

# Fakta om **plante**proteiners vej fra plante til fødevarer



Folderen er udarbejdet af SEGES med det formål at fremme forståelse, samarbejde og kommunikation mellem alle aktører i den plantebaserede fødevareværdikæde.

Forfattere:  
Landskonsulent i plantebaserede fødevarer  
Mette Damborg Hansen

Praktikant, Kemi- og fødvareteknologistuderende (diplomingeniør) Asta Brun

Afdeling for Plante- og Miljøinnovation  
Landbrug & Fødevarer F.m.b.A.  
SEGES

For yderligere kommunikation kontakt:  
Mette Damborg Hansen  
Mail: meha@seges.dk

December 2021

STØTTET AF

**Promille**afgiftsfonden for landbrug

**SEGES**  
INNOVATION

**Dansk fødevareerhverv er under forandring og skal i fremtiden producere mere klimaeffektivt og levere flere fødevarer.**

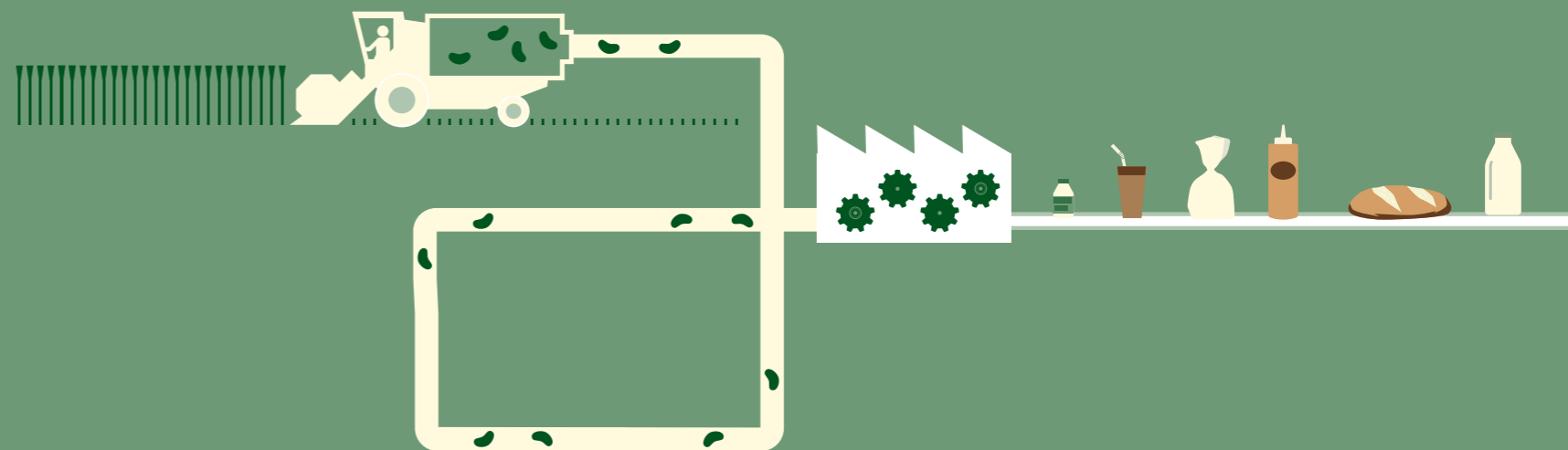
## Fakta om planteproteiners vej fra plante til fødevarer

I de nationale kostråd er der øget fokus på både klima og sundhed. En af anbefalingerne er at spise mere plantebaseret<sup>1)</sup>, og mere specifikt, at danskerne skal øge indtaget af bælgplanter fra 5 g til 100 g (tilberedt vægt) om dagen. Bælgplanter indeholder naturligt store mængder protein<sup>2)</sup>, og har derudover en lav energitæthed, som fremmer energibalancen<sup>3)</sup>.

Derudover minimere dyrkning af bælgplanter klima-aftrykket, idet de i samarbejde med mikroorganismer kan fiksere frit kvælstof fra atmosfæren, og derfor ikke kræver gødning med kvælstof.

