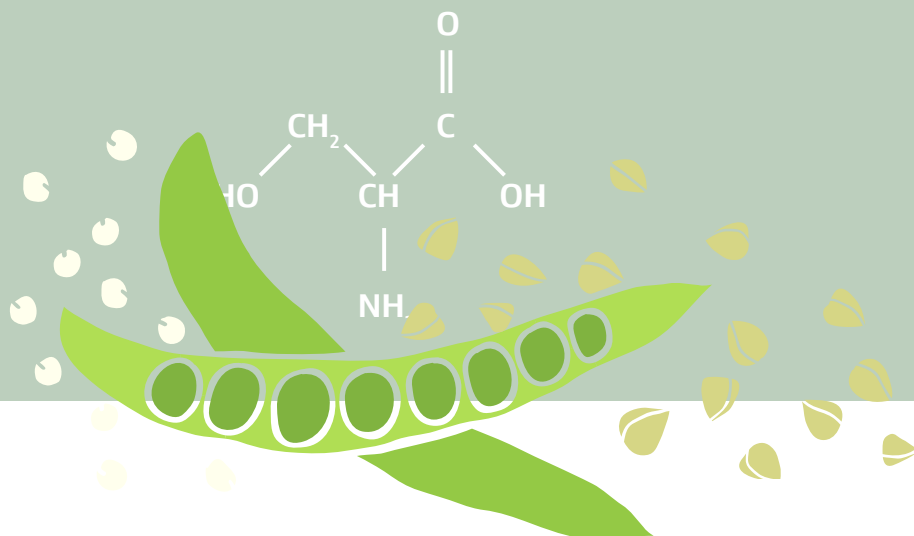


FUTURE
FARMING

white paper

DANSKPRODUCERET PLANTEPROTEIN TIL HUMAN KONSUM



FUTURE FARMING – EN INDSATS FOR FREMTIDENS LANDBRUG

For at ruste landbruget bedre til markedernes mange og forskellige muligheder igangsatte SEGES og Landbrug & Fødevarer i 2017 indsatsen Future Farming. Future Farming arbejder med at spotte trends og fungerer som tænketank og facilitator for nytænkning i erhvervet. Formålet er at bidrage til forretning for landbruget i et 5-10 års sigte.

Til Future Farming er der tilknyttet et Advisory Board bestående af forskere, landmænd, debattører og virksomhedsledere. Formand for Advisory Board er Lars Hvidtfeldt. Endvidere er der etableret en visionsgruppe af millennials, hvor unge landmænd, studerende og iværksættere udfordrer vanetænkning.

Future Farming Advisory Board har for 2018 prioriteret en række indsatsområder:

- Dokumentation af bæredygtig udvikling
- Danske proteinafgrøder
- Bioraffinering
- Det automatiserede landbrug
- Landbrug på nye arealer

KONTAKT

Lars Hvidtfeldt, godsejer (formand)

2684 1054 / lhv@lf.dk

Jakob Lave, chef for Future Farming

2171 7786 / jal@seges.dk

Søren Bisp, chefkonsulent

2178 9777 / sobi@seges.dk

FAGLIG UDARBEJDELSE

Henrik Vestergaard Poulsen, konsulent, ph.d.,
SEGES PlantelInnovation

For involvering og mere information

facebook.com/futurefarmingdenmark
seges.dk/futurefarming

HVAD ER ET WHITE PAPER?

Vi definerer det som en gennemgang og præsentation af et ofte komplekst emne med henblik på at skabe en fælles forståelse af baggrund, kerneemnet samt mulige løsninger eller veje, man kan gå for et videre arbejde med emnet.



RESUME

Advisory Board til SEGES Future Farming har beskrevet dansk produktion af planteproteiner som et prioriteret indsatsområde, der kan føre til nye attraktive forretningsmuligheder for dansk landbrug. På den baggrund er der i regi af SEGES PlantInnovation udarbejdet et white paper med fokus på planteprotein til konsum.

Forbrugere i den vestlige verden efterspørger i stigende grad planteprotein – en trend, der især bytter rødt kød ud med plantebaserede alternativer med et højt proteinindhold. Sammenholdt med den forventede globale befolkningstilvækst og et dermed øget pres på et samtidigt svindende landbrugsareal, synes det nødvendigt, at en langt større andel af fødevarerprotein i fremtiden kommer fra andre kilder end vores husdyr.

I dette whitepaper identificeres og diskuteres muligheder for flere danske afgrøder, som i kombination med en yderligere sorts- og procesudvikling har potentiale til at positionere dansk landbrug som en førende nordeuropæisk leverandør af planteprotein til fødevarerindustrien.

Fremtiden for dansk produceret planteprotein har et stort potentiale og består af en stærk leverance af både helprodukter som bønner, ærter, frø, kerner og mel samt af højværdi-proteinprodukter, der via forskellige teknikker udvindes og udnyttes som ernæringsmæssige eller funktionelle fødevarer ingredienser.

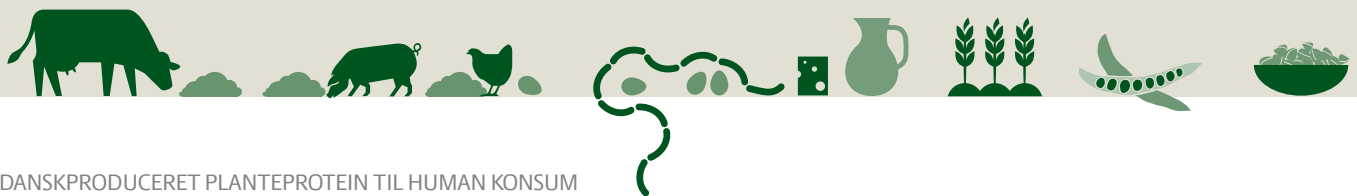
Proteinafgrøder til fødevarer begrænses primært af afgrødernes krav til dyrkningsklimaet. En afgrøde, der ikke er optimeret til danske klimaforhold, kan dog stadig være relevant at dyrke på grund af merværdien i en dansk, eventuelt økologisk, produceret vare. Afgrøder, der har potentiale som højværdi-proteinprodukter, skal udvælges med omtanke, idet **en optimal økonomisk udvinding af protein kræver en optimal udnyttelse af alle plantefraktioner**.

Gennem **en fokuseret forsknings- og udviklingsindsats** er det muligt at identificere afgrøder med et højt proteinindhold, som skiller sig ud både ernærings- og funktionalitetsmæssigt og i forhold til dyrkbarhed. Den rivende udvikling inden for teknikker til udvinding og behandling af planteprotein åbner op for protein-udvinding fra uudnyttede ressourcer og restprodukter, hvilket vil øge værdien af landbrugsproduktionen.



5	Proteinskiftet
6	Hvad driver trenden?
6	Planteprotein, bæredygtighed og etik
6	Planteprotein og sundhed
6	Nødvendigheden af øget indtag af planteprotein
8	Interviews (med planteproteinfødevarerbranchen om oplevelse af trenden)
9	Proteinernes aminosyresammensætning og sammenhæng med humanbehov
10	Planteprotein i fødevarer
11	Eksempler på produkttyper med planteprotein
11	Plantemælk
11	Is
11	Kødalternativer
11	Græspulver
13	Roller for og relevansen af en dansk planteproteinproduktion til human konsum
14	Bæredygtighed
14	Sundhed
14	Gennemsigtighed
14	Madengagement
15	Proteinafgrøder til dyrkning i Danmark
16	Bælgsæd
16	<i>Hestebønner</i>
16	<i>Ærter</i>
17	<i>Lupin</i>
18	<i>Linser</i>
18	Pseudokornarter: quinoa, amaranth og boghvede
18	<i>Quinoa</i>
19	<i>Amaranth</i>
19	<i>Boghvede</i>
20	Perspektivering på proteinafgrøder
21	Udvindelse af grønt protein
22	Rest fra produktion af kartoffelstivelse
22	Produktionsrest fra beta-glucan-udvinding fra havre
23	Fremtidens danske produktion af planteproteinafgrøder og -produkter
24	Afgrøder
24	Proteinudvindings- og behandlingsteknologi
25	Restprodukter/uudnyttet potentiale
27	Anvendt materiale

PROTEIN- SKIFTET



FORBRUGERNE i primært den vestlige verden efterspørger i stigende grad ikke-animalsk protein. Det sker bl.a. ud fra ønsker om øget sundhed og bæredygtighed – en trend, som kan betegnes som et "proteinskifte". Nye proteinkilder spænder fra bakterier og svampe over tang (makroalger) til insekter og laboratoriedyrket kød. Selvom de nye proteinkilder sandsynligvis alle kommer til at spille en rolle blandt fremtidens fødevarerproteiner, er det planteproteiner, der udgør de store markedsbevægelser i forhold til at efterkomme den øgede efterspørgsel.

