



## Notat Planteproteiner

21. marts 2018  
Projekt nr. 2006272  
MDAG/MT

Margit Dall Aaslyng

### Baggrund

I projektet 'Nye proteinkombinationer med plante- og kødproteiner' ønsker vi at udvikle kødprodukter, hvor en væsentlig del af proteinerne er udskiftet med planteproteiner. Målet er at lave kødprodukter med mindre kød i, der er målrettet forbrugere, som ønsker at spise mindre kød uden helt at stoppe med kødet.

Der er imidlertid forskellige udfordringer både med tekstur og smag i sådanne produkter. Projektet skal derfor undersøge, hvilke teknologiske muligheder der er for at producere produkter med høj spisekvalitet.

Som baggrund for valg af proteiner er der lavet en litteraturopsamling af relevante planteproteiner og deres funktionalitet. Målet er at give en kvalificeret baggrund for beslutning om, hvilke planteproteiner der skal anvendes i projektet, samt hvilke procesparametre der vil være relevante for disse.

Notatet er bygget op med en indledende oversigt over de proteiner, der beskrives, samt deres funktionelle egenskaber. Herefter gennemgås proteintyperne en ad gangen, hvor også deres ernæringsmæssige værdi beskrives. Afsluttende gives et overblik over relevante produkter på markedet, hvor planteproteiner anvendes til kødlignende produkter.

### Oversigt over proteiner

Planteproteiner, der kan være relevante som tilsætning til kødprodukter, kan deles op i følgende grupper (Phillips & Williams, 2011):

- 1) Proteiner fra oliefrø (soja, raps)
- 2) Proteiner fra (øvrige) bælgeplanter (ærter, kikærter, lupin)
- 3) Proteiner fra knoldfrugter (kartofler)
- 4) Proteiner fra cerealier (hvede, ris)
- 4) Øvrige proteiner (alger, insekter, mycoproteiner)

I det efterfølgende vil den sidste gruppe ikke blive omtalt yderligere.

Når proteinernes anvendelighed ved tilsætning til kødprodukter skal vurderes, er følgende funktionelle egenskaber væsentlige:

- opløselighed herunder afhængighed af pH
- emulgerende egenskaber
- gellingsegenskaber
- vandbindeevne
- salttolerancer
- aminosyresammensætning

Herudover er smag vigtig.

I planter er der to hovedgrupper af proteiner: globuliner og albuminer. Globuliner er en familie af store globulære proteiner, der er uopløselige i vand. I stedet er de opløselige i svage saltopløsninger. Albuminer er en gruppe af mindre globulære proteiner (der ikke er globuliner), der er vandopløselige. Ofte er de native proteiner helt eller delvist denatureret for at øge deres funktionalitet, da de som native proteiner er globulære og derfor ikke har funktionelle egenskaber i sig selv. For at sikre en optimal tekstur af produktet er det ligeledes ønskeligt, hvis planteproteinerne kan danne fibrøse strukturer, som er den struktur, kødproteiner har. Dette kan gøres ved fx ekstrudering.

I nedenstående tabel gives et overblik over relevante planteproteiner og deres funktionelle egenskaber, hvor dette er muligt.

**Table 1.** Relevante planteproteiner og deres funktionelle egenskaber.

<b>Proteintype</b>	<b>Opløselighed</b>	<b>pI</b>	<b>Emulgerende egenskaber</b>	<b>Gelatinerende egenskaber</b>	<b>Øvrigt</b>	<b>Tilgængelighed (eksempler)</b>
Soja			B-conglycinin er bedst, men er ikke så termisk stabil som glycinin	B-conglycinin blød og elastisk  Glycinin hård	Allergent Kan danne fibrøse strukturer	Dupont® m.fl.
Ærte	Lavest mellem pH 4 og pH 5		Bedst ved pH 0, men ok ved pH 5. Dårlig ved pH 7	Som soja	Kan danne fibrøse strukturer	AM Nutrition Roquette Axiom foods
Raps	Vandopløseligt/ saltopløseligt		Varierende resultater	Bedst ved pH<4,5, men kan ske ved pH 5,4	Lavallergent, men har andre antinutrientielle faktorer, der skal fjernes	Teutexx proteins
Kartoffel		pH 4,5-5,2 (pataniner) pH 4,5-9,0 (proteaseinhibitorer)	Menes at være bedre end soja			Avebe
Ris	Bedst ved pH <3 eller >10	4,1-7,9 afhængig af protein		Forholdsvis dårligt ved pH 5-6		Axiom foods
Hvede/gluten					Kan give intolerans (cøliaki) Proteinerne er temperaturfølsomme omkring 80-90°C	

