±3,1
16	10,0±0,3	57,8±3,2

Tabel 1. Sammensætningen af lipid (%tørvægt) og protein (%tørvægt) i *Chlorella pyrenoidosa* biomasse dyrket på 100 procent industrielt procesvand (ICW) og kultiveringstid (dage). Modificeret efter [7].

omega-3 fedtsyrer, til de fødevarer de bliver tilsat.

I tabel 1 ses et udvalg af resultaterne fra det førnævnte studie. Biomassen fra *Chlorella pyrenoidosa* indeholdt op til 60 procent protein og 10 procent lipid af tørstoffet (%tørstof), hvilket var tæt på fiskemels sammensætning. Så afhængig af næringsmedie og høsttidspunkt kan den optimale sammensætning af protein og lipid altså opnås. Det højeste indhold af omega-3 fedtsyren EPA blev fundet i *Chlorella pyrenoidosa* (op til 1,3 procent EPA og 1,7 procent DHA af fedtsyrerne), men ved dyrkning af for eksempel *Nannochloropsis spp.* var det muligt at opnå, at op til 40 procent af fedtsyrerne udgøres af EPA og DHA. Ud fra den samlede vurdering fandt vi, at 67 procent erstatning med industriel procesvand i næringsmediet var optimalt for både vækst og nærings sammensætning i det endelige algepulver [7]. En kombination af algepulver fra to forskellige algearter blev efterfølgende testet i samarbejde med DTU Aqua og BioMar (<https://www.biomar.com/da/danmark/>).

Resultaterne viste også, at der var problemer med fordøjeligheden af foderet, så snart mikroalgepulveret erstattede mere end 5 procent af fiskemelet. Dette skyldtes formentlig, at fiskene havde svært ved at nedbryde mikroalgernes

cellevægge. Dette er et problem for flere mikroalgearter, fordi deres cellevægge er tykke og består af kulhydrater, som fisk og mennesker ikke har enzymer til effektivt at nedbryde. Den præcise sammensætning og struktur af cellevæggen varierer mellem de forskellige underarter, men svært nedbrydelige polysakkarider såsom cellulose, hemicellulose og pektin udgør en stor del af den primære cellevæg hos mange mikroalger.

Derudover har visse mikroalger et ekstra beskyttende lag bestående af polymerer som for eksempel alginat, hvilket også er tilfældet med den førnævnte *Nannochloropsis spp.* [8]. Tilsammen giver dette algerne et effektivt forsvar mod fjender, men desværre også stor modstandskraft over for det menneskelige mave-tarm-system. Der skal derfor arbejdes videre med at forbedre fordøjeligheden af mikroalger ved at nedbryde deres cellevægge, inden de anvendes til foder eller fødevarer.

Dette er også et af målene i det igangværende MASSPROVIT-projekt, hvor vi arbejder sammen med forskere fra Institut for Fødevidenskab på KU om at løse denne udfordring. Her vil en række forarbejdningsmetoder, både mekaniske og enzymatiske, blive testet. Effekten af de forskellige behandlinger vurderes efterfølgende med de mave-tarm-

simulerende metoder "INFOGEST" og "INFOGEST 2.0 - vit K" [9,10]. Med denne metode kan vi måle stoffernes biotilgængelighed, altså hvor stor en del af stofferne, som er tilgængelige for optagelse af cellerne i kroppen.

På baggrund af den viden der er blevet indsamlet omkring mikroalger og nærings sammensætning, har mikroalgearten og vækstbetingelser vist sig at have stor betydning for, hvilke stoffer der kan produceres. I et afsluttet ph.d.-projekt på DTU Fødevidensinstituttet undersøgte Anita Ljubic, hvordan forskellige belysninger kunne ændre sammensætningen af forskellige mikroalger. Formålet var blandt andet at få mikroalgerne til at producere D₃-vitamin, som normalt syntetiseres i vores hud via sollys (UVB-stråling) uden at gå på kompromis med den øvrige nærings sammensætning. Ljubic m.fl. [11] viste, at ved at udsætte de levende mikroalgeceller for UVB-stråling (15 kJ/m²/dag i tre dage), kan man øge indholdet af D₃-vitamin og andre næringsstoffer.

