



Sidestrømme

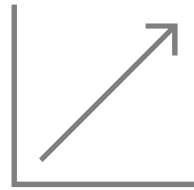
Nye råvarer til fremtidens
fødevarer

Daniella Høiby-Jensen

Februar 2025

“Nye” råvarer

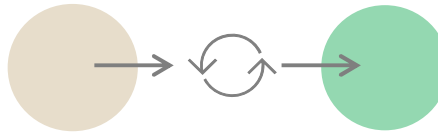
Industrial revolution
→ Linear thinking



Extract
Produce
Consume
Discard



Rethink production/consumption systems
→ Circular bioeconomy



Utilization of existing
biological resources in
new ways that fits the
production conditions of
the future

- Den lineære tankegang har bragt samfundet økonomisk & materialistisk velstand – men vores naturlige ressourcer er under massivt pres
- Hvor meget kan vi producere VS. **hvordan** producerer vi

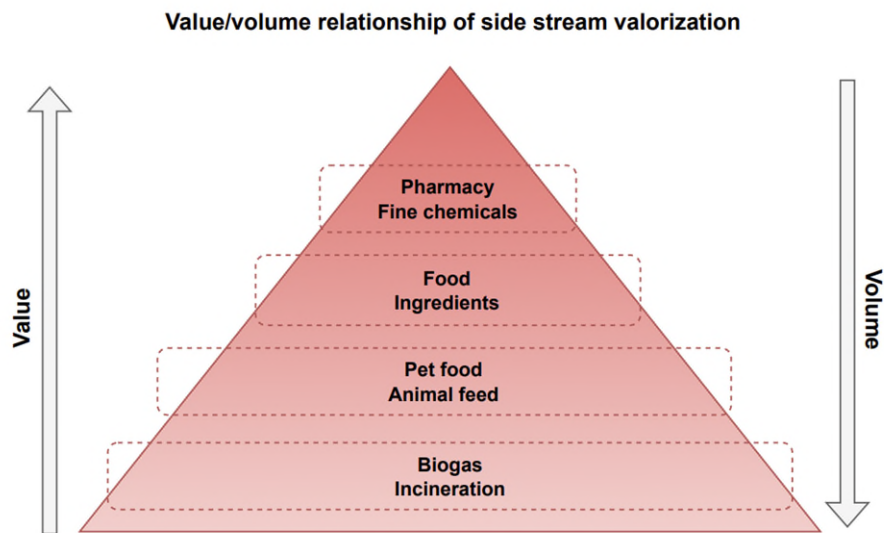
Hvad?

- Upcycling af sidestrømme: Bioraffinering af sidestrømme/biprodukter. Raffinering af sidestrømme til nye ressourcer og produkter
- En proces, hvor vi tilføjer biomassen (sidestrømmen) værdi (planter, organisk materiale, restprodukter)

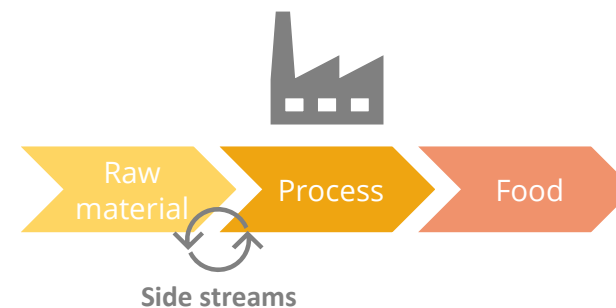
Bioraffinering af sidestrømme

Hvorfor?

- Udvikling af processer til at behandle biomasse (sidestrømme) har skabt en ny sektor: industriel bioraffinering
- Bioraffinering: Udnyttelse af biomasse så fuldstændigt og bæredygtigt som muligt til at skabe nye produkter (fødevarer, foder, energi, materialer, kemikalier, farmaceutisk)
- Kombination af biologiske, fysiske, og kemiske teknologier → optimere udnyttelsesgraden og raffinere sidestrømme til en række høj-værdi produkter



Udviklingsaktiviteter har hidtil været fokuseret på grønne/alternative proteiner - men samme princip er også relevant for kødindustrien