Især den yngre del af befolkningen angiver, at de ønsker at spise mere plantebaseret, og forbrugersundersøgelser tyder på, at trenden vil vare ved<sup>4)</sup>.

I takt med en stigende interesse for plantebaserede fødevarer, er der kommet et større udvalg af plantebaserede produkter. Den stigende anvendelse og efterspørgsel på planteproteiner til fødevarer stiller nye krav til producenter og aftagere af råvarer og ingredienser til plantebaserede fødevarer. Samtidig er der behov for, at aktørerne i værdikæden etablerer et fælles indblik og en fælles forståelse for proteinets vej fra plante til fødevarer, så det fremadrettet bliver nemmere at samarbejde om at udvikle kvaliteten af planteproteiner. I det følgende beskrives proteinets vej fra planten til fødevarer, fra proteiners opbygning, over forarbejdningsprocesser til proteinernes anvendelsesmuligheder som råvarer eller som ingrediens i plantebaserede fødevarer.



## Proteiner

Proteiner er opbygget af 20 forskellige aminosyrer, og kombinationen af aminosyrerne bestemmer proteinets egenskaber. Proteiner fra planter varierer fra animalske proteiner, der findes i fødevarer som æg, mælk og kød. De kan f.eks. have forskellige egenskaber, størrelser og indhold af aminosyrer<sup>5</sup>.

### Sundhed

Kroppen kan ikke selv producere 8 ud af 20 aminosyrer, 9 for børn, så disse skal indtages med kosten. Alle celler og væv i kroppen indeholder proteiner, som kræver nyt protein til vedligeholdelse og opbygning af celler og væv<sup>6</sup>. Celler og væv fornyes i løbet af dage eller år afhængigt af typen og er i konstant udvikling i kroppen<sup>7</sup>. Samtidig bidrager proteiner til immunforsvaret og dannelsen af hormoner, og det er derfor vigtigt at indtage nok protein via kosten<sup>6</sup>.

Det er vigtigt at sørge for at få en varieret kost, der dækker den enkeltes behov for næringsstoffer. Menneskers behov er forskellige gennem livet, hvor specielt småbørn har behov for essentielle aminosyrer til deres vækst<sup>5</sup>, mens ældre og svært syge ligeledes har et øget behov for protein grundet en øget nedbrydning af bl.a. muskelvæv<sup>8</sup>.

Animalske proteiner dækker generelt det fulde behov fra alle de essentielle aminosyrer og kaldes derfor komplette. Planteproteiner mangler ofte en eller flere aminosyrer og er dermed ikke komplette<sup>9</sup>. Planteproteiner fra forskellige afgrøder kan være gode til at komplementere hinanden, idet én afgrøde ofte mangler essentielle aminosyrer, som en anden afgrøde kan levere. F.eks. har bælplanter ofte mangel på methionin, men store mængder lysin, hvor der for korn gælder det modsatte<sup>5</sup>. Derfor er det hensigtsmæssigt at sammensætte bælplanter og korn i plantebaserede fødevarer for at opnå en komplet aminosyresammensætning.

### Biotilgængelighed

Proteiners kvalitet afhænger ikke blot af en velafbalanceret aminosyresammensætning, de skal også kunne optages i kroppen, før de giver værdi. Graden af fordøjelighed i kroppen er dog forskellig fra proteintype til proteintype og afhænger af biotilgængeligheden af proteinerne<sup>5</sup>. Biotilgængelighed er andelen af et næringsstof, der kan absorberes i kroppen<sup>10</sup>.

## Udvalgte faktorer og processer, der påvirker biotilgængeligheden

Forarbejdningsmetoder kan påvirke biotilgængeligheden af proteiner, og flere af dem øger tilgængeligheden, heriblandt ekstrudering, varme og fermentering<sup>11</sup>.