## Sojaprotein

### Proteinstruktur

90% af proteinerne er 'storage proteins' primært glycinin og  $\beta$ -conglycinin. Begge proteiner er globulære.

$\beta$ -conglycinin er et glykoprotein med tre store subunits og en molekylvægt på 150-200 kDa. Derudover er der en mindre subunit kaldet  $\gamma$ .

Glycinin er en hexamer, det vil sige, at den har seks peptidkæder, med en molekylvægt på omkring 300-380 kDa. Hver subunit har en sur og en basisk del. Glycinin kan dissociere afhængig af pH og temperatur.

Forholdet mellem glycinin og  $\beta$ -conglycinin afhænger af sort (Fukushima, 2004) hvorved forskellige sojaprodukter kan have forskellig funktionalitet afhængig af forholdet mellem de to proteinfraktioner.

### Emulgerende evne

$\beta$ -conglycinin har bedre emulgeringsevne end glycinin, men er mere termisk ustabil (Fukushima, 2004).

### Geldannende evne

Glycinin danner en hård gel, mens  $\beta$ -conglycinin danner en blødere og elastisk gel (Fukushima, 2004).

### Aminosyresammensætning

**Tablet 2.** Aminosyresammensætning i sojabønneprotein relateret til behov i forskellige aldre (Fukushima, 2004).

Amino acid (mg/g protein)	Pattern of requirement				Amino acid composition of soybeans
	3-4 Mo.	2-5 Yr.	10-12 Yr.	Adult	
His	26	19	19	16	27
Ile	46	28	28	13	48
Leu	93	66	44	19	78
Lys	66	58	44	16	61
Met + Cys	42	25	22	17	26
Phe + Tyr	72	63	22	19	90
Thr	43	34	28	9	35
Trp	17	11	9	5	13
Val	55	35	25	13	48
Total (including His)	460	339	241	127	426
Total (minus His)	434	320	222	111	399

<sup>(1)</sup> Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation (1985).

### Tilgængelighed

Sojaprotein er nemt tilgængeligt kommercielt fx fra Dupont®, hvor det både findes som pulver og textureret.

### Øvrigt

Soja kan have en off-flavour, der begrænser brugen i fødevarer. Visse sojaproteiner er allergene (Fukushima, 2004).

## **Ærteprotein**

### *Proteinstruktur*

Ærteprotein kan generelt inddeles i fire klasser:

- globuliner (main storage protein)
- albuminer (proteiner med en funktionel rolle)
- prolamin (opløselig i alkohol)
- glutenin (uopløseligt, undersøges sjældent) (Chao, Jung, & Aluko, 2018).

Globulinerne er ofte det fremherskende protein i proteinisolater (Arntfield & Maskus, 2011).

Globulinerne består af proteinfraktionerne legumin, vicilin og convicilin. Legumin er en hexamer, dvs. den består af seks peptidkæder. Den har en basisk subunit på omkring 20 kDa og en sur subunit på omkring 40 kDa. Vicilin består primært af fire subunits på 30, 34, 47 og 50 kDa. Convicilin betegnes også som en  $\alpha$ -subunit af vicilin (Munialo, Martin, van der Linden, & de Jongh, 2014).

### *Opløselighed*

Opløseligheden afhænger af kvaliteten. I kommercielle ærteproteiner kan der være lav opløselighed pga. denaturering under tørringsprocessen (Chao et al., 2018). Opløseligheden er lavest mellem pH 4 og pH 6 (pH i kød er typisk mellem 5,5 og 6,0), hvorefter den stiger både ved lavere og højere pH (Chao et al., 2018). Vicilin er mere opløseligt end legumin ved alle pH-værdier (Arntfield & Maskus, 2011).