Som vist i tabel 2 var det ikke alle mikroalgerne, som var i stand til dette, men *Dunaliella salina*, *Nannochloropsis oceanica* og *Nannochloropsis limnetica* er i stand til at producere høje koncentrationer af D₃-vitamin. Særligt *Nannochloropsis oceanica* er i stand til at producere høje koncentrationer af D₃-vitamin (285 ng/g tørvægt), og derudover producerer den α-tokoferol (708 µg/g tørvægt) samt omega-3 fedtsyren EPA (20,7 mg/g tørvægt) også efter at være blevet udsat for UVB-stråling. Dog var der en tendens til, at nogle essentielle aminosyrer, β-karoten og K₂-vitamin blev reduceret ved UVB-bestråling af *Nannochloropsis oceanica*. Der er store perspektiver i denne opdagelse, idet der for nuværende ikke findes andre vegetabiliske kilder til D₃-vitamin. Der findes vegetabiliske kilder til D₂-vitamin, men D₃-vitamin er en mere effektiv kilde til D-vitamin end D₂-vitamin. Det blev foreslået, at disse UVB-behandlede mikroalger kunne være en ny bæredygtig kilde til D₃-vitamin og andre fedtopløselige vitaminer.

Dette er også grunden til, at vi arbejder videre med *N. oceanica* i MASSPROVIT-projektet. Her videreføres dyrkningsarbejdet, hvor vi forsøger at identificere de optimale lys-, salt-, og temperaturbetingelser for biomasetilvækst, samt produktion af protein, omega-3 fedtsyrer, og K₂-vitamin i *N. oceanica*. Derudover vil der blive forsket yderligere i induktion af D₃-vitamin med UVB, og behandlingen vil blive optimeret med særligt henblik på at integrere den i storskalaproduktion.

	Ikke-eksponeret		UVB eksponeret	
	Vitamin D ₂ (ng/g)	Vitamin D ₃ (ng/g)	Vitamin D ₂ (ng/g)	Vitamin D ₃ (ng/g)
<i>T. suecica</i>	<1	<1	111 ± 7	<1
<i>D. salina</i>	50	<1	38000 ± 1300	145 ± 11
<i>N. oceanica</i>	<1	<1	102 ± 6	285 ± 5
<i>N. oceanica</i> *	<1	<1	4443 ± 200	13 ± 0.4
<i>N. oceanica</i> **	<1	<1	3 ± 0.3	2 ± 0.2
<i>N. limnetica</i>	-	-	920 ± 88	2700 ± 198

*Høstet biomasse; **Frysetørret biomasse.

Tabel 2. Indhold af vitamin D₂ and D₃ (ng/g tørstof) i ikke-eksponerede og UVB eksponerede mikroalgekulturer. Gennemsnit ± standardafvigelse (n = 3). Modificeret efter [10].

I MASSPROVIT-projektet arbejdes der også med udvikling af murede stammer med forbedret vækst og næringssammensætning. Mutanterne bliver dannet ved hjælp af tilfældig, UV-baseret mutagenese af holdet ved Fødevidenskab på KU, og de testes parallelt med vildtypen. Vores forventning er, at denne kombination af mutagenese og vækstoptimering vil resultere i betydelige forbedringer *N. oceanica* som kilde til disse essentielle fødearengredienser.