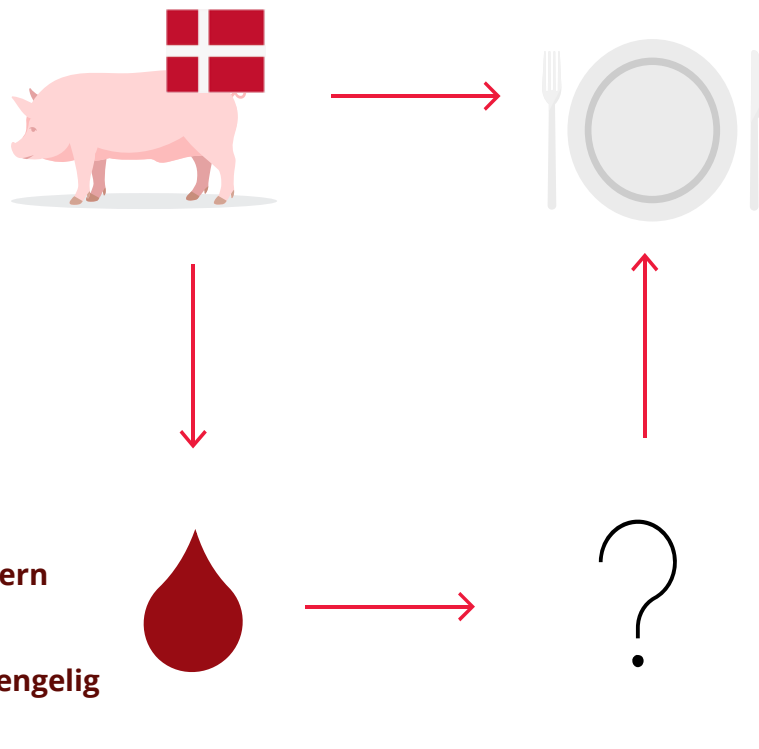


DANISH
TECHNOLOGICAL
INSTITUTE

Upcycling af hæmoglobin

Udnyttelse af animalsk
sidestrøm fra kødindustrien
til fremstilling af høj-værdi
produkt

Optimal udnyttelse af hæmoglobin



- Rig på protein og jern
- Billig sidestrøm
- Stor volumen tilgængelig (14.5 mio. L/år)



Røde blodceller: ~ 33% protein

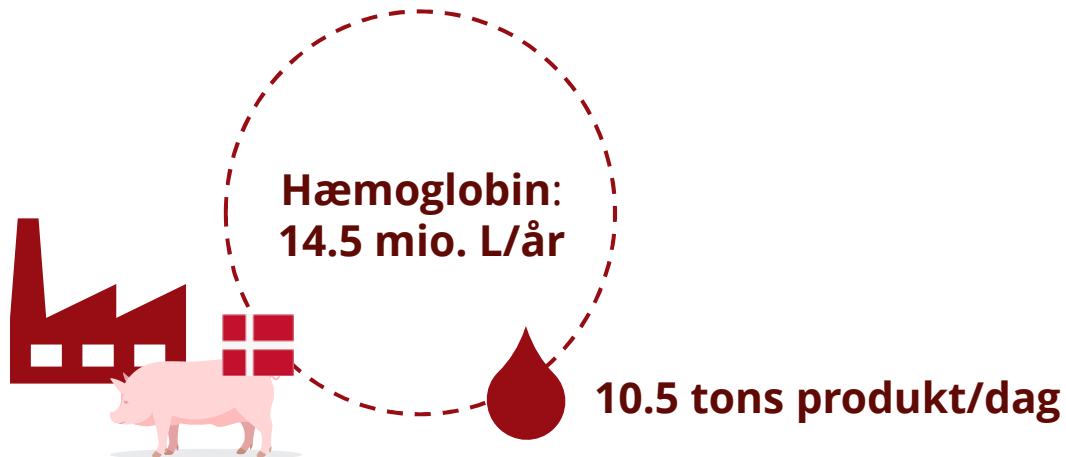
(Æg (13%), kød (16-26%))

Anvendelse begrænset:

- Bismage (bitterhed, metallisk)
- Rød farve
- Begrænset holdbarhed (mikrobiologisk status og oxidation)

Perspektiver for anvendelse af hæmoglobin til fremtidens fødevarer

- Højt indhold af protein - Efterspørgsel på nye proteinkilder i takt med en stigende verdensbefolkning
- Indeholder hæm-jern som med fordel kan udnyttes (mange er i jern-underskud)
- Grøn værdiskabelse - Bedre udnyttelse af lokale sidestrømme (råvarer) til at producere nye, alternative fødevareingredienser og andre høj-værdi produkter – og ikke kun lav-værdi formål
- Sidestrømme er næringsrige og kommer i store volumener → anvendelsespotentiale i nye produktionsprocesser



Opsamling af helblod fra grise til human konsum på danske slagterier

- Human konsum = fødevarekvalitet
- Blod fra raske dyr er som udgangspunkt sterilt
- Udstyr skal være hygiejnisk designet
- Opsamling med en hulkniv til et lukket system (automatiseret proces)
- En batch: 35-40 grise med sporbarhed til dyret
- Batch godkendes når alle dyr er AM/PM godkendt (af dyrelæge)

