



Slutrapport

Nye kombinationer med kød- og planteprotein



**TEKNOLOGISK
INSTITUT**



**TEKNOLOGISK
INSTITUT**

Slutrapport

Nye kombinationer med kød- og planteprotein

Udarbejdet af:

Teknologisk Institut
Gregersensvej 9
2630 Taastrup
DMRI
www.teknologisk.dk

November 2020
Forfatter: Louise Hofer



Om projektet

Projektet "Nye kombinationer af kød- og planteprotein" er gået i afslutningsfasen ved porteføljestyregruppemødet den 16. december 2020. Projektet er afviklet i perioden 1. januar 2018 til 31. december 2020 i overensstemmelse med DMRI's innovationsmodel.

Formål

Formålet er at skabe et vidensgrundlag for virksomhedernes produktudvikling af grønnere kødprodukter målrettet de nye forbrugersegmenter, som ønsker at spise mere klimavenligt, uden at stoppe med at spise kød.

Mål

Projektets mål er at udvikle generiske retningslinjer for produktion af produkter bestående af kød- og planteprotein gennem forståelse og optimering af smag, struktur, ernæringskvalitet, holdbarhed og sikkerhed under hensyntagen til den miljømæssige belastning.

Baggrund

Mange danskere ønsker at reducere deres kødforbrug, uden at blive vegetarer, og samme billede ses i andre vestlige lande. Bæredygtighed, sundhed og velvære er de væsentligste argumenter for at nedsætte kødforbruget. Det giver kødbranchen en unik mulighed for at skabe et nyt produktkoncept, hvor kødprotein kombineres med planteprotein med henblik på at sikre, at kød ikke vælges helt fra. Markedets aktuelle køderstatningsprodukter er ofte baseret på sojaprotein og har generelt kedelig smag og tekstur. Visionen i projektet er, at man ved at kombinere kød og vegetabilsk protein i samspil med ny teknologi – som ekstrudering suppleret med kendt teknologi som røgning og fermentering – kan skabe nye, velsmagende, sunde og bæredygtige variationer over de eksisterende kødprodukter. De nye kombinationsprodukter skal kunne konkurrere med eksisterende plantebaserede kødlignende produkter. Dette fordrer viden om valg af proteinkilder og optimering af teknologiske procesbehandlingstrin, der kan sikre en spiseoplevelse, som ligner traditionelle kødprodukters. Ved at forstå kød-/planteproteininteraktionen i produkterne i dybden bliver det muligt at optimere proteinvalg og procesteknologi, så generiske guidelines kan angives til fremtidig produktudvikling.

Leverancer

- Oversigt over potentielle planteproteiners egenskaber.
- Kravspecifikation for modelprodukter ud fra en opsamling af eksisterende viden om funktionelle egenskaber af proteiner samt input fra branchen og forbrugerfokusgrupper. Potentialet i produktion af produkter med kombineret kød- og planteprotein er beskrevet i en artikel i et fagligt nyhedsbrev.
- Et katalog med praktiske anvisninger til produktion af generiske kombinationsprodukter med høj sensorisk og ernæringsmæssig kvalitet samt recept på mindst 2 modelprodukter med kød- og planteprotein.



- En videnskabelig artikel, der beskriver sammenhæng mellem procesforhold og tekstur i produkter, hvori kød- og planteprotein er kombineret.
- Et faktablad og en populærvidenskabelig artikel om ernærings- og sundhedseffekter af produkter, hvori kød- og planteprotein er kombineret.
- En håndbog med hands-on-beskrivelse af teknologier til udvikling af kombinerede produkter, herunder produkternes holdbarhed og sikkerhed samt miljøpåvirkning af produkterne.
- Fordele og ulemper ved tilsætning af forskellige vegetabiliske proteinkilder til kødprodukter i forhold til kvalitet (fx farve, smag, tekstur), udbytter, pris og holdbarhed sammenlignet med traditionelle kødprodukter formidles ved møder til kødindustrien. Desuden vil de forskellige forarbejdningsteknologier også blive diskuteret ved møderne.
- Miljøpåvirkningen af de udviklede produkter med kombineret kød- og planteprotein er beskrevet i en faglig artikel.