Processering af mikroalgebiomasse - vejen til det endelige algeprodukt

En af de begrænsende faktorer i udbredelsen af mikroalgeproduktion er de høje udgifter og det høje energiforbrug forbundet med processering af mikroalgebiomassen. Dette indbefatter høstning, opkoncentrering og tørring af mikroalgebiomassen og eventuelt også ekstraktion af indholdsstoffer, hvis slutanvendelsen ikke er som hel mikroalgepulver. I FIMAFY-projektet udviklede vi et koncept til energieffektiv processering af mikroalgebiomasse. Det første trin var høstning af mikroalgerne ved keramisk membranfiltrering, hvor udstyr fra LiqTech blev anvendt. Her blev opnået et tørstofindhold på 2-5 procent. Dernæst opkoncentrerede vi mikroalgebiomassen til 10-30 procent tørstof i en centrifuge. Til sidst blev biomassen tørret i en spinflashtørrer udviklet til formålet i projektet [12]. I industrien anvendes ofte spraytørring til dette sidste tørringstrin. Fordelen ved spinflashtørreren er, at den er mere skånsom og energivenlig end mange spraytørringsprocesser. Vi opnåede en kvalitet af det spinflashtørrede mikroalgepulver, som var sammenlignelig med frysetørret mikroalgepulver [12]. Frysetørring anses som den mest skånsomme tørringsmetode, men det er en meget dyr metode.

Anvendelse af mikroalger til fødevarer og andre produkter

Den høje næringsværdi og de sundhedsmæssige fordele ved mikroalger er vel-

kendte og veldokumenterede. Men når det kommer til accept af nye fødevarer, så spiller smag og udseende en stor rolle.

I dag anvendes mikroalger i en vis udstrækning til ekstraktion af omega-3 fedtsyrer til modernælkserstatning og andre fødevarer samt til kosttilskud. Anvendelsen af algeolie til disse formål har de samme udfordringer som anvendelse af fiskeolie, nemlig at olierne nemt harskner som følge af deres høje indhold af polyumættede fedtsyrer. DTU Fødeareinstitutet har forsket i harskning af fødevarer beriget med omega-3 fedtsyrer i mange år, hvilket blandt andet er beskrevet i Dansk Kemi 82 [13]. Til de fødevarer, hvor dannelsen af harske smagsstoffer er problematisk, kan tilsætning af antioxidanter være en fordel. For eksempel kan antioxidanter forhindre klorofyl i mikroalger i at reagere med ilt og på den måde forhindre dannelsen af harske smagsstoffer, og at næringsstoffer går tabt. Mikroalgepulver kan også anvendes direkte i fødevarer, men her er udfordringen, især for de fototrofe alger den meget karakteristiske grønne farve og smag. Visse blege fermenterede (heterotrofe) mikroalger har ikke samme udfordring. Det skyldes, at de ikke bruger klorofyl til fotosyntese, når de skal "høste" lyset for at kunne vokse. Derudover har mikroalger også en lang række funktionelle egenskaber så som stabiliserende og gelerende evne, som kan udnyttes i formulering af nye fødevarer. Anvendelse af mikroalger direkte til fødevarer er beskrevet nærmere i en nylig Fokusanalyse (Plantebaseret Seafood) fra DTU Fødeareinstitutet og Food and BioCluster Denmark [14].

Konklusion

Mikroalger har et uudnyttet potentiale for at bidrage til omlægningen til en mere bæredygtig fødeareproduktion. Der er i løbet af de seneste 10 år sket en eksplosiv stigning i interessen for mikroalger som en ny bioressource til anvendelse til foder, fødevarer, kosmetik og kosttilskud. Der har været store fremskridt - både videnskabeligt og industrielt - inden for udvikling af dyrknings- og høstteknologier. Der er dog stadig behov for yderligere forskning og udvikling med henblik på at forbedre produktiviteten i mikroalgedyrkningen, effektivisere og forbedre høst-, opkoncentrerings- og ekstraktionsteknologier og stabilisering af biomassen. Sidst, men ikke mindst, er der brug for at adressere udfordringen med at inkorporere mikroalger i velsmagende fødevarer, som forbrugerne vil købe.