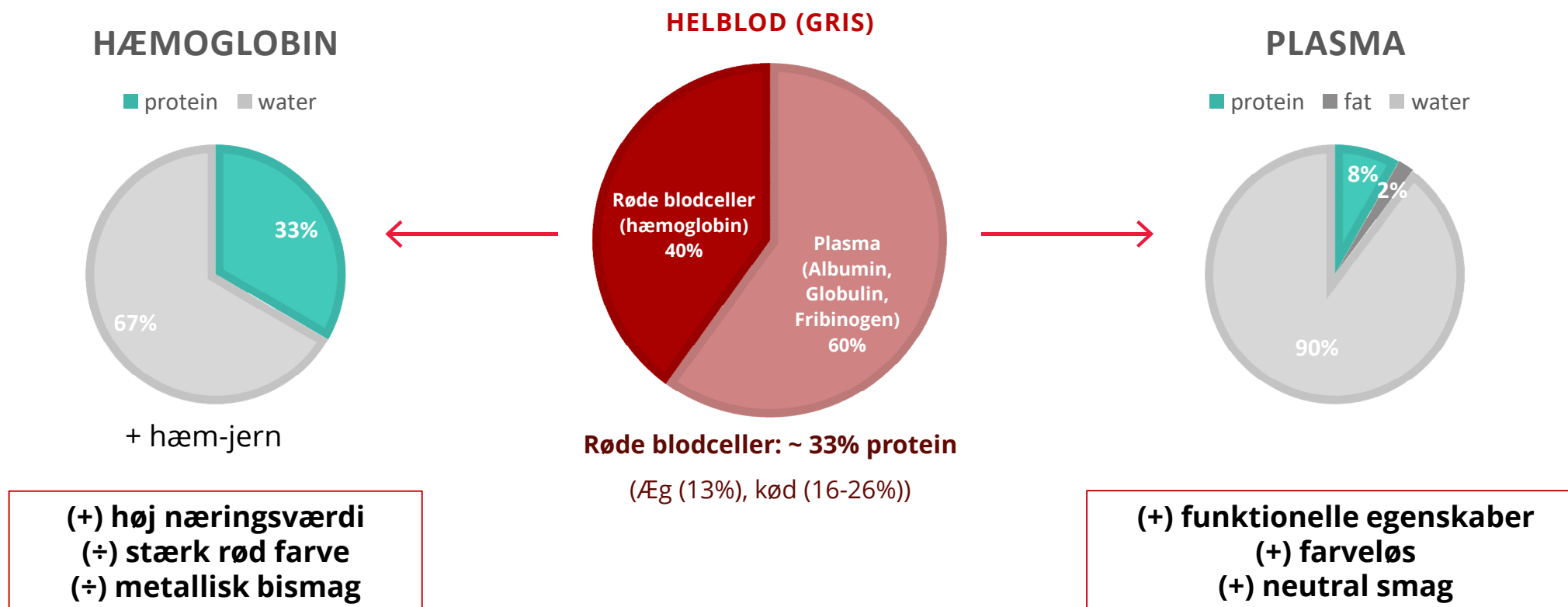
AM = ante mortem – det levende dyr

PM = post mortem – efter slagtning, inspektion af indre skader, organer mm



Helblod fra grise

Helblod kan tappes og efterfølgende separeres for at adskille plasma og hæmoglobin