### Dyrkningsforhold

Dyrkningsforhold kan påvirke proteinindholdet. Tørke og varme kan sænke eller øge proteinindholdet, afhængigt af planten, graden af tørke og varme<sup>12,13</sup>. Kulde, salte og tungmetaller i jorden kan reducere proteinindholdet<sup>12</sup>.

### Antinæringsstoffer

Antinæringsstoffer sænker biotilgængeligheden af næringsstoffer. De kan bl.a. binde sig til eller påvirke de kemiske bindinger i næringsstofferne, således kroppen ikke kan udnytte dem til fulde. Herudover kan indtagelse give uønskede gener eller være et forstadium til giftstoffer<sup>9,14</sup>.

På trods af en nedsat biotilgængelighed, har flere antinæringsstoffer positive egenskaber, f.eks. er nogle antinæringsstoffer antioxidant og antikarcinogener mm<sup>14</sup>. Yderligere beskytter antinæringsstoffer planten mod angreb og andre uønskede påvirkninger i naturen<sup>9,14</sup>.

### Ekstrudering

Ekstrudering er en proces, hvor en råvare forarbejdes mekanisk under varmetilførsel og ofte med stigende tryk<sup>5,11</sup>. Stres fra varmen og den mekaniske proces får proteinerne til at folde sig ud, hvilket øger biotilgængeligheden<sup>15</sup>. Ekstrudering benyttes bl.a. til at give planteproteiner teksturer, der minder om kød<sup>15</sup>.

### Varme

Varmebehandling gør ofte proteiner mere tilgængelige, men i visse tilfælde gælder det modsatte. Det afhænger meget af fødevarer og graden af opvarmning. Den højere tilgængelighed er et resultat af, at proteiner ofte folder sig ud under varmetilførsel, og dermed er lettere at tilgå i kroppen. Samtidig bliver nogle antinæringsstoffer nedbrudt ved varmebehandling. Høje temperaturer kan bryde eller skabe nye kemiske forbindelser internt i proteinet, som gør proteinet sværere at nedbryde for kroppens enzymer. Derudover kan proteinet aggregere, hvilket betyder, at proteinerne sammenklumpes og kan være svære at udnytte i kroppen<sup>11</sup>.

Ristning kan påvirke proteinopløseligheden - og visse aminosyrer - negativt, da der kan ske en kemisk reaktion, hvor en del af aminosyren, Lysin, binder sig til kulhydrater<sup>16</sup>.

### Højt hydrostatisk trykbehandling

Højt hydrostatisk tryk er et højtryk, der produceres med vand som medie. Når en fødevarer udsættes for trykket, mindskes volumen af fødevarer og nogle bestemte kemiske bindinger brydes<sup>17</sup>.

Processen kan reducere antinæringsstoffer<sup>11</sup> og dermed øge næringsværdien i fødevarer<sup>17</sup>. Yderligere kan behandlingen påvirke geleringsvnen, skumdannelse og stabilitet, samt emulgeringsaktivitet og -stabilitet positivt<sup>17,18</sup>.

### Fermentering

Fermentering er en proces hvor man benytter skimmelsvampe, gær eller bakterier til at omdanne et produkt eller fjerne uønskede stoffer i råvaren<sup>19</sup>. Mikroorganismene kan danne enzymer, der nedbryder makromolekyler til mindre og lettilgængelige molekyler<sup>20</sup>.

Processen er med til at øge holdbarheden, smagen, duften og/eller næringsværdien, mm. af fødevarer. Yderligere er fermentering en effektiv metode til at reducere giftstoffer, allergener og antinæringsstoffer<sup>20,19</sup>.



## Fra plante til protein

Alt efter hvilket produkt man ønsker, benytter man forskellige forarbejdningsmetoder. Samtlige trin i processen, fra dyrkning til fødevarer, har indvirkning på det endelige produkt. Processerne i fødevarerproduktion kan medføre, at næringsstofferne bliver mere tilgængelige, så kroppen lettere kan udnytte næringsstofferne i maden<sup>11</sup>.