### *Emulgerende evne*

Ærteproteinisolat har den bedste emulsionsevne ved pH 3 i forhold til pH 5 og pH 7 (Chao et al., 2018). Stabiliteten er dog omtrent den samme ved pH 3 og pH 5, mens den er dårligere ved pH 7, dog afhængig af proteinkoncentrationen.

### *Geldannende evne*

Ærteproteiner, der har dannet fibriller, kan danne et gel-netværk, der har styrke svarende til sojaprotein, men svagere end valleprotein (Munialo et al., 2014). Styrken afhænger dog af procesparametrene (Arntfield & Maskus, 2011).

*Aminosyresammensætning*

**Tabel 3.** Aminosyresammensætning i kommercielle ærteproteinprodukter sammenlignet med FAO-anbefalinger (Arntfield & Maskus, 2011)

Property	FAO/WHO/UNU (2007) indispensable amino acid requirements	Propulse™ Nutri-Pea, Canada (Nutra-Pea, 2010)	Nutralys® Roquette Group, France (Roquette, 2010)	Pisane® Cosucra Groupe, Belgium (AB Ingredients, 2010)
% protein		82	80	88–90
Digestibility (%)		98	98	98
PDCAAS*		.98		.82
Biological value		78		53
Branched chain amino acids (%)		18	18	18
Histidine <sup>1,2</sup>	1.5	2.5	2.5	2.5
Isoleucine <sup>1,2</sup>	3.0	4.4	4.7	4.5
Leucine <sup>1,2</sup>	5.9	8.5	8.2	8.4
Lysine <sup>1,2</sup>	4.5	7.7	7.1	7.2
Methionine + Cystine <sup>1,2</sup>	2.2	1.5	2.1	2.1
Phenylalanine + Tyrosine <sup>1,2</sup>	2.5	9.7	9.3	9.3
Threonine <sup>1,2</sup>	2.3	3.8	3.8	3.9
Tryptophan <sup>1,2</sup>	0.6	0.8	1.0	1.0
Valine <sup>1,2</sup>	3.9	4.9	5.0	3.0
Alanine <sup>2</sup>		4.0	4.3	
Arginine <sup>2</sup>		8.2	8.7	
Aspartic acid <sup>2</sup>		12.0	11.5	
Glutamic acid <sup>2</sup>		18.5	16.7	
Glycine <sup>2</sup>		4.1	4.0	
Proline <sup>2</sup>		4.1	4.3	
Serine <sup>2</sup>		5.3	5.1	

\* Protein digestibility corrected amino acid score = amino acid score × digestibility.

<sup>1</sup> Indispensable (essential) amino acid.

<sup>2</sup> All amino acids are reported as g/100 g protein.

*Tilgængelighed*

Kan bl.a. leveres af AM Nutrition, der både har proteinisolater og ekstruderet ærteprotein i to finhedsgrader.

Roquette Group Frankrig leverer ligeledes ærteproteinet Nutralys®, der skulle være velegnet til kødprodukter. Produktet er fremstillet af gule ærter og har et proteinindhold på 85-90%.

Axiom foods leverer ligeledes ærteprotein.

*Øvrigt*

Ærteprotein kan danne fibriller, som har struktur svarende til de fibriller, sojaprotein danner (Munialo et al., 2014).

Ærteproteiner skulle ifølge (Arntfield & Maskus, 2011) ikke i sig selv være allergene i modsætning til soja, men krydsallergi kan forekomme.

## **Rapsprotein**

<i>Proteinstruktur</i>	To proteintyper er identificeret som de primære: cruciferin, der er saltopløseligt, og napin, der er vandopløseligt og mindre end cruciferin. Napin er et albumin, der består af to polypeptidkæder (Arntfield, 2011).
<i>Opløselighed</i>	Napin er vandopløseligt. pH-afhængighed er ikke angivet (Arntfield, 2011).
<i>Temperatur</i>	Patatin denaturerer omkring 20°C lavere end fx sojaprotein (Arntfield, 2011).
<i>Emulgerende evne</i>	Der er varierende resultater om rapsproteins emulgerende egenskaber (Arntfield, 2011).
<i>Gelatinerende evne</i>	Cruciferin er bedre end napin til at danne geler. Bedst ved lav pH (<4,5) og med salt (0,35% NaCl). Det kan dog lade sig gøre at lave geler ved pH 5,4 (Arntfield, 2011).
<i>Tilgængelighed</i>	Fx har Teutexx proteins to forskellige food grade rapsproteinprodukter, Vitalex <sup>®</sup> og Isolex <sup>®</sup> .
<i>Øvrigt</i>	Meget lavallergent (Arntfield, 2011).