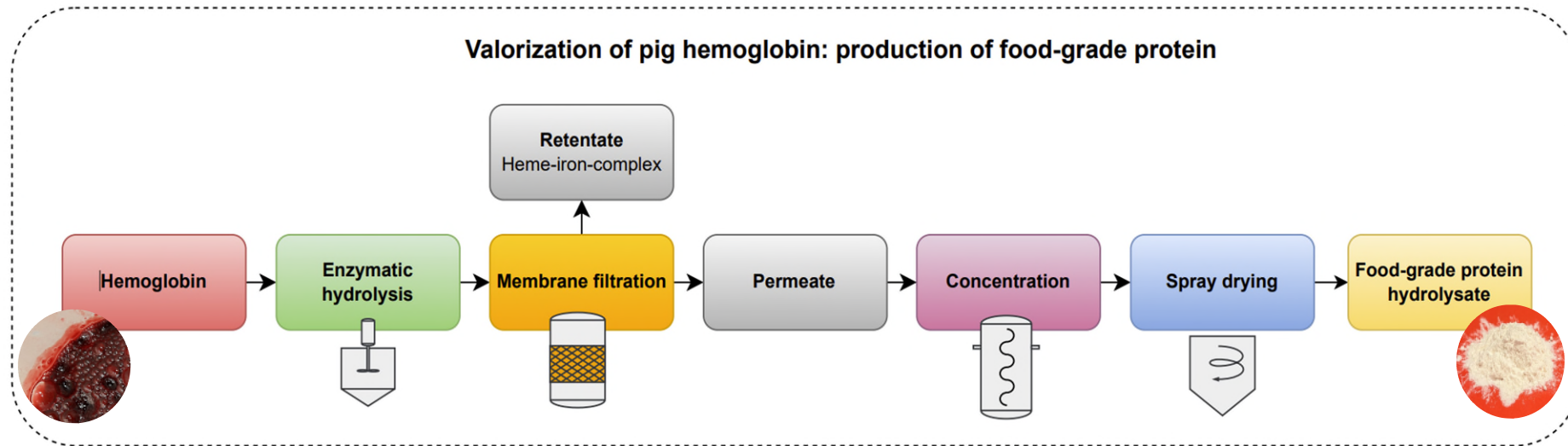
Eksisterende produkter

Fødevarer	Protein / blodfraktion	Funktionel egenskab	Kan erstatte
Bagværk Kager kiks	Plasma Fibrinogen Affarvet globin	Skumdanner Geldanner Opløselighed Emulgator	Æg Æggevide- og blomme Mælkeprodukter kasein
Kødprodukter Frankfurtere SPAM Paté Mortadella	Globin Plasma Blodlegemer Fibrinogen (+trombin)	Emulgator Fedt erstatning Naturlig farve Kødbinder Konservering (Curing)	Kasein Æg Animalsk fedt Nitrit

Funktionalitet	Produkt	Firma
Bindingsevne, varmt	Plasma protein	Sonac BV
Bindingsevne, koldt	Fbrimex (fibrinogen+trombin) APro Vepro plasma, globin	Sonac BV Essentia Protein Solutions Vepro
Geldanner	plasma protein APro Vepro Plasma	Sonac Essentia Protein Solutions Vepro
Vandbinding	Plasma protein APro	Sonac Essentia Protein Solutions
Emulgator	Vepro 95 HV (globin) Prolican (plasma)	Vepro Lican
Farvestof/farveberigelse	Harimix proteins AProRed Vepro 70 COL P og I (hæmoglobin) Myored	Sonac Essentia Protein Solutions Vepro Lican

Primært plasma bliver brugt i eksisterende funktionelle produkter

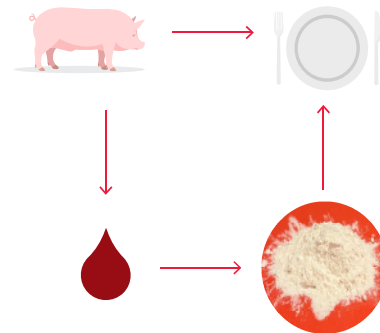
Produktion af protein hydrolysat i pilotskala fra hæmoglobin



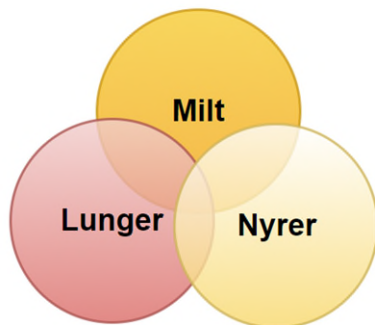
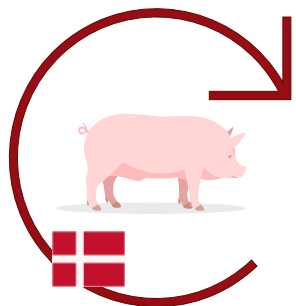
- Enzymcocktail sikrer effektiv nedbrydelse af hæmoglobin og reducerer bitterhed
- Udfældning af hæm-jern-kompleks ved pH-justering af hydrolysat
- Separation af hæm-jern-kompleks og fødevare proteinhydrolysat ved membranfiltrering
- Risikovurdering: Processen sikrer et slutprodukt, som er af mikrobiologisk acceptabel kvalitet

Produktion af protein hydrolysat i pilotskala fra hæmoglobin

- **Protein hydrolysat med anvendelse i fødevarer** (~80% protein)
 - Farveløst og interessant smagsprofil (umami)
 - God aminosyresammensætning og fordøjeligt
 - Proteintilskud/smagsfremhæver – anvendelse i bl.a. kødfars, suppeformuleringer (tørvare), bagværk
- **Hæm-jern-kompleks** (~0.3% jern, ~80% protein)
 - Sundhedsfremmende produkt: kapselprodukt med bioaktive egenskaber/sundhedsfremmende effekter (højere optagelighed af animalsk hæm-jern)