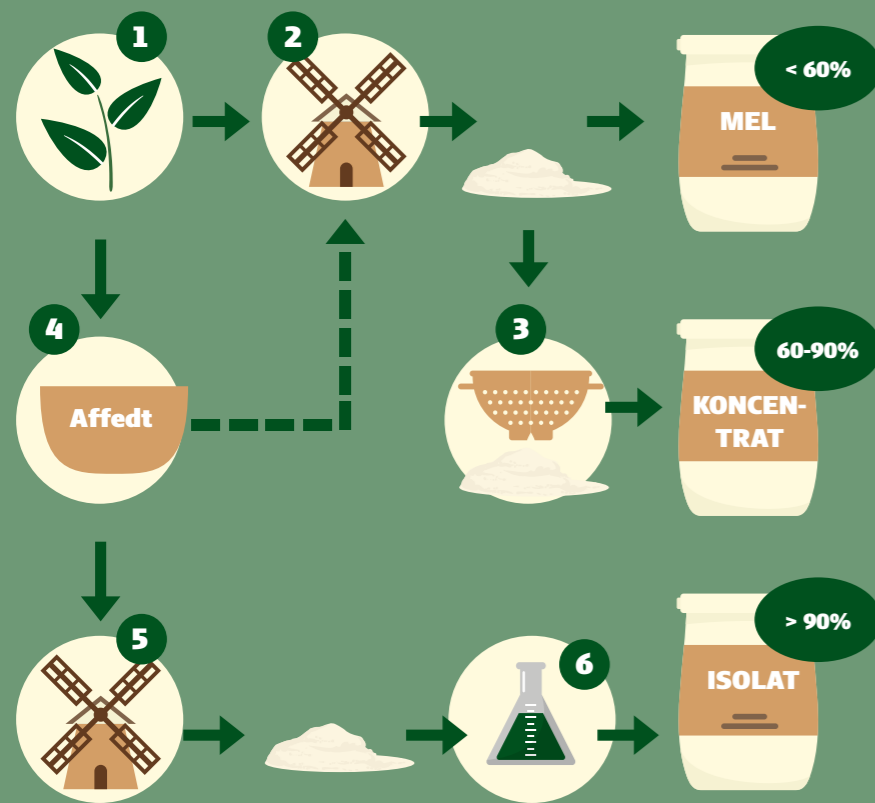
### Produktion af ingredienser

Planteproteiner benyttes ofte som fødevarer- ingredienser, i form af mel, proteinkoncentrat eller proteinisolat. Melet produceres af hele eller afskallede frø/plantedele, der eventuelt affedtes inden maling. Melet kan opkoncentreres til proteinkoncentrat med et proteinindhold på 60-90%<sup>9</sup>. For bl.a. bælgfrugter benyttes man ofte tørfractionering, der adskiller proteinerne fra de større komponenter, som stivelse og fibre<sup>21,9</sup>.

Proteinisolat har et proteinindhold på over 90% og er mere kompliceret at fremstille<sup>9</sup>.

Den mest udbredte metode til produktion af proteinisolat fra bælgplanter er baseekstraktion med isoelektrisk udfældning. Denne metode udnytter, at opløseligheden af et protein afhænger af pH-værdien<sup>13</sup>.

I et basisk miljø vil proteinet være i opløst form og befinde sig i den våde fase. Her kan man ved brug af centrifugering fjerne bundfaldet med de ikke-opløste komponenter. Herefter sænkes pH-værdien til en bestemt pH værdi, kaldet det isoelektriske punkt, hvor proteinet udfældes som bundfald. Det isoelektriske punkt er specifikt for det enkelte protein og ligger typisk for bælgplanteproteiner, i intervallet pH 4-5. Proteinets opsamlende ved centrifugering, hvorefter det vaskes. Til sidst tørres produktet til mel med et højt proteinindhold.<sup>13,5</sup>



- 1** Forbehandling: Plantedelen forbehandles, dette kunne eksempelvis være afskalning eller fermentering.
- 2** Maling: Plantedelen males til mel.
- 3** Tørfractionering: Melet tørfractioneres. Her fjernes en del af de større komponenter som stivelse og fibre. Processen udvinder planteproteinkoncentrat med 60-90% protein.
- 4** Affedtning: Plantedelen affedtes ved brug af solventer.
- 5** Malning: Plantedelen males til mel.
- 6** Isolering af protein: Protein fra bælgplanter isoleres generelt ved brug af baseekstraktion med isoelektrisk udfældning. Processen udvinder isolat med > 90% protein.