At det er en trend, som er kommet for at blive, og som har fart på, peges der på i en række analyser af det globale fødevarermarked og forbrugertendenser, ligesom det understreges af det antal store nationale og internationale fødevarerproducenter, som bevæger sig ind på området – enten gennem udvikling af egne produkter eller gennem opkøb af mindre, men succesfulde producenter af produkter til det voksende marked for vegetariske produkter. At proteinskiftet også har godt tag i de danske forbrugere, viste en undersøgelse foretaget for DR i 2016, hvor mere end hver fjerde dansker tilkendegav at spise mindre kød i dag end fem år tidligere. Det er blevet almindeligt at planlægge kødfrie dage, stadig flere tager springet og lever som vegetarer eller veganere – og dansk detailhandel, storkøkkener, on-the-go og restauranter øger deres udbud af vegetarretter. Dette understreger, at der også herhjemme er en stigende forretning for proteinrige alternativer til kød som den traditionelle animalske proteinkilde – en forretning, som dansk landbrug bør kunne byde ind på (lille markedsandel, høj vækst). Det skal i denne sammenhæng bemærkes, at æg samt mælk og mælkebaserede produkter som surmælksprodukter, ost og is ikke oplever det samme fravalg blandt de danske forbrugere.

Hvad driver trenden?

Peter Sandø, professor i bioetik, Københavns Universitet, (Kristeligt Dagblad, d. 18/8 2017):
"Når folk bliver vegetarer i dag, er det for at fremme en lang række etiske målsætninger såsom sikring af fødevarer til fattige mennesker, menneskelig sundhed, dyrevelfærd, miljø og klima. Og så handler det om æstetik."
De forbrugere, som skærer ned på eller helt fjerner forbruget af animalsk protein, gør det, som Peter Sandø peger på, af en lang række grunde, som overordnet set kan

relateres til et ønske om større personlig sundhed eller et ønske om at bidrage positivt til verdens klima gennem en mere ressourcevenlig og etisk acceptabel fødevarerproduktion.

Planteprotein, bæredygtighed og etik

Produktionen af animalsk protein fra især flermavede dyr (kvæg, får, geder), men også grise og fjerkræ, er sammenlignet med produktion af planteprotein, en ineffektiv fødevarerproduktion set i forhold til bl.a. det forbrugte areal og mængden af forbrugt energi og vand. Dertil kommer produktion af drivhusgasser, der, eksempelvis for kvægproduktionens vedkommende, anslås at være mere end ti gange så stor som planteproduktionens, målt pr. produceret energienhed. Med baggrund i denne type viden er der et stigende antal forbrugere, som vælger at skære ned på forbruget af animalsk protein for på den måde at bidrage til en mere ressourcevenlig fødevarerproduktion. Nogle forbrugere vil ydermere anse bedre dyrevelfærd som en del af en mere bæredygtig og etisk acceptabel fødevarerproduktion og også på den baggrund fravælge eller skære ned på forbruget af især det konventionelt producerede animalske protein.

Planteprotein og sundhed

Forbrugernes interesse for sundhed har været stigende i årtier, og mange er blevet mere opmærksomme på, at man måske kan spise sig til velvære og sundhed og søger aktivt viden inden for området. Dette er en bevægelse, som med stor sandsynlighed hjælpes på vej af kostvejledninger og -anbefalinger, som eksempelvis advarslen mod et højt indtag af forarbejdet kød udsendt af WHO i 2015. I takt med at plantebaserede fødevarer, og specifikt planteprotein, er blevet trendy i madkulturen, er der også kommet fokus på de sundhedsmæssigt positive effekter, som følger med et ændret miks af animalsk og vegetabilsk protein. De fleste højprotein-fødevarer baseret på planter har et højt fiber-, vitamin- og mineralindhold samt et indhold af et bredt udvalg af aktive planteindholdsstoffer, hvoraf mange vides at have en positiv helbredsmæssig effekt – bl.a. ved at virke som antioxidanter.

Nødvendigheden af øget indtag af planteprotein

Analyser af det fremtidige globale fødevarerforbrug peger på, at efterspørgslen efter animalsk protein vil fortsætte med at stige i takt med befolkningstilvæksten, den økono-



I takt med at plantebaserede fødevarer, og specifikt planteprotein, er blevet trendy i madkulturen, er der også kommet fokus på de sundhedsmæssigt positive effekter, som følger med et ændret miks af animalsk og vegetabilsk protein.

FOTO: COLOURBOX

INTERVIEWS

med planteproteinfødevarerbranchen om oplevelse af trenden

” Vi oplever, at de produkter (vegetariske) har så stor interesse. Derfor udvikler vi som vanvittige på produkter uden kød.

*Fie Graugaard
kommunikationschef og medejer, Hanegal*

” Vi havde som mål, at hvert femte solgte måltid i 2020 skulle være noget andet end rødt kød. Det mål opfyldte vi med det samme, og derfor har vi forhøjet målet til hvert tredje måltid.

*Christoffer Bergfors
direktør, Max Burgers*

Ifølge Fie Graugaard er et af de produkter, der hitter allermost, Hanegals veganske postejer. Virksomheden har aldrig oplevet et produkt, som har fået så meget interesse, og den veganske postejer er ved at overhale Hanegals mest populære med kød.

Henrik Lund, adm. direktør, Naturlig Foods, Landbrugsavisen, 25.01.2018: "Det er vores varmeste ønske, at vi kan lave det her med danske råvarer. Proteinindholdet skal være højt, og derfor bruger vi soja, som jo desværre ikke har de bedste dyrkningsforhold herhjemme. Men hvis vi kan finde en anden proteinrig afgrøde, der kan dyrkes i Danmark, vil vi naturligvis foretrække det. Vi mener, at boomet for Naturlig Hakked vil kunne og bør have en positiv afsmitende effekt på danske landmænd, som producerer afgrøder."

Vi har også talt med ledende medarbejdere hos Urtekram, McDonald's, Dansk Supermarked, Tulip, Meny/SuperGros og Årstiderne. Samstemmende udtrykker de, at plantebaserede produkter vil stige, og at de helst vil købe danske råvarer, men ikke kender til, at de findes, og som udgangspunkt skal kunne indkøbe dem til samme priser som hos deres eksisterende leverandører.

miske vækst og stigende købekraft. Forbruget af animalsk protein varierer meget mellem forskellige verdensdele, og hvor det i de vestlige lande kun forventes at stige moderat i fremtiden, forventes den markante øgning af levestandard og købekraft i Afrika og Kina hos en stadigt større befolkning at medføre en markant stigning i forbruget af højstatus-varer som kød. Hvis man på globalt niveau fremskriver det forventede fremtidige indtag af animalsk

protein med den forventede befolkningstilvækst, bliver det hurtigt tydeligt, at det er en absolut nødvendighed, at en langt større andel af fødevarerprotein i fremtiden kommer fra andre kilder end de animalske. Ved en sådan fremskrivning vil landbruget i 2050 således udnytte over 60% af jordens landoverflade og mere end 100% af al ferskvand. Dette er ikke muligt!

PROTEINERNES AMINOSYRE- SAMMENSÆTNING OG SAMMENHÆNG MED HUMANBEHOV



PROTEINER DANNES på baggrund af 20 forskellige aminosyrer og bruges i kroppen til at opbygge celler, væv, antistoffer og enzymer. 9 ud af 20 aminosyrer er essentielle aminosyrer, som kroppen ikke selv kan danne. De essentielle aminosyrer er nødvendige for dannelsen af flere livsnødvendige processer i kroppen og skal derfor tilføjes med maden. Animalsk protein har typisk et højere indhold af essentielle aminosyrer end vegetabilsk protein. Fravælges animalsk protein helt fra kosten, er det stadig muligt at få dækket kroppens behov for aminosyrer via et varieret indtag af korn, soja, ærter, linser, bønner og nødder. Med stigende alder og eventuel indtræden af kroniske sygdomme, som typisk følger med alderdom, er en kost med et varieret indhold af aminosyrer vigtig med henblik på at mindske tab af muskelmasse. Ved et utilstrækkeligt indtag af aminosyrer over længere tid vil kroppen miste muskelmasse og -funktion, og det vil påvirke immun-, nerve-, hormonsystem samt bevægeapparat. Nogle af aminosyrerne, bl.a. leucin, som findes i soja og ærter, skønnes at være mere vigtige end andre i forhold til at opbygge eller vedligeholde muskelmasse.