## **Kartoffelprotein**

### *Proteinstruktur*

Der er ca. 20 g protein pr. kg frisk vægt af kartofler. Ved processing af kartofler kommer der et spildprodukt, hvor proteinindholdet dog er væsentligt højere, hvorfor det kan udnyttes kommercielt som kartoffelprotein (Kärenlampi & White, 2009).

Kartoffelproteiner kan inddeles i tre grupper, hvoraf de to første er de mest udbredte og de bedst karakteriserede:

- 1) Patatiner (ca. 40% af opløseligt protein)
- 2) Proteaseinhibitorer (ca. 50% af opløseligt protein)
- 3) Øvrige

Patatinerne er 'storage' proteiner og består af en gruppe glykoproteiner omkring 40-45 kDa. I modsætning hertil er proteaseinhibitorerne en mere heterogen gruppe, der kan inddeles i fem familier. Størrelsen kan variere mellem 5 og 25 kDa. Den præcise sammensætning afhænger af kartoffelsorten.

Proteaseinhibitorerne har antinutriel effekt, idet de reducerer proteinfordøjeligheden. De denaturerer dog under varmebehandling, hvorved den antinutrielle effekt reduceres.

Proteinisolater fremstilles traditionelt ved en sur varmebehandling hvorved proteinerne udfældes. Herved mister proteinerne deres funktionalitet (Kärenlampi & White, 2009).

### *Temperaturfølsomhed*

Proteinerne udfoldes ved temperaturer mellem 55 og 75°C (Kärenlampi & White, 2009).

### *pI*

Patatiner: pH 4,5-5,2. Denaturerer ved  $\text{pH} \leq 4,5$   
Proteaseinhibitorer: 4,5-9,0 afhængig af gruppe (Alting, Pouvreau, Giuseppin, & van Nieuwenhuijzen, 2011).

### *Emulgerende evne*

Er kun dårligt beskrevet i litteraturen, men menes at være bedre end valleprotein og sojaprotein, især proteaseinhibitorgruppen (Alting et al., 2011).



*Aminosyresammensætning*

**Tabel 4.** Indhold af udvalgte aminosyregrupper i tre kartoffelproteinfraktioner (solanic) relativt til andre proteintyper (Alting et al., 2011).

g/100 g protein	Solanic HMW	Solanic LMW	Solanic total isolate	WPI	Ca-Cas	Egg white	SPI
Lysine	7.2	7.6	7.3	10.2	7.6	6.8	6
Branched amino acids	20	23	22	23	19	20	17
Essential amino acids	50	52	52	51	46	50	45
S-containing met + cys	3.4	3.9	3.7	5.1	3.2	6	2.5
Aromatic phe + tyr	11.7	12.1	11.6	6.9	10.4	9.7	8.9

WPI Whey protein isolate.  
Ca-Cas Calcium caseinate.  
Egg white Egg albumin.  
SPI Soy protein isolate.

*Tilgængelighed*

Avebe sælger kartoffelproteinkoncentratet Solanic®. KMC har vist interesse for projektet, men ifølge deres hjemmeside sælger de kun protein til foder.

*Øvrigt*

Hydrolyseret kartoffelprotein har vist antioxidativ effekt, men er samtidig bitter pga. flere peptider med hydrophobe aminosyrer.

Kartoffelproteiner betegnes som lav-allergene, dvs. der er set allergi overfor dem, men det er ikke så udbredt som andre proteinkilder.

## **Risprotein**

*Proteinstruktur* Risprotein består af fire proteinfraktioner:

- albumin (vandopløselige)
- globulin (saltopløselige)
- glutelin (baseopløselige)
- prolamin (ethanolopløselig)

Hvoraf den sidste er den mindste fraktion. Forholdet mellem de andre afhænger af typen af ris, hvor brune ris har et stort indhold af glutelin i forhold til andre rissorter.