Figur 1: Udvalgte metoder til produktion af mel, proteinkoncentrat og proteinisolat fra bælgplanter (f.eks. ærter, hestebønner, kikærter, linser eller lupiner).

## Produkter

Planteproteiner anvendes som ingredienser i mange produkter; f.eks. som kødanaloger, iblandes kødprodukter, snacks, dips, brød, morgenmadsprodukter og drikke.

### Planteproteinets rolle som ingrediens i fødevarer

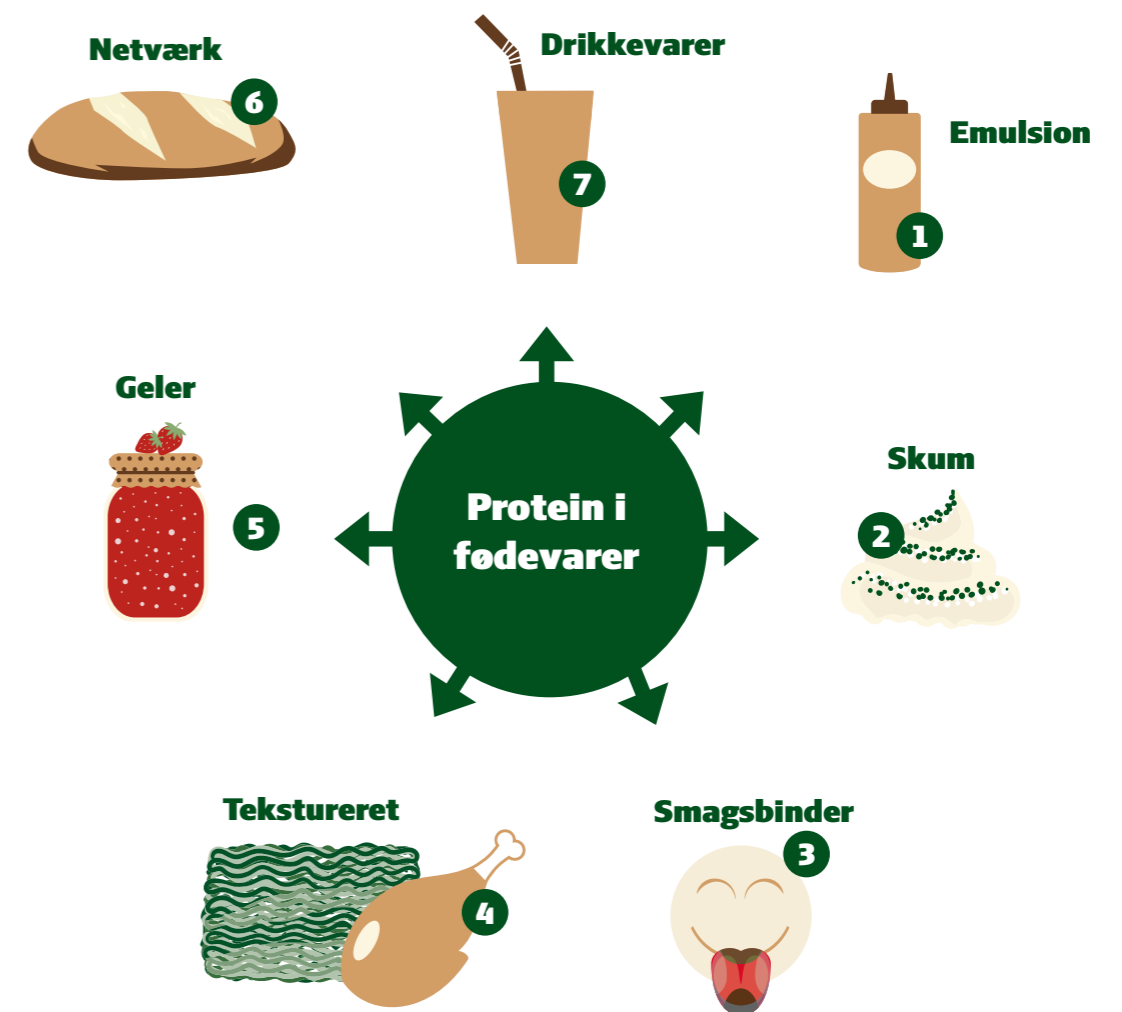
Proteiner findes i mange forskellige former og teksturer i fødevarer. En fordel ved at bruge planteproteiner i fødevarer er, at de ofte danner stabile produkter samtidig med, at mange af proteinerne kan nedbrydes af enzymer i kroppen<sup>5</sup>.