I takt med at verdens befolkning oplever højere levealder, stiger behovet for proteinkilder med et højt indhold af essentielle aminosyrer. Ud fra et ernæringsmæssigt perspektiv har leucinrige fødevarer som soja og ærter et stort markedspotentiale både som en del af en varieret plantebaseret kost, i kost til småtspisende og som ingrediens til medicinske formål såsom kosttilskud, ernæringsdrikke og sondeernæring.

Planteprotein i fødevarer

Når man taler om planteprotein i fødevarer, er det fornuftigt at holde sig for øje, i hvilken form proteinet anvendes. Overordnet set anvendes planteprotein enten som helprodukter eller som udvundet eller "raffineret" protein. Helprodukterne består af hele intakte plantedele – som eksempelvis bønnen fra hestebønner eller frøet fra boghvede – eller mel malet af disse, mens det raffinerede protein er udvundet af frø, kerner eller andre plantedele og i denne proces opkoncentreret i forskellig grad. Alle planteafgrøder indeholder protein, men i forhold til udvinding af protein eller til at udgøre en væsentlig selvstændig proteinkilde som fødevarer er et højt proteinindhold naturligt ønskeligt – her taler man ofte om

egentlige proteinafgrøder med et proteinindhold på over ca. 15% (tørstof af frø eller kerner).

Langt den overvejende del af planteprotein fra afgrøder dyrket til fødevarer sælges og indtages som helprodukter. Her indgår de som proteinkilde i form af hele kerner og frø i eksempelvis mysli, gryderetter og salater, eller i forarbejdet eller formalet form i eksempelvis plantefars og convenience-produkter. Overordnet set er det kun fantasien, som sætter grænser for anvendelsen, og forbrugere og måltidsprofessionelle kigger i stigende grad mod arabiske og asiatiske køkkener for at lade sig inspirere i brugen af disse – i en dansk kontekst – nye og anderledes varer så som de mange sorter af bønner og linser.

De teknikker, som anvendes til udvinding eller opkoncentrering af protein fra planteprodukter, adskilles væsentligst i tør- eller vådteknik. Den tørre teknik separerer det formalede plantemateriale (typisk frø eller kerner) i delkomponenter på basis af forskelle i størrelse, form og densitet under suspension af melet i en luftstrøm. Denne teknik anvendes på stivelsesrige ikke-olieholdige produkter som eksempelvis bønner og ærter og resulterer i en opkoncentrering af plantematerialets protein i et proteinrigt mel samt et antal øvrige fraktioner afhængig af den specifikke processteknik.

De våde teknikker bygger på en opløsning af plantematerialets delkomponenter i forskellige solventer, hvorved opløste komponenter kan adskilles fra uopløste ved eksempelvis bundfældning eller frafiltrering af disse.

Opløsningen af delkomponenterne kan være rent kemisk baseret eller være assisteret af tilsatte enzymer. Den mest almindeligt anvendte teknik er en basisk opløsning af protein, fulgt af bortseparering af uønskede komponenter og en efterfølgende fældning og opsamling af proteinfraktionen som et proteinisolat med en renhed afhængende af teknik og udgangsmateriale. Sammenlignet med tørteknik giver de våde teknikker generelt proteinprodukter med et højere proteinindhold, men de producerer samtidig en affaldsvæskefraktion, som til gengæld er fraværende ved tørteknik.

De udvundne proteinkoncentrater og -isolater anvendes i forskellige fødevarer, hvor de tilfører produkterne næringsmæssige og/eller bestemte fysiske/kemiske

egenskaber. Proteiner fra forskellige planter har forskellige egenskaber – hvilket også gælder protein udvundet ved forskellige raffinerings-/udvindingsteknikker – og anvendes således alt efter de ønskede egenskaber, så som emulgeringsevne, vandholdningsevne, skumdannelsesevne, samt tyknings- og geléringsevne. Markedet for raffineret og opkoncentreret planteprotein er klart domineret af sojaprotein og hvedeprotein, men andre planteproteiner, som ærteprotein, er på vej frem. Fra den animalske produktion anvendes tilsvarende blandt andet valleprotein, casein og æggehvideprotein.

Langt den overvejende del af planteprotein fra afgrøder dyrket til fødevarer sælges og indtages som helprodukter. Her indgår de som proteinkilde i form af hele kerner og frø i eksempelvis mysli, gryderetter og salater, eller i forarbejdet eller formålet form i eksempelvis plantefars og convenience-produkter.



FOTO: COLOURBOX

EKSEMPLER PÅ PRODUKTTYPER MED PLANTEPROTEIN

Plantemælk

Plantebaseret mælk produceret af eksempelvis sojabønner, mandler, quinoa eller ærter nyder større og større popularitet, der blandt andet drives af det stigende ønske om at nedsætte forbruget af animalske produkter, men plantemælken henvender sig naturligvis også til laktoseintolerante. Det danske salg af økologisk plantemælk steg fra 2014 til 2016 med 26%, mens man på det amerikanske marked fra 2012 til 2017 har registreret en stigning i salget på hele 61%.



Is

Is til mælkeallergikere har været en stor udfordring for isproducenter, da den cremede tekstur, som er målet, kan være svær at opnå uden mælkens fedt- og proteintyper. Ved hjælp af blandt andet fedt fra planter og protein fra eksempelvis ærter og lupin som erstatning for mælkeprotein er det nu lykkedes en række producenter at fremstille is, som i tekstur og mundfornemmelse er meget lig de mælkebaserede udgaver.



Kødalternativer

En del af den øgede efterspørgsel på planteprotein dækkes af forskellige produkter, som imiterer og markedsføres som alternativer til kendte kødprodukter. Kødalternativerne efterligner bestemte typer af kød i udseende, tekstur, smag og lugt, men oftest helt uden indhold af animalsk protein. Produkternes tekstur og proteinindhold er oftest baseret på relativt billigt planteprotein og planteprodukter, så som sojaprotein, hvedeprotein eller bønner, der substituerer animalsk protein. Det er især plantefars som alternativ til hakket kød, der finder anvendelse i kendte måltidstyper som burgerbøffer, lasagne, frikadeller, spaghetti bolognese samt til pølser og postejer.



Græspulver

Amerikanske Amazing Grass er et godt eksempel på, at man som producent af planteprotein ikke nødvendigvis skal tænke i konventionelle fødevarer, men måske tænke mere utraditionelt. Amazing Grass har en produktportefølje, som bygger på pulver af formålet græs. Græsset høstes, frysetørres og formales, alt sammen med stor hensyntagen til at undgå eksponering til ilt, hvorefter det markedsføres, enten rent eller med forskellige smags-, mineral og vitamintilsætninger, som økologisk, GMO-frit, vegansk og glutenfrit produkt til opblanding i vand.

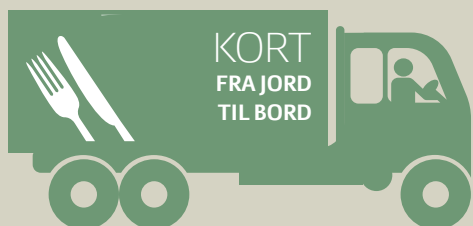




En del af den øgede efterspørgsel på plante-protein dækkes af forskellige produkter, som imiterer og markedsføres som alternativer til kendte kødprodukter.

FOTO: COLOURBOX

ROLLEN FOR OG RELEVANSEN AF EN DANSK PLANTE- PROTEINPRODUKTION TIL HUMAN KONSUM



EN **DANSK PRODUKTION** af planteprotein til fødevarer vil, ud over at opfylde markedets behov for alternativer til det animalske protein, ramme lige ned i og kunne spille med på nogle af de stærkeste aktuelle og fremtidige trends hos forbrugerne: Bæredygtighed, sundhed, gennemsigtighed og madengagement.

Bæredygtighed

Det er meget forskelligt, hvordan bæredygtighed opfattes og udlægges af forbrugere, men for de fleste er det tæt koblet med et mindre ressourceforbrug og et deraf følgende mindre natur- og klimetryk. Danskproduceret planteprotein vil i den sammenhæng foretrækkes bl.a. som et træk mod en energiforbrugende transport af fødevarer over store afstande. Dette kan komme konventionel dansk produktion til gode, da denne opleves mere bæredygtig end udenlandsk økologi, som er transporteret over store afstande.

Er der tale om en mere differentieret afgrødeproduktion, vil det desuden kunne påvirke positivt i forhold til muligheder for biodiversitet, afgrødemiks, næringskredsløb samt landskabets anvendelse.