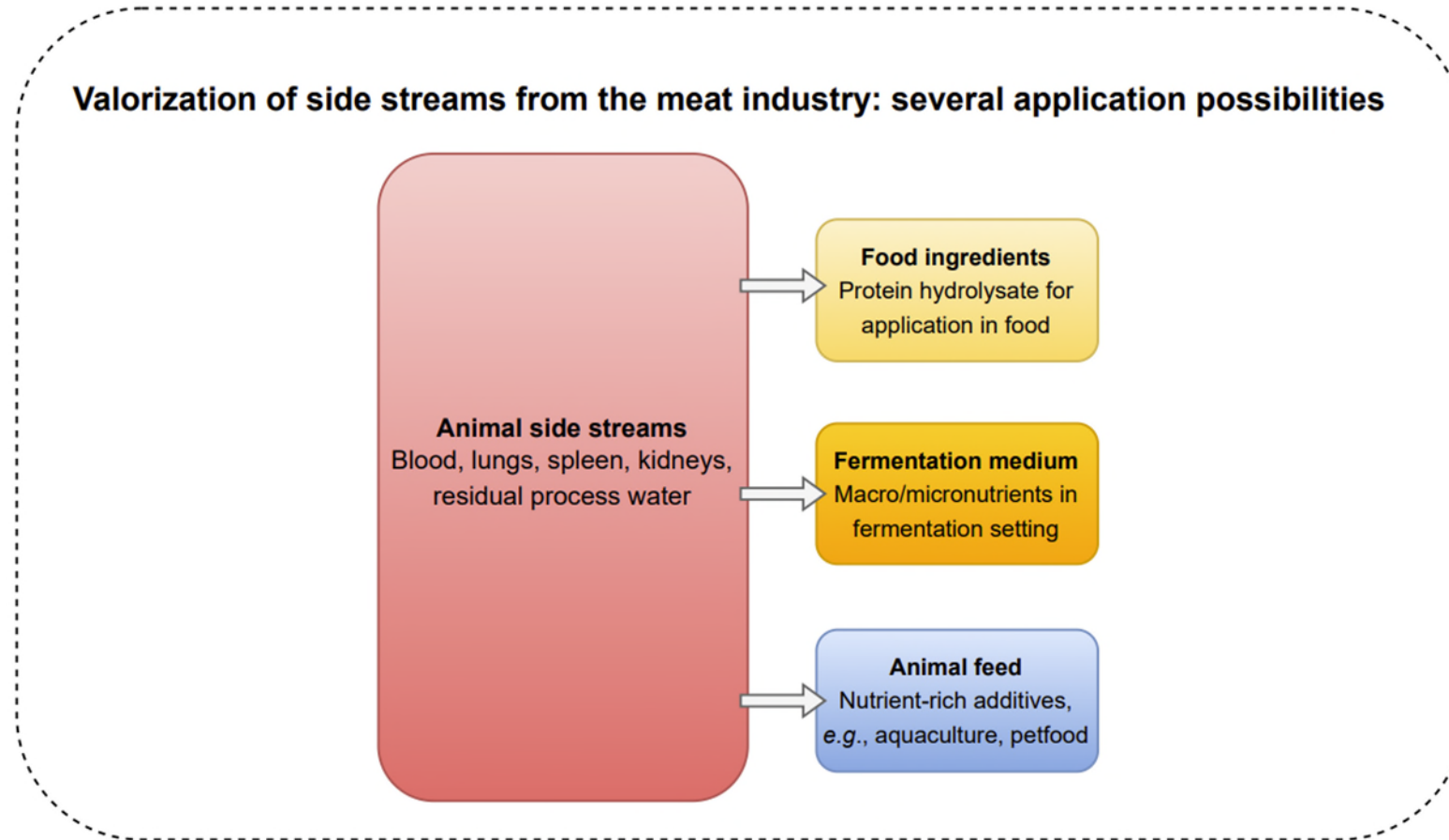
Optimal udnyttelse af *forskellige* animalske sidestrømme i én samlet proces



- Anvendelse af enzymatisk hydrolyse proces til at behandle en kombination af forskellige (faste) animalske sidestrømme
- Større råvaregrundlag: substratblanding af milt, lunger, nyre
- Faste sidestrømme går i opløsning og skift i farvenuance (beige/gullig)
- Proteinudbytte: 76%



Forskellige applikationsmuligheder ved bioraffinering af animalske sidestrømme





DANISH
TECHNOLOGICAL
INSTITUTE

Spørgsmål?