### 1. Emulsion

Emulsioner er fordeling af ét stof i et andet stof. Det kan f.eks. være olie i vand som ved dressinger eller homogenisering, hvor dråbestørrelsen af f.eks. fedt i mælk reduceres<sup>5</sup>.

I købevarer som dressing, benyttes der ofte emulgator i form af protein. Emulgatoren lægger sig i små hinder omkring oliedråberne, så olien kan holdes fordelt i dressingen<sup>15</sup>.

Proteinet bidrager til at holde dråberne små i længere tid, så der skabes et mere stabilt produkt. Proteinets emulgeringsegenskaber varierer meget fra protein til protein, da de har forskellige størrelser og opløseligheder i vand. Hermed egner forskellige proteiner sig til forskellige fødevarer<sup>5</sup>.





## 2. Skum

Skum kan sammenlignes med en olie i vand emulsion, hvor der i stedet inkorporeres luft. Her udnytter man, f.eks. ved piskning af produktet, at proteinerne udfolder sig og danner en tynd film rundt om luftboblerne. Denne film holder luften fordelt i produktet<sup>5,15</sup>.



## 3. Smagsbinder

Proteiner dufter ikke af noget, men de er gode til at binde sig til smagsmolekyler. Generelt er det en meget praktisk egenskab, da man f.eks. kan binde kødsmag til planteproteiner. Dog indeholder mange planteproteiner antinæringsstoffer med bitterstoffer, der giver mere en eller mindre fremtrædende bismag<sup>5</sup>. Bitre antinæringsstoffer kan reduceres ved hjælp af processeringsmetoder og tilberedning som iblodsætning og kogning.



## 4. Teksturering

Teksturering af planteproteiner er en proces, der giver planteproteinerne en kødlignende struktur. Her bruges der hovedsageligt ekstrudering<sup>5</sup>. Ved ekstrudering udfoldes proteinerne, hvorefter de lagdeles og danner en fiberstruktur<sup>15</sup>. Denne metode benyttes til kødanaloger som plantefars.



## 5. Geler

Gelering er en fortykning af en væskeform. Proteiners geleringsevne bruges i produkter som marmelade. En gel kan dannes ved at udsætte proteinerne for varme, tryk og kemiske reaktioner med f.eks. syre eller enzymer. Her udfoldes proteinerne og der dannes et gelenetværk med den klassiske gelekonsistens<sup>15</sup>.



## 6. Bagværk

Ved bagning udnytter man proteinet gluten, der giver elasticitet og strækbarhed til dej. Gluten danner et netværk, der kan tilbageholde gas, så der opnås et lækkert og luftigt brød<sup>5</sup>. Yderligere kan proteintilsætning i brød holde brødet blødt i længere tid og dermed øge holdbarheden<sup>15</sup>.