Også i en mere generel forstand nyder dansk landbrug en stor tillid i forhold til at producere med mindst muligt ressourceforbrug og med tanke på miljøet sammenlignet med import fra især Sydamerika og Asien. Fødevarerens sikkerhed er desuden en fortsat styrke i danskproducerede råvarer med et fintmasket kontrolnet og lav korruption.

Sundhed

Ønsket om at leve sundere dominerer hos forbrugerne båret frem af en aldrende befolkning og forekomsten af livstilssygdomme. Det kan dog være meget individuelt, hvordan 'sundhed' udlægges, særligt med henblik på, hvilke fødevarer og forbrugsmønstre der bidrager til sundhed, og hvilke der ikke gør. Forbrugerne søger det sunde liv og finder selv frem til individuelle veje til sundhed, eksempelvis gennem fri-for mad (GMO, sukker, antibioti-

ka, tilsætningsstoffer, gluten, laktose, animalsk protein). Danskproducerede proteinafgrøder er oplagte til at nyde godt af denne trend, da de vil være GMO-fri proteinkilder og sikre for mælkeallergikere. Ydermere indeholder de proteinafgrøder, som kunne være interessante i dansk produktion, ingen gluten, samt en række komponenter (eks. kostfibre, aktive planteindholdsstoffer), der anses for at have sundhedsfremmende effekter.

Gennemsigtighed

Gennemsigtighed er en trend, som præger efterspørgslen efter forbrugsvarer i store dele af verden. Forbrugerne modtager mange informationer om fødevarer (og deres egenskaber), der kan virke uoverskuelige og nogle gange modstridende. Da der samtidig løbende fortælles om fødevareskandaler, sås der tvivl om fødevarernes sikkerhed og kvalitet. Derfor har forbrugerne behov for at kende fødevarernes indhold og oprindelse. Ønsket om gennemsigtighed kan komme til udtryk i en præference for danskproducerede varer, idet disse opleves som mere troværdige og af bedre kvalitet.

Madengagement

Forbrugerne er blevet mere interesserede og engagerede i mad og ikke mindst madlavning. Mad er for mange forbrugere en kilde til oplevelser, både gennem nye smagsindtryk, genopdagelse af gamle og glemte madlavningsteknikker og udforskning af køkkener fra andre verdenshjørner. Nysgerrighed om anderledes madkulturer er dermed med til at drive dette opbrud med 'plejer' og vanetænkning. Nye ingredienser som eksempelvis proteinrige hestebønner, linser eller quinoa i ellers kendte og traditionelle retter er spændende, og forbrugerne går gerne nye veje, når det handler om sammensætning af dagens måltider. Producenterne er blevet rigtig dygtige til at anvende alternative ingredienser eller helt undlade noget uden at gå på kompromis med smag og tekstur.

PROTEINAFGRØDER TIL DYRKNING I DANMARK



DER FINDES en lang række afgrøder, som kan dyrkes i dansk landbrug med henblik på at producere produkter til human konsum med et højt proteinindhold. Det er vigtigt at understrege, at selvom en afgrøde ikke er optimalt tilpasset danske forhold, kan en produktion stadig være interessant på grund af merværdien i en dansk, eventuelt økologisk, produceret vare. Nedenstående gennemgang af kandidater til en dansk produktion af planteprotein indeholder såvel oplagte afgrøder som afgrøder uden nogen veletableret dansk dyrkningspraksis og uden længere forudgående forædlingsarbejde møntet på danske dyrkningsforhold. Af disse årsager skal listen ikke opfattes som udtømmende, men snarere som en inspiration for dansk landbrugs indsats på området.

Bælgسæd

Bælgسæd som ærter, hestebønner og lupin er at betragte som egentlige proteinafgrøder, der er godt tilpasset til dyrkning under danske forhold. Bælgسæd har på grund af det mutualistiske forhold med kvælstoffikserende mikroorganismer ikke behov for tilførsel af kvælstofgødning, hvilket gør disse afgrøder særligt interessante i økologisk dyrkningsammenhæng. Næringsværdimæssigt er bælgسædsafgrøderne meget gunstige på grund af deres høje proteinindhold, høje indhold af kostfibre samt et stort indhold af forskellige aktive planteindholdsstoffer, som har en række positive sundhedseffekter. Desuden er produkterne glutenfri. Bælgسædsproteinerne har ligeledes vist sig at have funktionelle egenskaber, som er sammenlignelige med soja- og valleprotein, og et gunstigt højt indhold af lysin.

HESTEBØNNER

I Mellemøsten, nordlige Afrika ved Middelhavet og i Sydamerika er hestebønnen en populær proteinfødekilde, mens den er meget lidt anvendt til konsum i den vestlige verden. Hestebønner er rige på protein (~25%), kostfibre og aktive planteindholdsstoffer, som regnes for at have positive helbredsmæssige effekter. Som fødevarer anvendes hele bønner eller mel, mens der endnu kun er en meget begrænset kommerciel udvinding/raffinerings af protein fra hestebønner. En undtagelse er dog aminosyren L-DOPA, som findes i høj koncentration i hestebønner. L-DOPA indgår i produktionen af neurotransmittere og udvindes kommercielt af hestebønner til behandling af

Parkinsons sygdom. Hestebønnemel kan i nogen udstrækning erstatte hvedemel i eksempelvis pasta og derved øge den næringsmæssige værdi af produktet. Hestebønner indeholder en række forskellige antinutritionelle faktorer, som ved indtagelse kan medføre sygdom eller eventuelt blot nedsat fordøjelighed. Forskellige forholdsregler som udblødning eller tilberedning ved høje temperaturer kan dog næsten fuldstændigt uskadeliggøre disse stoffer.

Det danske areal med hestebønner har de seneste år været stigende og lå i 2017 på knapt 15.000 ha, primært anvendt til foder. Der har været og er i øjeblikket flere initiativer med det formål at øge den danske produktion af hestebønner, blandt andet for at øge tilgængeligheden af glutenfri produkter på markedet. Dyrkning af hestebønner i Danmark er ikke vanskeligt, men på grund af en lang vækstsæson og tørkefølsomhed er det vigtigt at så så tidligt som muligt på en god jord, hvor afgrøden får rigeligt vand hele sæsonen, eventuelt gennem vanding. I Tyskland og Storbritannien dyrkes både vår- og vinterhestebønner, mens overvintring i Danmark generelt ikke har været mulig. I 2017 er der gennemført forsøg, hvor overvintring i den relativt milde vinter lykkedes. De mange nye sorter i forsøg vidner om en fornyet og stor interesse for hestebønnerne. I Europa har Frankrig (86.000 ha i 2015) og Storbritannien (230.000 ha i 2017) de største dyrkningsarealer med hestebønner, hvorfra der blandt andet eksporteres til konsum i Nordafrika og Mellemøsten.

ÆRTER

Ærter indeholder gennemsnitligt ca. 25% protein med en fordelagtig aminosyresammensætning, som gør ærter til et godt proteinkildealternativ til det animalske protein. Ærter indeholder desuden sammenlignet med de øvrige bælgسædsprodukter stort set ingen antinutritionelle stoffer og kræver derfor ingen forholdsregler i form af eksempelvis tilberedning. Protein raffineret fra ærter er et af de få planteproteinprodukter ud over sojaprotein, som anvendes i stor skala som funktionel eller proteintilførende ingrediens i fødevarerproduktionen. Her udnyttes ærteproteinets vand- og fedtbindende egenskaber, emulgerings- og geléringsegenskaber samt tekstur og næringsgivende værdier i et væld af forskellige produkter såsom: Næringsrige snackbarer, bagværk, pasta, måltids/proteindrikkevarer, baby-næringsprodukter samt kød-, fisk- og skaldyrprodukter. Anvendelsen af raffineret ær-

teprotein er de seneste år steget voldsomt. Lanceringen af nye produkter indeholdende ærteprotein steg således med over 350% fra 2010 til 2014.

Ærter passer som afgrøde fint til danske dyrkningsforhold og blev i midten af 1980'erne dyrket i stor stil med et areal på 120.000-200.000 ha. I dag er produktionsarealet på ca. 10.000 ha, omtrent ligeligt fordelt mellem human konsum og foder. Ærter høstes enten friske eller tørre. Produktionsarealet for ærter høstet tørre er i Europa langt større end arealet for friskhøstede. Blandt de europæiske lande har Frankrig og Storbritannien de største produktionsarealer for ærter høstet friske (begge ca. 35.000 ha i 2016), mens produktionsarealet for ærter høstet tørre er størst i Frankrig (ca. 216.000 ha), efterfulgt af Spanien (ca. 174.000 ha) og Storbritannien (ca. 51.600 ha). Det er altså tydeligt, at målt i forhold til nutidens europæiske ærteproduktion var det danske ærteproduktionsareal i 1980'erne af en ganske betydelig størrelse.