DANISH
TECHNOLOGICAL
INSTITUTE

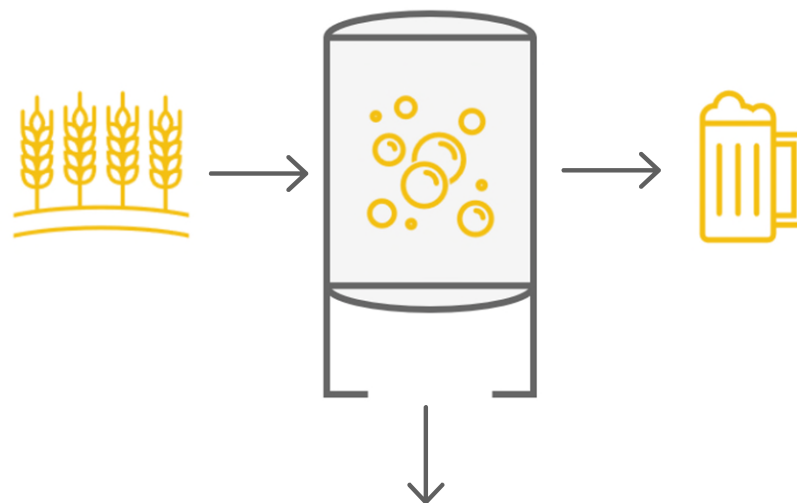


Upcycling af mask fra ølproduktion

Udvikling af ny
ingrediens til fødevarer

Mask: Sidestrøm fra ølbrygning

Ølproduktion



Brewer's spent grain (BSG)

- God ernæringsværdi (fibre, protein)
- Store volumener, ~120.000 t/år
- Billig sidestrøm



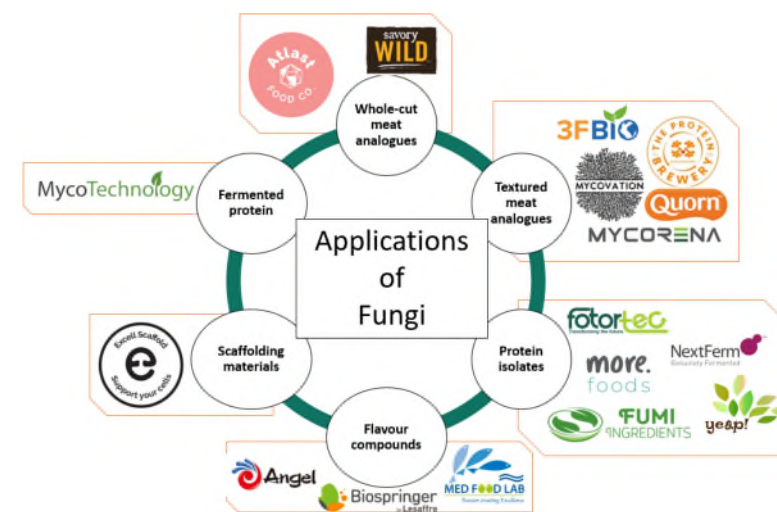
Udfordring:

Acceptabel kvalitet
(sensorisk) for
endelige produkter

Udvikling af fremtidens fødevarer ved hjælp af svampe

- Svampe er vigtige produktionsorganismer som udnyttes i industriel skala, herunder bioteknologi, fødevarer, organiske syrer, pharma, enzymer
- Fermenterede fødevarer (tempeh, sojasauce, risvineddike)
- Fermentering som en produktionsplatform med anvendelse af svampe indenfor produktion af alternative proteiner
 - Traditionel fermentering; intakte, levende mikroorganismer omdanner substrat til produkt (sojabønner fermenteres af svamp til at fremstille tempeh, mælkesyrebakterier til produktion af ost, yoghurt)
 - Biomasse fermentering: Produktion af mikroorganismer med højt proteinindhold (f.eks. filamentøse svampe) som (hoved)ingrediens til fremstilling af fødevarer (kødanaloger, tekstur)
 - Præcision fermentering; rekombinante cellefabrikker anvendes til at producere specifikke produkter (proteiner, vitaminer, enzymer, naturlige pigmenter, lipider) som kan forbedre sensorik, funktionalitet, kvalitet i fødevarer