Organisation

Projektet indgik under porteføljestyregruppen for Sikkerhed og Kvalitet.

Projektet har været ledet af Margit Aaslyng i perioden 1. januar 2018 til 31. december 2018, Ursula Kehlet i perioden 1. januar 2019 til 31. maj 2019, Lise Nersting i perioden 1. juni 2019 til 31. marts 2020 og er afsluttet af Louise Hofer i perioden 1. april 2020 til 31. december 2020.

Virksomhedsfølgegruppen bestod ved projektets afslutning af repræsentanter fra 3-stjernet (Atria Danmark), Stryhns og Danish Crown Foods.

Finansiering

Projektets aktiviteter var finansieret af Svineafgiftsfonden (SAF). Derudover blev der i 2018 gennemført sideløbende aktiviteter i resultatkontrakten C4 Produkt- og procesinnovation i fødevarer- og foderindustrien (2016-2018). Aktiviteterne i resultatkontrakten supplerede projektet med viden om teksturering af planteprotein.

Projektets økonomi fremgår af tabel 1.

Tabel 1. Projektets finansiering.

År	Midler fra SAF
2018	720 t.kr.
2019	1.140 t.kr.
2020	660 t.kr.

Aktiviteter

Projektet bestod af 5 hovedaktiviteter:

Aktivitet 1

Vidensgrundlag (2018)

- Litteraturopsamling om produkter, proteiner og teknologier
- To fokusgrupper for at beskrive succeskriterier



- Aktivitet 2*
- Fastsættelse af kravspecifikation Screening (2018-2019)
 - Screening af proteintyper og teknologier i kødprodukter gennem en iterativ proces
 - Katalog med praktiske anvisninger
- Aktivitet 3*
- Ernæring og sundhed (2018-2019)
- Ernæringskvalitet vurderes relateret til WHO's anbefalinger for aminosyrer
 - Humant mæthedsforsøg for vurdering af udvalgte produkters effekt på fylthed/tunghed og langtidsmæthed.
- Aktivitet 4*
- Holdbarhed og sikkerhed (2020)
- Holdbarhed og sikkerhed af udvalgte produkter vurderes teoretisk ud fra mikrobiologiske og kemiske risici
- Aktivitet 5*
- Bæredygtighed (2018-2020)
- Miljøpåvirkning kvantificeres for relevante modelprodukter
 - Udvikling af bæredygtighedsværktøj

Resultater

Aktivitet 1

Formål Fastlægge en kravspecifikation for de produkter, der skulle arbejdes med i projektet, baseret på litteraturstudie, fokusgruppeundersøgelse og industriens ønsker.

Rapportering Aktivitetens undersøgelser er beskrevet i dokumenterne

- Notat – Protein
- Rapport – Fokusgruppeundersøgelse
- Notat – Ekstrudering (internt dokument)

Konklusion Der findes en række planteproteiner af forskellig oprindelse, der kan have interesse ved kombination af kød- og planteprotein.

- Proteiner fra oliefrø (soja, raps)
- Proteiner fra (øvrige) bælgeplanter (ærter, kikærter, lupin, favabønner)
- Proteiner fra rodfrugter (kartofler)
- Proteiner fra cerealier (hvede, ris)
- Øvrige proteiner (alger, insekter, mycoproteiner)

Kravspecifikation for projektets undersøgelser:

- Produkttyper Spegepølse (ikke nøglehulsmærket)
Grill-/wienerpølse (nøglehulsmærket)
Kødboller (nøglehulsmærket)
- Planteproteiner Kartoffelprotein
Ærteprotein
Generelt ønske om danske råvarer