Albumin er vandopløseligt. Det isoelektriske punkt er omkring pH 4,1. Størrelsen varierer mellem 10 og 200 kDa. Findes i cytoplasmaet i cellen.

Globulin er saltopløseligt. Den har to pI – 4,3 og 7,9. Findes ligesom albumin i cytoplasmaen i cellen.

Glutenin er den største proteinfraktion og udgør omkring 75-81% af proteinet. Er krystallinsk 'storage' protein i cellen. Den har lav opløselighed ved neutralt pH, men kan opløses ved pH > 10 og < 3. Den består af to polypeptidenheder, der er 30-340 kDa henholdsvis 19-23 kDa.

Prolamin er den mindste proteinfraktion (3-6% af total protein) og findes som store, runde fraktioner i cellens cytoplasma. Den er alkoholopløselig, men uopløselig i vand (Amagliani, O'Regan, Kelly, & O'Mahony, 2017).

*Opløselighed* Afhænger af proteinfraktion. Glutenin, der er den største fraktion, er opløselig ved surt henholdsvis basisk pH, men ikke ved neutralt. Generelt er risprotein mindst opløseligt ved pH 4-5, mens det stiger ved lavere og højere pH. Afhænger dog af risen (ris bran/hvid ris/brun ris) (Amagliani et al., 2017).

*pI* Afhænger af proteinfraktionen. Glutenin, der er den største fraktion, har pI på 4,8 ifølge en undersøgelse, mens en anden viser pI på 5,0-8,0 henholdsvis 8,0-11,0 afhængig af subunit (Amagliani et al., 2017).

*Foaming capacity* Afhænger af pH og er lav ved pH 5 i forhold til pH 11. Øges saltkoncentrationen fra 0,4 til 0,8%, blev foaming capacity øget i hvid og brun ris, mens der i risklid var yderligere effekt ved at øge saltkoncentrationen op til 2% (Amagliani et al., 2017).

- Emulgerings-  
evne* Forholdsvis dårlig ved pH 5-6 (Amagliani et al., 2017).
- Vandbindeevne-  
/fedtbindeevne* Vand: 1,49-5,60 g/g afhængig af risen og af undersøgelsen.  
Olie: 2,14-9,18 g/g afhængig af risen og af undersøgelsen (Amagliani et al., 2017).
- Aminosyresam-  
mensætning* Proteinfordøjeligheden skulle være højere end i korn og majs.  
Aminosyresammensætningen afhænger af proteinfraktion, hvilket fremgår af tabel 5.

**Tabel 5.** Aminosyresammensætning af proteinfraktionerne i ris (Amagliani et al., 2017)

Amino acid	Albumin	Globulin	Glutelin	Prolamin
Alanine	7.1–8.5	5.6–6.3	5.6–5.9	6.7–7.6
Arginine	7.9–10	7.2–14	9.0–11	6.1–6.9
Aspartic acid	10–11	7.1–14	10–11	8.3–8.7
Cysteine	1.9–2.3	3.3–4.0	1.2–1.8	trace-0.8
Glutamic acid	13–18	17–19	19–21	23–33
Glycine	6.3–8.4	5.8–6.4	4.3–5.3	3.0–3.7
Histidine	2.9–3.4	1.7–2.7	2.6–2.7	1.3–2.1
Isoleucine	3.5–3.8	2.4–4.1	4.3–4.7	4.6–5.2
Leucine	6.6–8.0	6.6–6.8	7.3–9.3	13–15
Lysine	5.1–6.4	1.9–3.7	2.7–4.5	0.3–1.2
Methionine	1.9–2.1	3.0–5.4	2.0–3.1	0.5–0.9
Phenylalanine	3.7–4.6	3.3–4.8	5.4–6.0	5.8–6.7
Proline	4.5–7.1	3.8–7.5	4.9–6.2	5.0–6.7
Serine	4.2–5.4	5.5–6.5	4.5–6.2	4.2–6.1
Threonine	4.2–5.2	2.5–2.7	2.8–5.1	2.5–2.8
Tryptophan	1.5–1.8	1.4–1.5	1.0–1.6	0.5–2.6
Tyrosine	4.4–5.1	5.5–6.3	5.3–5.5	9.2–9.9
Valine	5.9–7.8	5.4–6.5	6.3–6.9	6.5–7.1

- Tilgængelighed* Fx Axiom foods.
- Øvrigt* Produktionen af ris er klimabelastende svarende til kylling.  
Bruges ofte som alternativ til soja og mælkeproteiner (casein og valle) ved proteinberigelse. Er lavallergent.