E-mail:

Charlotte Jacobsen: chja@food.dtu.dk

Referencer

1. Bruno, M., Thomsen, M., Pulselli, F.M., Patrizi, N., Marini, M., & Caro, D. (2019). The carbon footprint of Danish diets. *Climatic Change*, 156, 489-507. <https://doi.org/10.1007/s10584-019-02508-4>.
2. EAT-Lancet (2019). Healthy Diets From Sustainable Food Systems – Food, Planet and Health. Summary Report of the EAT-Lancet Commission <https://eatforum.org/eat-lancet-commission/eat-lancet-commission-summary-report/>.
3. OECD/FAO (2019). OECD-FAO Agricultural Outlook 2019-2028, OECD Publishing, Paris [doi:https://doi.org/10.1787/agr_outlook-2019-en](https://doi.org/10.1787/agr_outlook-2019-en).
4. Danmarks Naturfredningsforening, Dansk Vegetarisk Forening, Dyrenes Beskyttelse, Greenpeace, Plantebranchen og Rådet for Grøn Omstilling (2020). Fra foder til føde - en bæredygtig vision for dansk landbrug og fødeareforbrug. <https://www.dn.dk/media/71983/fra-foder-til-f%C3%B8de.pdf>.
5. Biosolution sektoren i Danmark (hbseconomics.com).
6. Calixto, C.D., Santana, J., Lira, E., Sassi, P., Rosenham, R., Sassi, C., Conceicao, M., & Sassi, R. (2016). Biochemical compositions and fatty acid profiles in four species of microalgae cultivated on household sewage and agro-industrial residues. *Bioresource Technology*, 221, 438-446 <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2016.09.066>.
7. Safafar, H., Nørregaard, P.U., Møller, P., Holdt, S.L., Jacobsen, C. (2016) Enhancement of protein and pigment content in two *Chlorella* sp. cultivated on industrial process water. *J Mar Sci Eng*, 4, 84; [doi:10.3390/jmse4040084](https://doi.org/10.3390/jmse4040084).
8. Scholz M.J., Weiss T.L., Jinkerson R.E., Jing J., Roth R., Goodenough U., Posewitz M.C., Gerken H.G. Ultrastructure and composition of the Nannochloropsis gaditana cell wall. *Eukaryot Cell*. 2014 Nov;13(11):1450-64. [doi:10.1128/EC.00183-14](https://doi.org/10.1128/EC.00183-14). Epub 2014 Sep 19. PMID: 25239976; PMCID: PMC4248700.
9. Brodtkorb, A., et al. (2019) INFOGEST static in vitro simulation of gastrointestinal food digestion. *Nat Protoc*, 14(4) 991-1014; [doi:10.1038/s41596-018-0119-1](https://doi.org/10.1038/s41596-018-0119-1).
10. Jensen, M.B., Biltoft-Jensen, A.P., Jacobsen, J. (2022) In vitro bioaccessibility of vitamin K (phyloquinone and menaquinones) in food and supplements assessed by INFOGEST 2.0 – vit K. *Current Research in Food Science*, 5, 306-312; [doi:10.1016/j.crfs.2022.01.018](https://doi.org/10.1016/j.crfs.2022.01.018).
11. Ljubic, A., Thulesen, E.T., Jacobsen, C., Jacobsen, J. (2021). UVB exposure stimulates production of vitamin D3 in selected microalgae. *Algal Research*, 59, 102472. <https://doi.org/10.1016/j.algal.2021.102472>.
12. Ljubic, A., Safafar, H., Jacobsen, C. (2019) Recovery of microalgal biomass and metabolites from homogenised, swirl flash dried microalgae. *J Applied Phycology*. 31, 2355-2363.
13. Charlotte, C. (2001) Harskning i levnedsmidler med fiskeolie. *dansk kemi*, 82, nr. 10 <https://www.kemifokus.dk/wp-content/uploads/sites/7/side36-41dak102001.pdf>.
14. Hermund, D. (2023) Plantebaseret Seafood – Tang og mikroalger som kilde til omega-3 fedtsyrer, protein og vitaminer i fremtidens fødevarer. Rapport DTU Fødeareinstitutet. ISBN: 978-87-7586-011-1.

■ MASSPROVIT-projektet: 3½ årigt projekt, som startede januar 2022.

Projektet er finansieret af Danmarks Frie Forskningsfond | Tematisk forskning - Grøn omstilling. Deltagere: DTU Fødeareinstitutet, Institut for Fødearevidenskab, Københavns Universitet.