- Holdbarhed Tilsvarende nuværende produkter
- Teknologier Tørrede proteinisolater
Teksturerede proteiner
Vådekstruderede proteiner
- Planteproteintilsætning Erstatning af op til 50% af kødprotein
- Ernæring Produkterne skal optimeres under hensyn-
tagen til WHO's anbefaling om aminosyre-
sammensætning

Aktivitet 2

Formål

Formålet med aktivitet 2 er at fastlægge de mest lovende teknologier og koncentrationer for forskellige modelprodukter i relation til smag, tekstur og forbrugere.

Rapportering

Aktivitetens undersøgelser er beskrevet i en række rapporter:

- Rapport – Direkte tilsætning af planteprotein til kødboller
- Rapport – Tilsætning af tekstureret planteprotein til kødboller – rapport 1 af 2
- Rapport – Tilsætning af tekstureret planteprotein til kødboller – rapport 2 af 2
- Rapport – Sensorisk bedømmelse af pølser tilsat planteprotein
- Rapport – Forbrugerundersøgelse af pølser tilsat planteprotein (2018)
- Rapport – Maskering af ærte- og bitter smag i kødboller tilsat tekstureret ærteprotein – rapport 1 af 2
- Rapport – Maskering af ærte- og bitter smag i kødboller tilsat tekstureret ærteprotein – rapport 2 af 2
- Rapport – Forbrugerundersøgelse af kødboller tilsat planteprotein
- Rapport – Tilsætning af ekstruderet ærteprotein i pepperoni
- Rapport – Sensorisk turboprofil af pølser tilsat tekstureret ærteprotein
- Rapport – Forbrugerundersøgelse af pølser tilsat planteprotein (2019)

Konklusion

Konklusion i relation til smag:

- Serveringstemperaturen er med til at påvirke bismagen. Ved en kold servering er smagene mindre fremtrædende end ved en varm servering.
- Krydderier, som før har udvist en positiv effekt på bitterhed, har ikke vist sig egnede til at maskere den bitre smag fra ærteprotein i kødprodukter. En kompleks serveringsform, hvor kødboller med ærteprotein blev serveret i tomatsuppe, havde en positiv effekt på intensiteten af bitterhed og ærtesmag.
- I et emulgeret produkt som wienerpølser kan der tilsættes op til 10% af proteinindholdet, uden at smagen påvirkes. Ved tilsætning



svarende til 30% af proteinindholdet er der mindre ændringer af smagen.

Konklusion i relation til tekstur

- Ved anvendelse af tekstureret planteprotein opfattes det færdige kødprodukt først grynet ved erstatning af 50% protein. Det færdige kødprodukt beskrives yderligere med en mere grovhakket mundformemmelse sammenlignet med et planteproteinkoncentrat ved erstatning af 30% protein. Erstattes kødprotein delvist med planteprotein i form af koncentrat eller isolat (ikke tekstureret), opfattes det færdige produkts konsistens mere grynet ved erstatning af over 10% af proteinet.
- Tekstureret planteprotein findes i forskellige varianter. Ved anvendelse af planteprotein i kombinationsprodukter med kødprotein har undersøgelser vist, at en lille granulatstørrelse ikke påvirker den sensoriske kvalitet, mens de større granulatstørrelser i højere grad medvirkede til sensoriske ændringer.
- Ved processering af produkter med planteprotein bør planteproteinet udblødes før tilsætning til farsen for at opnå den bedste tekstur.

Konklusion i relation til forbrugere:

- Ønsket om et nedsat kødforbrug har, hos de adspurgte forbrugere, primært skyldtes sundhed, og i mindre grad bæredygtighed.
- "Story telling" angående sundhed og klima har gennem undersøgelser vist en positiv indflydelse på forbrugeres holdning til kombinationsprodukter med kød- og planteprotein. Forbrugere forbinder kombinationsprodukterne med begreber som bæredygtighed, lækker, spændende og nyskabende.