LUPIN

Den næringsmæssige sammensætning af lupinfrø beskrives mange steder som ekstraordinær. Baggrunden for dette skal blandt andet findes i et meget højt proteinindhold, fordelagtig aminosyresammensætning, meget lavt indhold af stivelse og et relativt højt indhold af olie med mange umættede fedtsyrer og et højt indhold af vitamin E. Lupins høje proteinindhold spænder afhængigt af sorten fra ca. 28% og helt op til 48%. Det høje olieindhold på ca. 10-15% gør, at lupin også kan udnyttes til olieproduktion. En sådan produktion vil som restprodukt producere en højfiberfraktion, hvorfra protein eventuelt kan udvindes. Lupinfrø udnyttes primært i fødevarer som hele frø i eksempelvis forskellige mellemøstlige retter, i snackbarer og traditionelle asiatiske fermenterede produkter (tempe, miso, natto), eller som mel, hvor det, som tilfældet er for ærte- og hestebønnemel, kan indgå som hel eller delvis erstatning for hvedemel i pasta og bagværk. Opkoncentrerede og raffinerede proteinprodukter fra lupin kan benyttes som proteintilførende ingrediens eller som en funktionel ingrediens for tilføring af eksempelvis skumdannende og vandbindende egenskaber eller generelt som erstatning for æggeprotein.

Når man taler om produktion af lupinfrø til konsum, er det arter af sød eller smalbladet lupin med lavt indhold



Den danske lupinproduktion er yderst begrænset, selvom lupin sagtens kan dyrkes i dansk klima med udbytter i størrelsesordenen 2.500-3.500 kg/ha. Den globale lupinproduktion er domineret af Australien.

FOTO: LANDBRUGSMEDIERNE

af bitterstoffer, der er tale om. Den danske lupinproduktion er yderst begrænset, selvom lupin sagtens kan dyrkes i dansk klima med udbytter i størrelsesordenen 2.500-3.500 kg/ha til trods for, at vi ligger på den nordlige grænse for dyrkning. Den globale lupinproduktion er domineret af Australien, som med et produktionsareal på 534.000 ha i 2016 stod for ca. 85% af det globale produktionsareal. Lupinproduktionen i Europa faldt igennem den sidste halvdel af 1900-tallet, men i tråd med den stigende opmærksomhed på planteprotein som erstatning for det animalske protein og sekundært som erstatning for sojaprotein, er der igen kommet fokus på lupin, og produktionsarealet har været svagt stigende. De største europæiske producenter af lupin er Polen og Tyskland med henholdsvis 130.000 og 28.000 ha, hvoraf langt størstedelen sandsynligvis produceres til dyrefoder.

LINSER

Linser er en basisfødevarer mange steder i Mellemøsten og Sydøsten og fungerer i mange udviklingslande som en primær og prisbillig proteinkilde, der eventuelt indtages som supplement til ris. Linser indgår i madlavning oftest som fuldkorn eller afskallede og splittede, mens linsemel substituerer for hvede- og risemel i forskelligt bagværk og nudler eller indgår i eksempelvis modermælks-erstatning. Proteinindholdet i linser ligger på mellem 20% og 30% afhængig af sort og dyrkningsbetingelser. Næringsmæssigt har linseprotein et fordelagtigt højt indhold af både lysin og leucin. Så vidt vides, findes der i dag ikke nogen større kommerciel udvinding af linseprotein, men en række studier har dokumenteret interessante fysiske/kemiske egenskaber (skumdannelse, emulgering, gøling o.a.) hos forskellige proteinfraktioner udvundet fra linser.

Linser indeholder desuden mange kostfibre og komplekse kulhydrater og kan således bidrage til en øget mæthedss fornemmelse. Indholdet af aktive planteinhaltsstoffer, vitaminer og mineraler er højt i linser, og specielt jernindholdet er højt – sammenlignet med eksempelvis bønner. Der er en lang række positive sundhedsmæssige effekter, som kædes sammen med indtag af linser, heriblandt effekt på hjertekarsygdomme, vægtkontrol og diabetes. Som de øvrige bælgfrøer indeholder linser en række antinutritionelle stoffer, der kan nedsætte fordøjeligheden af fødevarer eller ligefrem være sygdomsfremkaldende. Med de rette forholdsregler i form

af enten udblødning eller tilberedning nedsættes eller fjernes effekten af disse stoffer dog let.

Linser er i dag ikke optimeret til dyrkning i stor skala under danske forhold, hvor der især mangler et stort udviklingsarbejde i forhold til ukrudtsbekæmpelse. Dette til trods har danske dyrkningsforsøg i enkelte sorter givet udbytter (1-1,5 ton/ha) på niveau med, hvad der ses hos de store traditionelle linseproducerende lande. På verdensplan dyrkes en række forskellige sorter og varianter med forskellig tilpasningsevne og klimatiske behov – eksempelvis er Canadas linseproduktion primært baseret på sorter med en tidlig modning og således tilpasset til en relativt kort vækstsæson. De største linseproducerende lande er Tyrkiet, Australien, Canada, Indien og USA, hvor Canada og Indien alene står for 2/3 af verdensproduktionen (2016).

Pseudokornarter for dyrkning i Danmark

Der er i dag stor interesse for brugen af quinoa, boghvede og amarant i udviklingen af fremtidens næringsrige fødevarerprodukter. De er såkaldte "pseudokornarter", idet de ikke er græsser som kornarterne, men dyrknings-, anvendelses- og sammensætningsmæssigt minder om disse. De indeholder alle i forhold til kornarterne høje mængder af protein, kostfibre, fedt, mineraler, vitaminer og andre bioaktive planteinhaltsstoffer med antioxidant og antiinflammatoriske egenskaber. Som plantebaseret proteinkilde er de specielt interessante på grund af en meget velbalanceret aminosyresammensætning og fraværet af gluten.

QUINOA

Quinoa spås af FN's fødevarer- og landbrugsorganisation FAO (Food and Agriculture Organization) som værende en kommende "global" afgrøde, der for fremtiden kan være et alternativ til eksempelvis ris og hvede. Den store interesse for quinoa skyldes blandt andet dens høje næringsmæssige værdi som proteinkilde, der bundet både i et højt proteinindhold i frøene på ca. 15-30% og et højt indhold af lysin og methionin – to aminosyrer, der i planteprodukter ofte kun findes i relativt små mængder sammenlignet med animalske proteinkilder. Desuden indeholder quinoa alle de essentielle aminosyrer og, sammenlignet med de traditionelle kornarter, mange kostfibre, mineraler, ingen gluten og har et højt jernind-

hold. Quinoa har et væld af anvendelser i fødevarer. Som fuldkorn (både mel og hele frø) behandles quinoa ofte i stil med korn eller ris. De hele frø koges ofte og bruges i eksempelvis supper eller presses til "flakes" i morgenmadsprodukter, mens melet anvendes som substitut, både helt og delvist, for hvedemel i brød, pasta, kødprodukter o.a. og derved øger udvalget af glutenfri produkter. Ved separering af frøenes protein og stivelse får man en opkoncentreret proteinfraktion, der kan bruges som ingrediens overalt i fødevarerindustrien, samt en stivelsesfraktion med meget lille kornstørrelse, hvilket giver den en række specielle anvendelsesmuligheder – ikke bare i fødevarer.

Den danske produktion af quinoa er begrænset, men gennem de seneste 5-7 år har flere og flere forsøgt sig. På Livø, hvor Naturstyrelsen gennem et demonstrationslandbrug tilbage i 2012 med hjælp fra Københavns Universitet startede forsøg med quinoadyrkning, er der i dag en succesfuld produktion, hvor et antal landmænd dyrker og afsætter quinoa til mølleriet og bageriet Aurion. Quinoaen stammer fra Andesbjergene, men er stress-tolerant og kan dyrkes under mange forskellige klimatiske forhold. Siden indførelse for 25 år siden er der i regi af Københavns Universitet gennemført en målrettet forædling, hvilket blandt andet har rykket høsttidspunktet frem, så afgrøden nu allerede kan høstes i august. Dyrkningsteknisk er der efterhånden høstet en del erfaringer, og de sidste år har udbyttet været pænt på 1,5-2 ton/ha. Den globale produktion foregår altovervejende i Sydamerika, men antallet af lande, som eksperimenterer og udvikler med henblik på quinoaproduktion, er steget voldsomt inden for de seneste år.