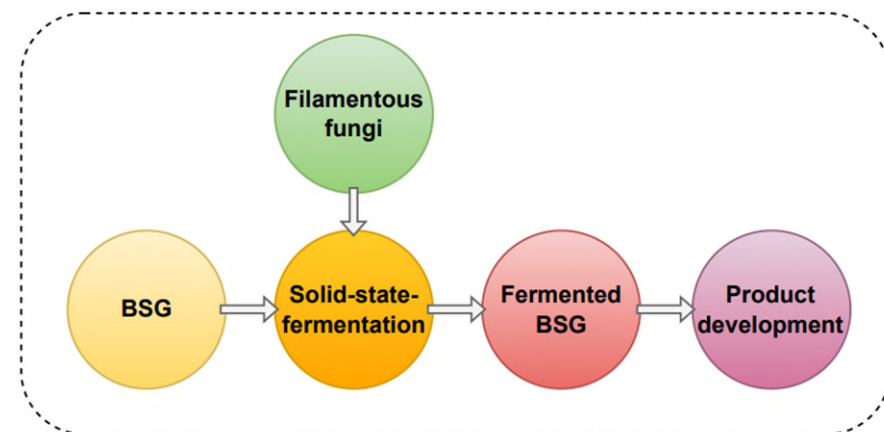
Applikation af svampe i den alternative protein sektor



GFI, 2021.

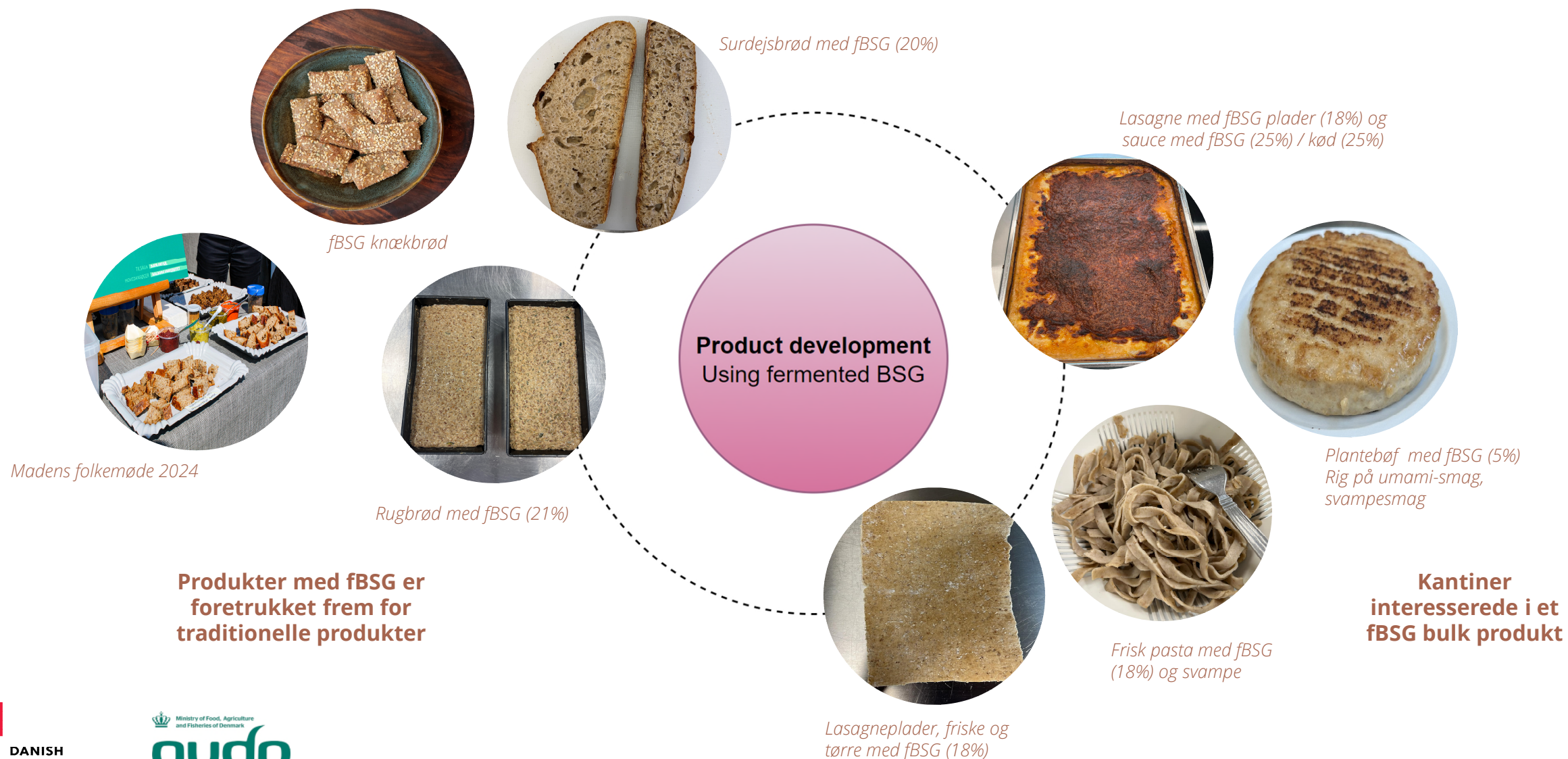
Produktion af nye fødevareingredienser ved solid-state fermentering af BSG