Aktivitet 3

Formål

Aktiviteten havde to primære formål:

- At vurdere den ernæringsmæssige kvalitet af pølser, hvor proteiner fra kød er erstattet delvist med ærte- og kartoffelprotein (10-50%).
- At undersøge, hvordan pølser med planteproteiner påvirkede appetit og ad libitum-energiindtag sammenlignet med pølser uden planteproteiner.

Rapportering

Aktivitetsens undersøgelser er beskrevet i dokumenterne:

- Notat – Ernæringsmæssig vurdering af at erstatte kødprotein med planteprotein
- Rapport – Måltidsforsøg – effekt af animalsk og vegetabilsk protein på appetit

Konklusion

Det konkluderes, at en blanding af ærte- og kartoffelprotein kan erstatte kødprotein i pølser op til 50% uden at gå på kompromis med protein-kvaliteten beregnet som aminosyrescore. Ærteprotein kan erstatte op til 30% kødprotein uden at gå på kompromis med proteinkvaliteten i produktet. Dét, at aminosyresammensætningen forbliver komplet, når



ærte- og kartoffelprotein erstatter kødprotein i pølser, er et godt udgangspunkt for at have en god proteinkvalitet.

Der kunne ikke måles nogen forskel på mæthed og kj-indtag efter testmåltider med pølser hhv. med og uden planteprotein. Der var heller ingen forskel på følelsen af fylde efter indtag af pølser hhv. med og uden planteprotein. Serveringsrækkefølgen, som var randomiseret mellem dag 1 og 2, havde heller ikke indflydelse på de fysiske parametre.

Aktivitet 4

Formål

Vurdere, om anvendelsen af planteprotein påvirker fødevarer sikkerhed og holdbarhed af de produkter, der produceres.

Rapportering

Aktivitetens undersøgelser er beskrevet i dokumenterne:

- Rapport – Vurdering af mikrobielle risici ved brug af vegetabiliske proteiner i kødprodukter.
- Notat – Vurdering af nye pro- og antioxidative komponenter i forhold til traditionelle kødprodukter – påvirkning af holdbarheden – kemiske risici (intern).

Konklusion

Tilsætning af 10-15% planteprotein kan øge kimtallet (vegetative celler og sporer) i recepten. Produktet skal derfor varmebehandles og konserveres. Holdbarheden skal afpasses efter dette let øgede tryk fra sporer og vegetative bakterier. Der skal stilles krav til leverandører med fokus på lav forekomst af sporer og skimmel samt fravær af virus, parasitter og skimmeltoksiner i planteproteinprodukterne, fx gennem leverandør-audit.

Kimtallet kan forventes at være højere end det, der findes i frisk kød. I grøntsager kan der ofte findes 10^4 - 10^6 CFU/g. Reduktion af kimtallet kræver, at grøntsagsingredienserne varmebehandles, og at produktionshygiejnen er høj under tørring, så vækst og kontaminering undgås.

Tilsætning af 10-15% planteprotein kan tilføre lidt flere sporer, end der fås ved tilsætning af 1% krydderier. Og de tørrede planteproteiner vil bidrage med et større sporetal, end der er i det kød, de erstatter. Derfor skal varmebehandlingen, konserveringen og holdbarheden afpasses efter dette let øgede tryk med sporer og vegetative bakterier.

God hygiejne under dyrkning af grøntsager samt produktion hindrer, at produkterne kontamineres med parasitter og virus. Der skal anvendes rent vand, og syge personer må ikke være involveret i produktionen af planteprotein eller kødprodukter.

Der skal stilles krav til leverandørerne om fravær/maksimalt indhold af bestemte skimmeltoksiner. Grænseværdier er reguleret af EU, og de fremgår af Commission Regulation (EC) No. 1881/2006.