Pga. den lave opløselighed kræver det fx hydrolyse for at forbedre de funktionelle egenskaber.

### **Glutenproteiner**

<i>Proteinstruktur</i>	Gluten består af gliadin (monomer) og glutenin (polymer) i et vægtforhold omkring 65/45 (Emin, Quevedo, Wilhelm, & Karbstein, 2017).
<i>Temperaturfølsomhed</i>	Der sker en ændring i $G^*$ (complex modulus) omkring 80°C, dog afhængig af vandindhold da det først sker omkring 90°C, hvis vandindholdet er 20% i modsætning til 30% og 40%. Dette svarer til, hvordan proteinerne vil ændre sig under en kombination af varme og mekanisk stress i en efterligning af ekstruderingsforhold (Emin et al., 2017).
<i>Øvrigt</i>	Gluten er et allergen. Samtidig kan man have intolerans overfor gluten (cøliaki).

## **Andet**

### *Tilsætning af gelatine*

Ersch, van der Linden, Martin, and Venema (2016) har undersøgt mikrostruktur i geler af forskellige globulære proteiner.

Valleproteinisolat og sojaproteinisolat dannede gel med og uden gelatine. Gelerne blev karakteriseret ved bl.a. diameter af gel-blokke, gel-porre-størrelse og afstand mellem gel-blokke ved confocal-laser-scanning-microscopy. Tilsætning af gelatine gav en mere grov struktur.

### *Forbedring af funktionelle egenskaber*

Planteproteiner er globulære, hvilket reducerer deres funktionelle egenskaber (emulgering, geldannelse, skumdannelse). Det er muligt at lave en denaturering af proteinerne ved at ændre pH, hvorefter man regulerer pH tilbage igen. Alkalisk pH-ændring er mere effektiv end en sur pH-ændring. Både emulgerende egenskaber og opløselighed er forbedret efter dette (Jiang, Wang, & Xiong, 2018).

### *Blanding af proteiner*

Generelt er der kun få undersøgelser af, hvad der sker, hvis man blander forskellige globulære proteiner. I en undersøgelse blev soja- og valleprotein blandet i forskellige forhold og gelstyrken undersøgt. Ved at erstatte valleprotein med sojaprotein blev mikrostrukturen mere homogen og mindre grov allerede ved 10% soja. Ved 0,1 M NaCl skete den største ændring mellem 0% og 10% soja, mens forskellen var mere lineær ved 0,3 M salt. Forskellen kan forklares ud fra forskellig denatureringstemperatur afhængig af saltkoncentration. Forsøget viser, at kombination af proteiner kan være med at skabe nye, skræddersyede teksturer (Jose, Pouvreau, & Martin, 2016).

## **Relevante produkter på markedet**

De planteproteinprodukter, der er på markedet, kan inddeles i tre grupper:

- Meat extenders. Reducerer kødindholdet og forbedrer kødstruktur, vandbindeevne m.m. Et eksempel er sojaprotein tilsat i lave koncentrationer
- Kød-substitutter, der har de samme ernæringsmæssige kvaliteter som kød, men adskiller sig sensorisk. Dette er fx veggieburgere lavet på grønsager eller kornprotein
- Kødanaloger, der realistisk imiterer smag og tekstur af kød fx 'Naturli hakket'

(Food Marketing & Technology, Februar 2016).

Når planteprotein skal erstatte kød/kødprotein er der udfordringer såvel med teksturen som med smagen. Begge dele skal derfor optimeres i en produktudviklingsfase. I rene planteprodukter kan dette være en udfordring, mens det forventes at være nemmere ved at kombinere kød- og planteprotein.