## 7. Drikkevarer

Proteiner bruges ofte i drikkevarer og saucer for at øge viskositeten af produktet. Proteinet tilsættes for at opnå en ønsket konsistens. Yderligere tilsættes protein i drikkevarer for næringsværdien eller som en erstatning for mælk<sup>15</sup>.

# Bibliografi

1. Fødevarestyrelsen. De officielle Kostråd får klima på menuen. Foedevarestyrelsen.dk. [Online] 26.. Marts 2019. www.foedevarestyrelsen.dk
2. Alt om kost. Bælgfrugter – hvad er det, og hvordan kan jeg bruge dem? Altomkost.dk. [Online] 7.. Januar 2021a. www.altomkost.dk
3. Alt om Kost. Vægt - kost og sundhed. Alt om Kost. [Online] 27. Oktober 2021b. www.altomkost.dk
4. Landbrug & Fødevarer. Danskernes madkultur anno 2020. s.l. : Landbrug & Fødevarer, 2021.
5. Fennema, Owen R. og al, et. Fennema's food chemistry. 5. s.l. : CRC Press, 2017.
6. Tobberup, Randi. Vegetarkost og protein. Sundhed.dk. [Online] 23.. August 2019. www.sundhed.dk.
7. Shamir, Maya og al, et. SnapShot: Timescales in Cell Biology. Cell. 10. Marts 2016, Årg. 164, 6, s. 1302.
8. Tobberup, Rand og al, et. Protein, makronæringsstof. Sundhed.dk. [Online] 23.. April 2020. www.sundhed.dk
9. KU FOOD; et al. Fremtidens plantebaserede fødevarer. Københavns Universitet. s.l. : KU FOOD, 2020.
10. Campen, Darell R. Van og al, et. Micronutrient bioavailability techniques: Accuracy, problems and limitations. Field Crops Research. 1. Januar 1999, Årg. 60, 1-2, s. 93-113.
11. Joye, Iris. Protein Digestibility of Cereal Products. Foods. 8.. Juni 2019, Årg. 8, 6.
12. Farooq, Muhammead og al, et. Impact of Abiotic Stresses on Grain Composition and Quality in Food Legumes. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 29. August 2018, Årg. 66, 34.
13. Lam, A. C. Y. og al, et. Pea protein isolates: Structure, extraction, and functionality. Food Reviews International. 2018, Årg. 34, 2, s. 126-147.
14. Acquah, Caleb og al., et. The Effect of Processing on Bioactive Compounds and Nutritional Qualities of Pulses in Meeting the Sustainable Development Goal 2. FRONTIERS IN SUSTAINABLE FOOD SYSTEMS. 21. Maj 2021, Årg. 5.
15. Tan, Melvin og al, et. Functional and food application of plant proteins – a review. Food Reviews International. 19. August 2021, Årg. 37, 8.
16. Jensen, S. K. og al, et. The effect of heat treatment on glucosinolates and nutritional value of rapeseed meal in rats. Animal Feed Science and Technology. Maj 1995.
17. Ding, Yangyue og al, et. Effect of high hydrostatic pressure on the edible quality, health and safety attributes of plantbased foods represented by cereals and legumes: a review. Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 29. November 2021.
18. Gharibzahedi, Seyed Mohammad Taghi og al, et. Effects of high hydrostatic pressure on the quality and functionality of protein isolates, concentrates, and hydrolysates derived from pulse legumes: A review. Trends in Food Science & Technology. Januar 2021, Årg. 107, s. 466-479.
19. Smith, G. Nkhata og al., et. Fermentation and germination improve nutritional value of cereals and legumes through activation of endogenous enzymes. Food Science and Nutrition. 16. Oktober 2018, Årg. 6, 8.
20. Samtiya, Mrinal og al, et. Enhancing Micronutrients Bioavailability through Fermentation of Plant-Based Foods: A Concise Review. Fermentation. 20. April 2021, Årg. 7, 2.
21. Assatory, Andrew og al, et. Dry fractionation methods for plant protein, starch and fiber enrichment: A review. Trends in Food Science & Technology. April 2019, Årg. 86, s. 340-351.