Erstatning af 30-50% kødprotein med planteprotein formodes ikke at give anledning til en accelereret oxidationsproces ud fra ændringer i produkternes endogene forhold.

Ved lagring af produkter med en kombination af kød- og planteprotein, såvel som produkter uden planteprotein, bør eksogene betingelser optimeres ved at mindske iltkoncentrationen, sænke temperaturen og begrænse display med lys.

Aktivitet 5

Formål

Udarbejde et værktøj til at foretage en bæredygtighedsvurdering (baseret på CO₂-belastningen) af recepter for kødprodukter med planteprotein.

Rapportering

Metodik og miljøvurdering er beskrevet i et notat:

- Notat – Miljøvurdering

Ydermere er bæredygtighedsværktøjet beskrevet i et internt notat, NOTAT – bæredygtighedsvurdering version 2.

Konklusion

Generelt har planter et lavt CO₂-aftryk. Ved anvendelsen af planteprotein i mere koncentreret form, som koncentrat eller isolater, gennemgår den høstede plante en række processer for at opnå et mere eller mindre funktionelt proteinprodukt. Resultatet kan være en pulverform, der kan tilsættes fødevarer. Processen, hvormed udvindingen af planteprotein sker, kan forgå ved at anvende forskellige principper og varierer for de forskellige typer planteprotein. Fælles gælder, at den øgede processering af planteproteinet påvirker det aftryk, proteiningrediensen sætter på klimaet. Ikke desto mindre er aftrykket for tekstureret ærteprotein stadig ca. 4 gange så lavt som for svinekød ved sammenligning pr. 100 g protein.

Sammenlignes en recept på en klassisk wienerpølse med en recept for en wienerpølse, hvor 30% af proteinet kommer fra ærteprotein, betyder det en besparelse på knap 20% CO₂. Dermed kan produkter med en kombination af kød- og planteprotein reducere klimaaftrykket og samtidig bibeholde den gode smag og ernæringsprofil, som kødprodukter er kendt for.

Samlet konklusion

En væsentlig udfordring, når kødprotein erstattes med planteprotein, er proteinernes forskellige struktur, men også smag og aminosyresammensætning for produktet påvirkes. I relation til smag, tekstur og aminosyresammensætning har en erstatning af 30% kødprotein med planteprotein vist sig optimal ved anvendelse af ærteprotein.



”Story telling” angående sundhed og klima har gennem undersøgelser vist en positiv indflydelse på forbrugeres holdning til kombinationsprodukter med kød- og planteprotein. Forbrugere forbinder kombinationsprodukterne med begreber som bæredygtighed, lækker, spændende og nyskabende.

Tilsætning af planteprotein kan øge kimtallet (vegetative celler og sporer) i recepten, hvorfor produktet skal varmebehandles og konserveres som et klassisk kødprodukt.

Produkter med en kombination af kød- og planteprotein kan reducere klimaaftrykket og samtidig bibeholde den gode smag og ernæringsprofil, som kødprodukter er kendt for.

Perspektivering

Sideløbende udvikling af planteprotein

Ved projektets opstart var kødanaloger relativt nye i de danske supermarketers kølediske, og markedet for kommercielt tilgængelige teksturerede planteproteiner var begrænset. I løbet af projektets tid er der sket en væsentlig udvikling, og der er kommet en større andel produkter på markedet. I udviklingen indenfor planteprotein er der arbejdet med smag (bismag og egensmag) samt opløselighed, og nye planteproteintyper er kommet til. Denne udvikling kan være med til at mindske nogle af de problemstillinger, der er blevet mødt i projektet særligt i relation til erstatning af mere end 30% planteprotein.