AMARANTH

Amaranth stammer fra Sydamerika, er tæt beslægtet med quinoa og har mange af de samme egenskaber. Proteinindholdet i frøene ligger på ca. 12-17%, og aminosyresammensætningen ligger meget tæt på, hvad der anbefales for en velbalanceret diæt. Den næringsmæssige sammensætning af proteinet i amaranthfrøene ligger således på niveau med æggeprotein og lysinindholdet er højt. Udover det høje proteinindhold indeholder frøene mange kostfibre, B-vitamin og kalk. Som fødevarer anvendes amaranth traditionelt i et væld af retter og tilberedninger, enten som hele frø eller som mel i de dele af verden, hvor den dyrkes. Den kan eksempelvis bruges som hvede og

indgå i bagværk og pasta, til at lave indiske laddoo (traditionel dessertkage), indgå i hele snackbarer eller "poppes" som små popcorn. Endelig kan små blade anvendes som salat, mens større blade bør koges og kan anvendes som eksempelvis spinat. Det har ikke været muligt at finde information om proteinudvinding fra amaranthfrø, men da frøenes indhold minder om kornarterne, må det antages, at gængse metoder til adskillelse af protein og stivelse kan anvendes.

Der er så vidt vides ikke nogen egentlig produktion af amaranth i Danmark, mens produktionen på verdensplan sandsynligvis ligger på niveau med quinoa og boghvede på ca. 500.000-2.000.000 tons/år. Tilbage i 2012 udførtes dyrkningsforsøg af Aarhus Universitet, hvor man høstede 2.000 kg/ha, hvilket var et overraskende stort udbytte i betragtning af den manglende dyrkningserfaring og tilpasning af afgrøden til danske forhold. Da amaranth er meget robust og både tåler oversvømmelse og tørke, kan den måske vise sig at være en taknemmelig afgrøde at dyrke under danske forhold.

BOGHVEDE

Boghvedefrø har et proteinindhold på ca. 12-14%, som i forhold til aminosyresammensætning rangeres på højde med æggeprotein. Ud over at være en god proteinkilde er boghvede anerkendt for sit indhold af værdifulde fedtstoffer, kostfibre, vitaminer, mineraler og aktive planteindholdsstoffer – blandt disse et meget højt indhold af stoffer med antioxidanteffekt. Indtag af boghvede er da også i flere undersøgelser kædet sammen med en lang række positive helbredseffekter, hvorved boghvede nyder en stadig voksende opmærksomhed som funktionel fødevarer. Anvendelsen af boghvedefrø i fødevarer minder meget om quinoa og amaranth, hvor den indgår både som hele frø i grød og morgenmadsprodukter, samt som mel i forskelligt glutenfrit bagværk, pasta og nudler. Blandt andet som konsekvens af den stigende opmærksomhed på og behov for glutenfri madvarer har boghvede oplevet en voldsom stigning i popularitet og deraf følgende import. Det danske produktionsareal er dog stadig begrænset til ca. 20-50 ha, mens det globale produktionsareal er på ca. 2.4 millioner ha domineret af Rusland og Kina. Boghvede kan dyrkes på alle jordtyper, da det er en nøjsom plante, som tidligere blev dyrket på jorde, som var for ringe til korn.



Amaranth

FOTO: COLOURBOX



Quinoa

FOTO: LANDBRUGSMEDIERNE



Boghvede

FOTO: LANDBRUGSMEDIERNE

PERSPEKTIVERING PÅ PROTEINAFGRØDER

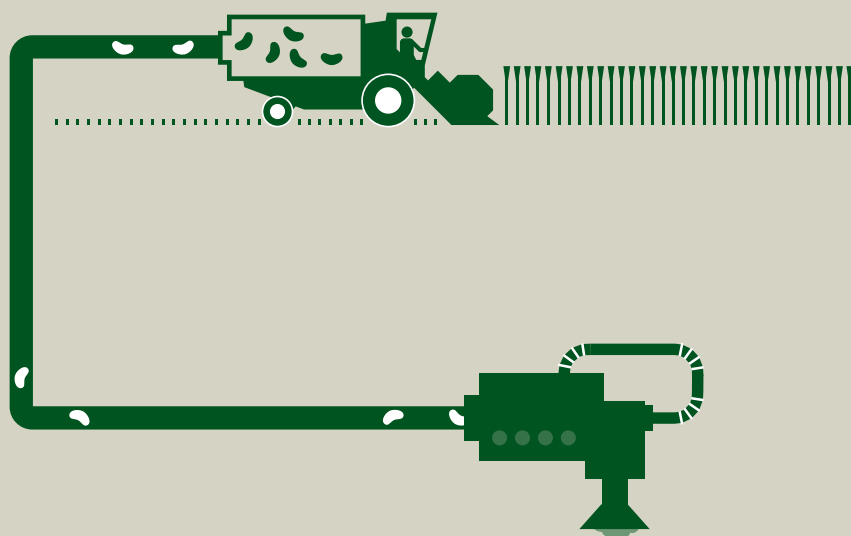
BLANDT DE OVENNÆVNTE AFGRØDER og afgrødegrupper er det som nævnt hestebønner og ærter, der er de mest oplagte valg til en her-og-nu opskalering af en dansk produktion af planteprotein til human konsum. For begge afgrøder gælder, at dyrkningsteknikken er veletableret, samt at de klimatiske forhold ikke i udpræget grad er nogen hindring for et stabilt og relativt stort udbytte. Grundlaget for en industriel produktion, krævende en stor og stabil levering af eksempelvis raffinerede proteinprodukter eller storproduktion af kødalternativsprodukter fra disse afgrøder, synes således at være på plads – hvilket understreges af den allerede etablerede danske ærteproteinproduktion.

Ser man på fremtiden for dansk produktion til markedets voksende efterspørgsel på planteprotein, er alle

ovennævnte afgrøder og afgrødegrupper interessante – og man kunne, som nævnt tidligere, sagtens supplere listen med yderligere afgrøder, eksempelvis solsikke, hamp, hirse, spelt, durra og andre. De vil alle appellere til tidens forbrugertrends angående bæredygtig, lokal og gennemsigtig produktion, være eksotiske og anderledes alternativer til animalsk protein samt være fri for gluten og produceret uden GMO.

Undtaget ært og hestebønne gælder der for de øvrige afgrøder, at produktionen endnu ikke er optimeret til danske forhold. Der kan således gennem optimering af dyrkningsteknik og planteværn samt planteforædling med stor sandsynlighed være en stor gevinst at hente – men som måske også kan være nødvendig, før en egentlig produktion bliver rentabel.

UDVINDING AF GRØNT PROTEIN



DER ER I ØJEBLIKKET stor interesse både internationalt og i Danmark for at udvinde protein fra grønt plantemateriale. Processen benytter sig overordnet set af en simpel presning af det friske plantemateriale, hvorved der produceres en proteinholdig væskefraktion samt en fiberfraktion. Fra væskefraktionen kan proteinet oprenses, mens fiberfraktionen kan udnyttes som foder eller i produktion af bioenergi. Der er på det nuværende stadie stadig en række trin i udvindingsprocessen, som kræver optimering, før produktionen dels bliver rentabel, dels resulterer i en proteinfraktion, som kan indgå i fødevarer. Ud over de udvindingsmæssige udfordringer ligger der også en stor udfordring i at få bearbejdet det høstede plantemateriale i tide, da proteinerne ganske hurtigt efter høst vil begynde at nedbrydes. En af de potentielt helt store fordele ved denne produktionsmetode for planteprotein er, at der kan anvendes eksempelvis græs som afgrøde. Græs kan producere meget høje årlige udbytter på helt op til ca. 20 tons/ha og vil med en proteinproduktion som formål med endnu større fordel kunne medtages i sædskiftet. En anden potentiel stor fordel ved udnyttelse af grøn plantemasse vil være muligheden for at udnytte restprodukter fra andre produktioner som eksempelvis roe- eller gulerodstoppe og således skabe en "gratis" merværdi.



FOTO: KMC

Der er i øjeblikket mangel på viden om den næringsmæssige værdi af protein udvundet af grøn biomasse, men de nyeste resultater viser en aminosyresammensætning, som er meget sammenlignelig med sojaprotein. Fordøjeligheden af proteinet samt eventuelle påvirkninger fra ekstraktionsprocessen skal dog undersøges nærmere. Det kan ligeledes være ønskeligt at fjerne proteinproduktets grønne farve og gøre det smagsneutralt, før det kan indgå som proteinkilde i fødevarer.