- Filamentøse svampe er effektive til at nedbryde komplekse biomasser, hvoraf de kan udnytte næringsindholdet
- Kapacitet til at opgradere agro-industrielle sidestrømme og omdanne det til fødevareprotein (mycoprotein/svampeprotein)
- Biomasse fermentering: Behandling af BSG i bioreaktorsystem (solid-state) med anvendelse af filamentøse svampe
- Fermenteret BSG består af mycoprotein and BSG der kan anvendes som ny ingrediens til fremstilling af forskellige fødevarer

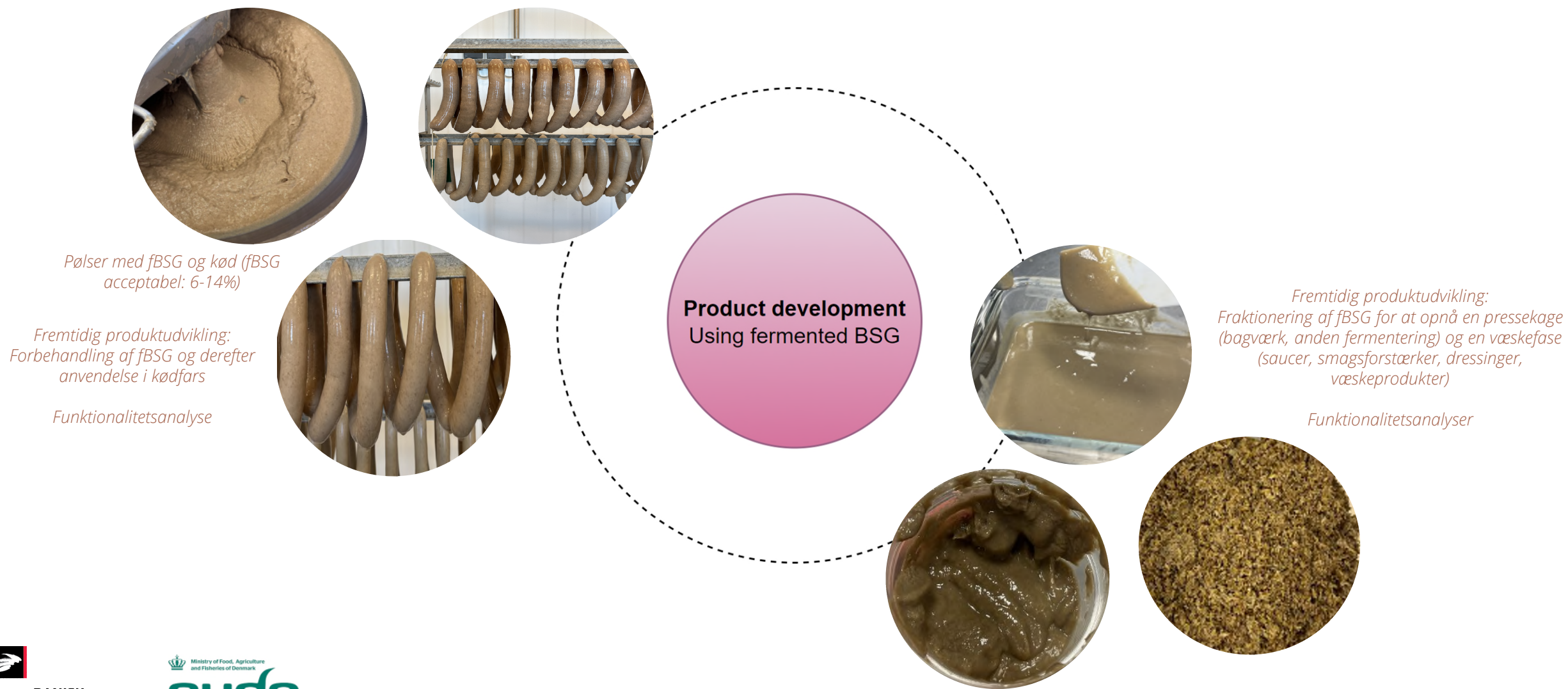


Fermenteret BSG (fBSG)

Produktudvikling med svampefermenteret BSG



Produktudvikling med svampefermenteret BSG





DANISH
TECHNOLOGICAL
INSTITUTE



Spørgsmål?