Nedenfor er beskrevet tre forskellige typer kødanaloger som eksempel på produkter, der er på markedet i dag.

**Imiteret kød**

**Naturlig Hakket**

Fremstillet af sojaprotein samt hvedegluten. Derudover tilsat mandel, Karl Johansvampe m.m. Fremstår i pakken som et hakket kødprodukt, men når man former det, føles det som modellervoks. Saltindholdet er 1,2 g/100 g.



**Beyond meat**

Ejes af Tyson Foods (amerikansk kødproducent). Fremstiller imiteret hakket oksekød og strimlet kyllingekød ud fra en kombination af ærte- og sojaprotein.



### *Impossible burger*

Fremstillet på baggrund af textureret hvedeprotein, kartoffelprotein samt et hæmoglobinlignende protein fra planter. Der findes tre burgerrestauranter i USA, som serverer The impossible burger.



### *Goodbite*

Er vegetariske, men ikke veganske, dvs. der er æg og mælk i produkterne. Er i øvrigt lavet på soja og gluten. Producerer alt fra "bacon" og "burgere" til "hakket kød" og "schnitzler". Firmaet er hollandsk, og de fremhæver på deres hjemmeside, at deres produkt indeholder de samme næringsstoffer som kød.



## Referencer

Alting, A. C., Pouvreau, L., Giuseppin, M. L. F., & van Nieuwenhuijzen, N. H. (2011). 12 – Potato proteins *Handbook of Food Proteins* (pp. 316-334): Woodhead Publishing.

Amagliani, L., O'Regan, J., Kelly, A. L., & O'Mahony, J. A. (2017). Composition and protein profile analysis of rice protein ingredients. *Journal of Food Composition and Analysis*, *59*, 18-26. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2016.12.026>

Arntfield, S. D. (2011). 11 – Canola and other oilseed proteins *Handbook of Food Proteins* (pp. 289-315): Woodhead Publishing.

Arntfield, S. D., & Maskus, H. D. (2011). 9 – Peas and other legume proteins *Handbook of Food Proteins* (pp. 233-266): Woodhead Publishing.

Chao, D., Jung, S., & Aluko, R. E. (2018). Physicochemical and functional properties of high pressure-treated isolated pea protein. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, *45*, 179-185. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2017.10.014>

Emin, M. A., Quevedo, M., Wilhelm, M., & Karbstein, H. P. (2017). Analysis of the reaction behavior of highly concentrated plant proteins in extrusion-like conditions. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, *44*, 15-20. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2017.09.013>

Ersch, C., van der Linden, E., Martin, A., & Venema, P. (2016). Interactions in protein mixtures. Part II: A virial approach to predict phase behavior. *Food Hydrocolloids*, *52*, 991-1002. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2015.07.021>

Food Marketing & Technology (2016) Meat Substitute Products on the Basis of Plant Protein. Is the vision of a meatless future in the year 2050 realistic? February, 28-30.

Fukushima, D. (2004). 6 – Soy proteins A2 – Yada, R.Y *Proteins in Food Processing* (pp. 123-145): Woodhead Publishing.

Jiang, J., Wang, Q., & Xiong, Y. L. (2018). A pH shift approach to the improvement of interfacial properties of plant seed proteins. *Current Opinion in Food Science*, *19*, 50-56. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2018.01.002>



Jose, J., Pouvreau, L., & Martin, A. H. (2016). Mixing whey and soy proteins: Consequences for the gel mechanical response and water holding. *Food Hydrocolloids*, 60, 216-224. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2016.03.031>

Kärenlampi, S. O., & White, P. J. (2009). Chapter 5 – Potato Proteins, Lipids, and Minerals *Advances in Potato Chemistry and Technology* (pp. 99-125). San Diego: Academic Press.

Munialo, C. D., Martin, A. H., van der Linden, E., & de Jongh, H. H. J. (2014). Fibril Formation from Pea Protein and Subsequent Gel Formation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 62(11), 2418-2427. doi: 10.1021/jf4055215

Phillips, G. O., & Williams, P. A. (2011). 1 – Introduction to food proteins *Handbook of Food Proteins* (pp. 1-12): Woodhead Publishing.