Rest fra produktion af kartoffelstivelse

Kartoffelprotein har en høj næringsmæssig værdi, sammenlignelig med eksempelvis fuldkornshvede, med et indhold af lysin på niveau med animalsk protein. Proteinfraktionen i kartofler er et restprodukt ved fremstillingen af kartoffelstivelse, men på grund af forskellige skadelige aktive planteindholdsstoffer og enzym-aktiviteter anvendes proteinet i dag kun til foder. Den danske kartoffelproduktion er stor, ca. 2 millioner tons pr. år, hvoraf over halvdelen bruges til stivelsesproduktion, hvilket resulterer i ca. 10.000 tons kartoffelprotein som restprodukt. I samarbejde mellem universiteter og kartoffelmelsindustrien udvikles i øjeblikket på metoder til at fjerne de skadelige stoffer og enzymaktiviteter, og hvis dette udviklingsarbejde lykkes, er der således et enormt potentiale i at kunne udnytte dette proteinrestprodukt.

Produktionsrest fra beta-glucan-udvinding fra havre

Havrekerner har et meget højt indhold af vandopløselige fibre, kaldet beta-glucaner, som finder anvendelse både som fedterstattende teksturgivere i fødevarer, som kosttilskud til øget mave-tarm-velbefindende og i medicinalprodukter blandt andet med kolesterolpåvirkende effekter. Ved udvindingen af beta-glucaner fra havre produceres der desuden en stivelses- og en proteinfraktion. Proteinfraktionen har i dag kun ringe anvendelse, og der forskes i at kunne opgradere denne fraktion til brug i human konsum i et større EU-finansieret projekt, Oatpro. Havre dyrkes i Danmark med pæne udbytter på et areal over 60.000 ha, men der findes i dag ikke nogen dansk beta-glucan-produktion fra havre.

Kartoffelprotein har en høj næringsmæssig værdi.

FREMTIDENS DANSKE PRODUKTION AF PLANTEPROTEIN- AFGRØDER OG -PRODUKTER



I DE OVENSTÅENDE AFSNIT redegøres for, hvordan markedet for planteprotein til human konsum er i vækst drevet af såvel sundhedsmæssige som bæredygtighedsmæssige dagsordener. Fremtiden for dansk produceret planteprotein kan forudses at bestå i en stærk leverance af både helprodukter som frø, kerner og mel til et marked, som efterspørger gennemsigtige (sporbare) og danskproducerede varer, samt i en produktion af højværdi-proteinprodukter, produceret ved brug af innovative og teknologiskabende teknikker til den globale fødevarerindustri. Dette mål kan kun nås gennem en massiv forsknings- og udviklingsmæssig indsats, sideløbende i nedenstående fokusområder:

Afgrøder

Ovenfor er opsummeret en række af de mulige afgrøder, som en fremtidig dansk produktion af planteprotein kan baseres på. Som et første skridt i udviklingen af både nye danske proteinprodukter samt dyrkningen af nye og i dansk kontekst ikke-traditionelle proteinafgrøder skal markedets behov afdækkes. Dette gælder både i forhold til produkttyper og i forhold til dokumentation for og beskrivelse af f.eks. kvalitet i form af indholdsstoffer (amino-syrer, fibre, sekundære planteindholdsstoffer), indhold af allergener og næringsindhold.

Dernæst skal der for alle afgrøder arbejdes på en optimering, som gælder planteforædling, dyrkningsteknik samt afsøgning af mulighederne for specielt gunstige geografiske/klimabestemte dyrkningsområder. De optimale afgrøder i forhold til en dansk produktion af planteprotein skal identificeres. Der sondres her som tidligere beskrevet mellem produkter, der udnyttes som fødevarer i hel eller minimalt forarbejdet tilstand og proteinprodukter, som er udvundet/raffineret og udnyttes som næringsmæssig og/eller funktionel ingrediens.

De proteinholdige afgrøder, der kan anvendes direkte som fødevarer, og som har forbrugernes interesse som bæredygtigt dansk producerede, spænder bredt og begrænses sandsynligvis primært af afgrødernes krav til dyrkningsklimaet. For en række afgrøder kan der være tale om en niche-produktion. Afgrøder dyrket med henblik på udvinding af protein skal udvælges med omtanke. Økonomisk optimal udvinding af protein kræver en optimal udnyttelse af alle plantefraktioner – også en eventuel udvinding af olie/stivelse samt brugbarheden af restprodukter skal således indgå i vurderingen.

INDSATSER

1. Markedets – i særdeleshed fødevarerproducenternes – behov identificeres.
2. Dansk landbrug og aftagere dygtiggør sig på og optimerer produktionen af protein udvundet fra ærter og hestebønner til det danske og internationale marked.
3. Der gennemføres en tilbundsående vurdering af potentielle afgrødekandidater, som skiller sig ud både nærings- og funktionalitetsmæssigt i forhold til proteinindhold og dyrkbarhed – størst sandsynlighed for høje stabile udbytter i en bæredygtig produktion.
4. Via planteforædling og optimering af dyrkningsteknik øges produktionen af forskellige proteinafgrøder til at møde markedets behov for danske proteinafgrøder.
5. Effekten af afgrødernes dyrkningsforhold med hensyn til vækst, planteværn, indhold af funktionelle stoffer, udbytte o.a. undersøges og optimeres.

Proteinudvindings- og behandlingsteknologi

Dansk ingeniørmæssig og bioteknologisk kunnen og viden er i verdensklasse. Det synes naturligt at udnytte denne position til at udvikle fremtidens teknikker inden for udvindingen af planteprotein. Ovenfor er der kort redegjort for de primære, relativt simple teknikker, som anvendes til udvinding af et proteinkoncentrat eller proteinisolat i industrien i dag. Udvindingen af planteprotein er i de fleste tilfælde en proces, som foregår sideløbende med eller sekundært til en udvinding af olie eller stivelse, hvorved forholdene for proteinudvindingsprocessen ikke nødvendigvis er optimerede, hvilket kan påvirke kvaliteterne i det udvundne protein. Ligeledes kan de aktuelle proteinudvindingsprocesser i sig selv have en negativ indvirkning på det udvundne protein. Mulighederne i fremtidens teknik, f.eks. ved anvendelse af enzymer (eller ultralyd og mikrobølger, ekstrudering, membranfiltrering, o.a.) i proteinudvinding og -behandling, er en mere skånsom udvinding af en større andel af proteinet, udvinding/opsplitning i specifikke proteinfraktioner, bibeholdelse og modificering af proteinets funktionelle og næringsmæssige egenskaber. Udvikling af sådanne udvindings-/raffinerings-teknikker er allerede en del af diverse projekter med dansk deltagelse omhandlende protein udvundet af grøn biomasse, og en fremtidig førerposition på området vil kunne gøre dansk landbrug til primærproducenter af højværdi-planteproteinprodukter til fødevarerindustrien, såvel som medicinalindustrien.

INDSATSER

Med udgangspunkt i udvælgelsen af særligt interessant(e) afgrøde(r) for en dansk proteinproduktion.

1. Der udvikles, tilpasses og opskales teknikker, som udvinder en større andel af plantematerialets protein samt eventuelt separerer proteinet i fraktioner.
2. Skadelige smags- og antinutrielle faktorer identificeres, og teknikker til uskadeliggørelse udvikles.
3. Med baggrund i markedets behov identificeres protein-isolater og -fraktioners særlige næringsmæssige og funktionelle egenskaber.
4. Der udvikles på både nye og kendte teknikker til modificering af proteinfraktioner til nye funktionaliteter (ved f.eks. deaminering, acetylering, succinylering).

Restprodukter/udnyttet potentiale

Gennem udviklingen inden for ovenstående fokusområde vil fremtidens meget effektive teknikker til udvinding og behandling af planteprotein åbne for proteinudvinding fra udnyttede ressourcer og restprodukter, hvilket potentielt vil øge værdien af landbrugsproduktionen. Ovenfor eksemplificeres dette ved udviklingen af nye teknikker i den igangværende indsats med protein fra græs og kartofler, som i dag ikke umiddelbart kan anvendes til fødevarer, samt ved proteinudvinding fra beta-glucan-produktion fra havre. En fremtidig ressource til proteinudvinding, som vil kræve den forudsete teknologiudvikling, kunne være hvedekliid. Yderligere fremtidige restressourcer kan i takt med teknologiudviklingen muligvis findes ved at følge strømmen af planteprodukter ind i fødevarereproduktionen og identificere interessante restprodukter og eventuelt udfordre deres nutidige anvendelse.