Ernæring

Proteinkvaliteten af kombinationsprodukterne er vurderet udelukkende i forhold til aminosyresammensætningen, og ikke hvordan fordøjeligheden af aminosyrerne er. For at kunne vurdere proteinkvalitet angivet som DIAAS (digestible indispensable amino acid score), som vurderer fordøjeligheden, skal aminosyrescorer justeres for den aminospecifikke fordøjelighed, som kræver humane eller dyreforsøg.

Fordøjeligheden kan eventuelt blive påvirket af processeringen af planteprotein. Der er dog på nuværende tidspunkt ikke lavet undersøgelser, som dokumenterer noget omkring processering af planteprotein i relation til tilgængeligheden af proteinet.

I relation til mærkning af kombinationsprodukterne har det ingen værdi at have en komplet aminosyreprofil. Det er dog noget, kødprodukter er kendt for, hvorfor det er ønsket, at den bevares i et kombinationsprodukt.



Leverancer

- Notat – Protein
- Rapport – Fokusgruppeundersøgelse
- Rapport – Direkte tilsætning af planteprotein til kødboller
- Tilsætning af tekstureret planteprotein til kødboller – rapport 1 af 2
- Tilsætning af tekstureret planteprotein til kødboller – rapport 2 af 2
- Rapport – Sensorisk bedømmelse af pølser tilsat planteprotein
- Rapport – Forbrugerundersøgelse af pølser tilsat planteprotein (2018)
- Maskering af ærte- og bitter smag i kødboller tilsat tekstureret ærteprotein – rapport 1 af 2
- Maskering af ærte- og bitter smag i kødboller tilsat tekstureret ærteprotein – rapport 2 af 2
- Rapport – Forbrugerundersøgelse af kødboller tilsat planteprotein
- Rapport – Tilsætning af ekstruderet ærteprotein i pepperoni
- Rapport – Sensorisk turboprofil af pølser tilsat tekstureret ærteprotein
- Rapport – Forbrugerundersøgelse af pølser tilsat planteprotein (2019)
- Notat – Ernæringsmæssig vurdering af at erstatte kødprotein med planteprotein
- Rapport – Måltidsforsøg – effekt af animalsk og vegetabilsk protein på appetit
- Rapport – Vurdering af mikrobielle risici ved brug af vegetabiliske proteiner i kødprodukter
- Notat – Miljøvurdering
- Katalog version 1
- Katalog version 2

Rapporter og notater, hvori projektets resultater er beskrevet, er offentliggjort på Teknologisk Instituts hjemmeside:

<https://www.teknologisk.dk/projekter/nye-kombinationer-med-koed-og-planteprotein/39621>

Artikler/omtale/præsentationer

Udgivelser 2018

Hofer, L., Aaslyng, MD. (2018) Kødprodukter med planteprotein. Fødevareremagasinet september, side 20

Udgivelser 2019

Kehlet, U. (2019) Godt protein – fokus på proteinholdige fødevarer og proteinkvalitet. Fødevareremagasinet marts, side 18-19

Kehlet, U. (2019) Mæt med proteiner – betydning af proteinkilder. Nutrifakta.se, publiceret 27/2-2019.



Aaslyng, MD (2019) Sustainable well-tasting meat products. Præsenteret på 13. Pangborn symposium, juli, Edinburgh

Kehlet, U. (2019) Protein er ikke bare protein/velsmagende kødprodukter med planteprotein. Nyhedsbrev DMRI News – april 2019

Miklos, R. (2019) Processen som kan få mere planteprotein på middagsbordet. Plus proces nr. 8, side 36

Udgivelser 2020

Hofer, L. og Kaas-Larsen, K (2020) Grønnere kødprodukter med planteprotein. Fødevaremagasinet oktober, side 16-17

Petersen, D (2020) Plantebaserede produkter. Præsenteret på TI Fødevarekonference d. 19. november

Forventede udgivelser 2021

Hofer, L. (2021) Combining meat protein with plant protein in classic Danish meat products. 67th International Congress of Meat and Technology, Kraków 2021.



TEKNOLOGISK
INSTITUT