INDSATSER, SOM FØLGER TEKNOLOGIENS UDVIKLING

1. Der identificeres rest-/udnyttede proteinkilder, hvor teknologiens udvikling åbner for en udnyttelse.
2. I lyset af en nyudviklet udnyttelse optimeres biomassen eventuelt til proteinudvindingen.

Dansk ingeniørmæssig og bioteknologisk kunnen og viden er i verdensklasse. Det synes naturligt at udnytte denne position til at udvikle fremtidens teknikker inden for udvindingen af planteprotein.



FOTO: COLOURBOX

Dansk landbrug og aftagere dygtiggør sig på og optimerer produktionen af protein udvundet fra ærter og hestebønner til det danske og internationale marked.



FOTO: LANDBRUGSMEDIERNE

ANVENDT MATERIALE

- Alvarez-Jubete, L., Arendt, E.K., og Gallagher, E. (2010). Nutritive value of pseudocereals and their increasing use as functional gluten-free ingredients. *Trends in Food Science and Technology* 21, 106-113.
- Bazile, D., Jacobsen, S.E., og Verniau, A. (2016). The global expansion of quinoa: Trends and limits. *Frontiers in Plant Science* 7: 622.
- Caselato-Sousa, V.M., og Amaya-Farfán, J. (2012). State of Knowledge on Amaranth grain: A Comprehensive Review. *Journal of Food Science* 77(4).
- CB Insights (2017). From pea protein to moringa, 13 emerging investor-backed ingredients >>
- Daou, C., og Zhang, H. (2012). Oat beta-glucan: Its role in health promotion and prevention of diseases. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 11.
- Day, L. (2013). Proteins from land plants. Potential resources for human nutrition and food security. *Trends in Food Science and Technology* 32, 25-42.
- Dijkstra, D.S., Linnemann, A.R., og van Boekel, T.A.J.S. (2006). Towards Sustainable Production of Protein-Rich Foods: Appraisal of Eight Crops for Western Europe. PART II: Analysis of the Technological Aspects of the Production Chain. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 43(5): 481-506.
- DLF-Trifolium (2015). Dyrkningsvejledning. Smalbladet lupin.
- Eiki, G. (2015). Sensory acceptance of ice cream a vegetable base 5(4), 2569-2578.
- Gimenez-Batisda, J.A., og Zielinski H. (2015). Buckwheat as a functional food and its effects on health. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 63, 7896-7913.
- GL-Pro (2005). Guidelines for growing grain legumes in Europe >>
- Hall, C., Hillen, C., og Robinson, J.G. (2017). Composition, nutritional value, and health benefits of pulses. *Cereal chemistry* 94(1).
- Hermansen, J., Mogensen, L., Knudsen, M.T., Kristensen, T. og Gylling, M. (2017A). Kortlægning af protein-værdikæder. Notat. >>
- Hermansen, J., Jørgensen, U., Lærke, P.E., Manevski, K., Boelt, B., Jensen, S.K., Weisbjerg, M.R., Dalsgaard, T.K., Danielsen, M., Asp, T., Amby-Jensen, M., Sørensen, C.A.A.G., Jensen, M.V., Gylling, M., Lindedam, J., Lübeck, M. og Fog, E. (2017B). Green biomass – protein production through bio-refining. DCA-Rapport >>
- ING (2017). The protein shift: Will Europeans change their diet? Rapport >>
- Ingeniøren d. 8/4 2017. Dansk teknologi kan gøre græs til menneskeføde >>
- Ingeniøren d. 6/11 2017. Fremtidens energibar indeholder protein fra dansk græs >>
- Jacobsen S. E. 2015A. Dyrkningsvejledning lupin.
- Jacobsen S. E. 2015B. Dyrkningsvejledning linser.
- Jacobsen S. E. 2015C. Dyrkningsvejledning quinoa.
- Jacobsen S. E. 2015D. Dyrkningsvejledning amarant.
- Jacobsen S. E. 2015E. Dyrkningsvejledning boghvede.
- Jacobsen, S.E., Sørensen, M., Pedersen, S.M., og Weiner, J. (2015). Using our agrobiodiversity: plant-based solutions to feed the world. *Agronomy Sustainable Development* 35, 1217-1235.
- Jacobsen, S.E., og Christiansen J.L. (2016). Some agronomic strategies for organic quinoa. *Journal of Agronomy and Crop Science* 202, 454-463.
- Jacobsen, S.E. (2017). The scope for adaptation of quinoa in Northern Latitudes of Europe. *Journal of Agronomy and Crop Science* 203, 603-613.
- Janssen, F., Pauly, A., Rombouts, I., Jansens, K.J.A., Deleu, L.J., og Delcour, J.A. (2016). Proteins of Amaranth (*Amaranthus* spp.), Buckwheat (*Fagopyrum* spp.), and Quinoa (*Chenopodium* spp.): A Food Science and Technology Perspective. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 16.
- Jarpa-Parra, M. (2018). Lentil protein: a review of functional properties and food application. An overview of lentil protein functionality. *International Journal of Food Science and Technology* 53, 892-903.
- Landbrugsavisen d. 24/2 2012. Amarant – ny afgrøde i Danmark med stort potentiale.
- Landbrugsavisen d. 28/9 2017. Godsejer: Quinoa afløser måske roer.
- Landbrugsavisen d. 8/10 2017. Jyske landmænd har god erfaring med quinoa – afsætning breder sig.
- L&F Markedsanalyse (2017): Vigtige trends i 2018. L&F.
- Linnemann, A.R., og Dijkstra, D.S. (2002). Towards Sustainable Production of Protein-Rich Foods: Appraisal of Eight Crops for Western Europe. PART I. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 42(4): 377-401.
- Macklean (2016). Insikter: Proteinskiftet. Rapport >>
- Mercedes Lucas, M., Stoddard, F.L., Annicchiarico, P., Frias, J., Martinez Villaluenga, C., Sussmann, D., Duranti, M., Seger, A., Zander, P.M., og Pueyo, J.J. (2015). The future of lupin as a protein crop in Europe. *Frontiers in Plant Science* 6.
- Mulder, W., van der Peet-Schwering, C., Hua, N.P., og van Ree, R. (2016) Proteins for Food, Feed and Biobased Applications. Rapport. IEA Bioenergy.
- Multari, S., Stewart, D., og Russell, W.R. (2015). Potential of Fava bean as Future Protein Supply to Partially Replace Meat Intake In Human Diet. *Comprehensive reviews in food science and food safety* 14.
- Pulse Australia (2018) >>
- Prins, U., og Nuijten, E. 2013. Optimizing lupin production for human consumption in The Netherlands. Louis Bolk Institute >>
- Rastogi, A., og Shukla, S. (2013). Amaranth: A New Millennium Crop of Nutraceutical Values. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 53, 109-125.
- Sari, Y.W. (2015). Biomass and its potential for protein and amino acids; valorizing agricultural byproducts. Phd.-thesis. Wageningen University.
- Saturni, L., Ferretti, G., og Bacchetti, G. (2010). The gluten-free diet: Safety and nutritional value. *Nutrients* 2, 16-34.
- Sedlakova, K., Strakova, E., Suchy, P., Krejcarova, J., og Herzig, I. (2016). Lupin as a perspective protein plant for animal and human nutrition. *ACTA VET. BRNO*. 85, 165-175.
- Swanson, B.G. (1990). Pea and lentil protein extraction and functionality. *Journal of American Oil Chemists Society* 67(5).
- Tang, Y., og Tsao, R. (2017). Phytochemicals in quinoa and amaranth grains and their antioxidant, anti-inflammatory, and potential health beneficial effects: a review. *Molecular Nutrition Food Research* 61(7).
- Urosevic, M.I., Hennig-Pauka, I., Tichy, A., Stojanac, N., og Ratajac, R (2015). Effect of different proportions of popped amaranth grain (*Amaranthus cruentus*) as an iron supplement in piglet diets on selected blood indicators. *ACTA VET. BRNO* 84: 277–287.
- Venskutonis, P.R., og Kraujalis, P. (2013). Nutritional components of amaranth seeds and vegetables: A review on composition, properties, and uses. *Comprehensive reviews in Food Science and Food Safety* 12.
- Zhu, F. (2017). Structures, physicochemical properties, and applications of amaranth starch. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 57(2), 313-325.

SEGES

Landbrug & Fødevarer F.m.b.A.

Agro Food Park 15
DK 8200 Aarhus N

+45 8740 5000

info@seges.dk
seges.dk

