

Bio-kaskade udnyttelse af planter

Knud Villy Christensen, Cecilie Lundsryd, Maria Cinta Roda Serrat, Rime El-Houri, Simone Rasmussen,
Jin Mi Triolo, Claudio Madeddu, Ali Heidarzadeh Vazifekhoran, Peter Brilner Lund

Knud Villy Christensen
SDU-Chemical Engineering
University of Southern Denmark
kvc@kbm.sdu.dk

Bio-kaskade udnyttelse af planter

Introduktion

Overblik:

1. Introduktion
2. Bio-kaskader & non-linear økonomi
3. Eksempel på en Bio-kaskade – Presserest fra kirsebærvin

Hvad gør, at optimal udnyttelse af biomasse er vigtigt?

Fra et lokalt perspektiv, er EU udfordret når det kommer til økonomisk bæredygtighed:
Mange af vore ikke fornybare ressourcer er ved at være brugt
Kul, råolie, naturgas
Fosfat, mineraler

Fra et globalt perspektiv, er kloden udfordret på miljø og klimapåvirkninger:
Vi overudnytter vore ressourcer:
CO₂, ammoniak etc udledninger fører til global opvarmning
Jorderosion og tab af næringsstoffer
Befolkningstilvækst (fra 7 til 9 milliarder)

Samtidigt er alle berettigede til et godt liv i velstand



Development of membrane based methods for separation and concentration nutrients from biowaste

Introduction

Overblik:

1. Introduktion
2. Bio-kaskader & non-linear økonomi
3. Eksempel på en Bio-kaskade – Presserest fra kirsebærvin

Hvad gør, at optimal udnyttelse af biomasse er vigtigt?

For EU er disse problemer særligt betydningsfulde da Europe ikke længere er verdens industrilokomotiv:

- Høje lønninger
- Høje forventninger til levestandard
- Lang forventet levealder med en aldrende mindre produktiv befolkning

Selvom vi kan glæde os over, at landbrug i Danmark generelt føres meget effektivt, kæmper landmænd med at

- Opnå et tilstrækkeligt økonomisk udbytte
- Afdrag på lån
- At leve op til en stadigt strammere miljølov

Kombinationen af disse udfordringer gør tanken om en cirkulær biokaskade baseret økonomi særligt attraktiv for EU



Bio-kaskade udnyttelse af planter

Bio-kaskader & non-linear økonomi

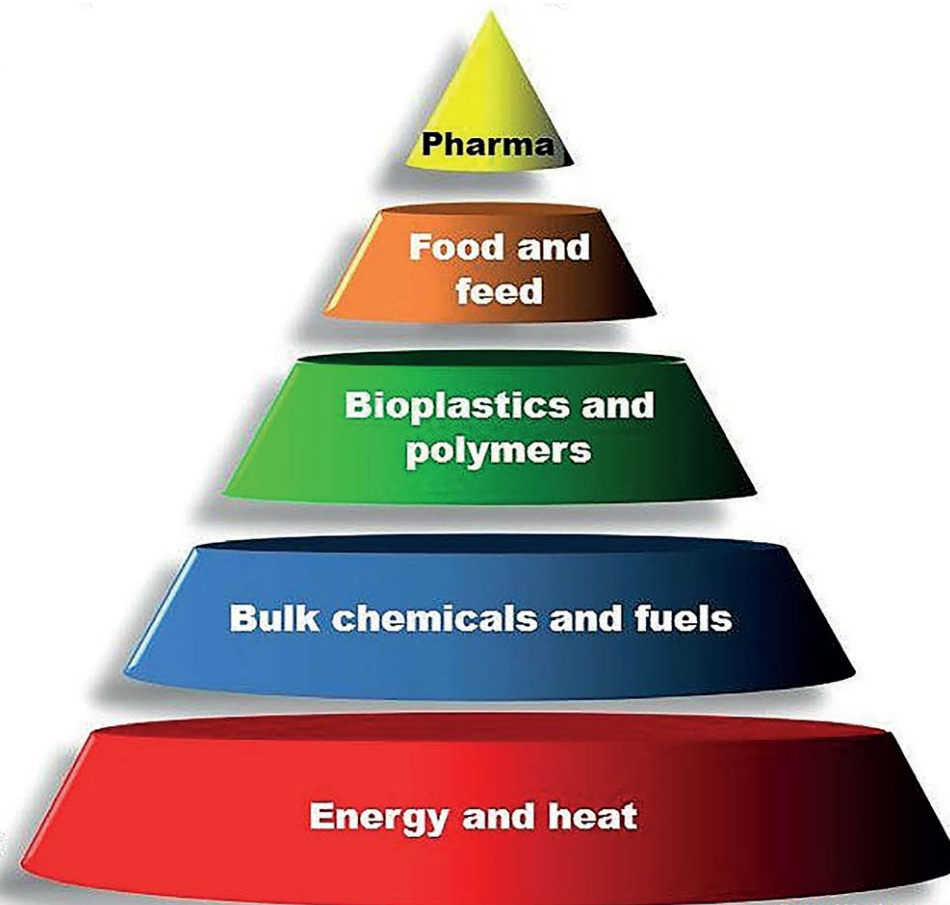
Overblik:

1. Introduktion
2. Bio-kaskader & non-linear økonomi
3. Eksempel på en Bio-kaskade – Presserest fra kirsebærvin

Hvad menes så med en Bio-kaskade?
Kaskadeprincippet går på, at man altid forsøger at få de mest værdifulde komponenter ud af biomassen. Disse højværdikomponenter kan så bruges i processer til fremstilling af **fødevarer**, **fodder**, **medicin** eller **kemikalier**.
Den resterende biomasse, kan så benyttes til at **generere elektricitet og varme** (typisk via biogas).

High value

Low value



Source: Peter Westermann

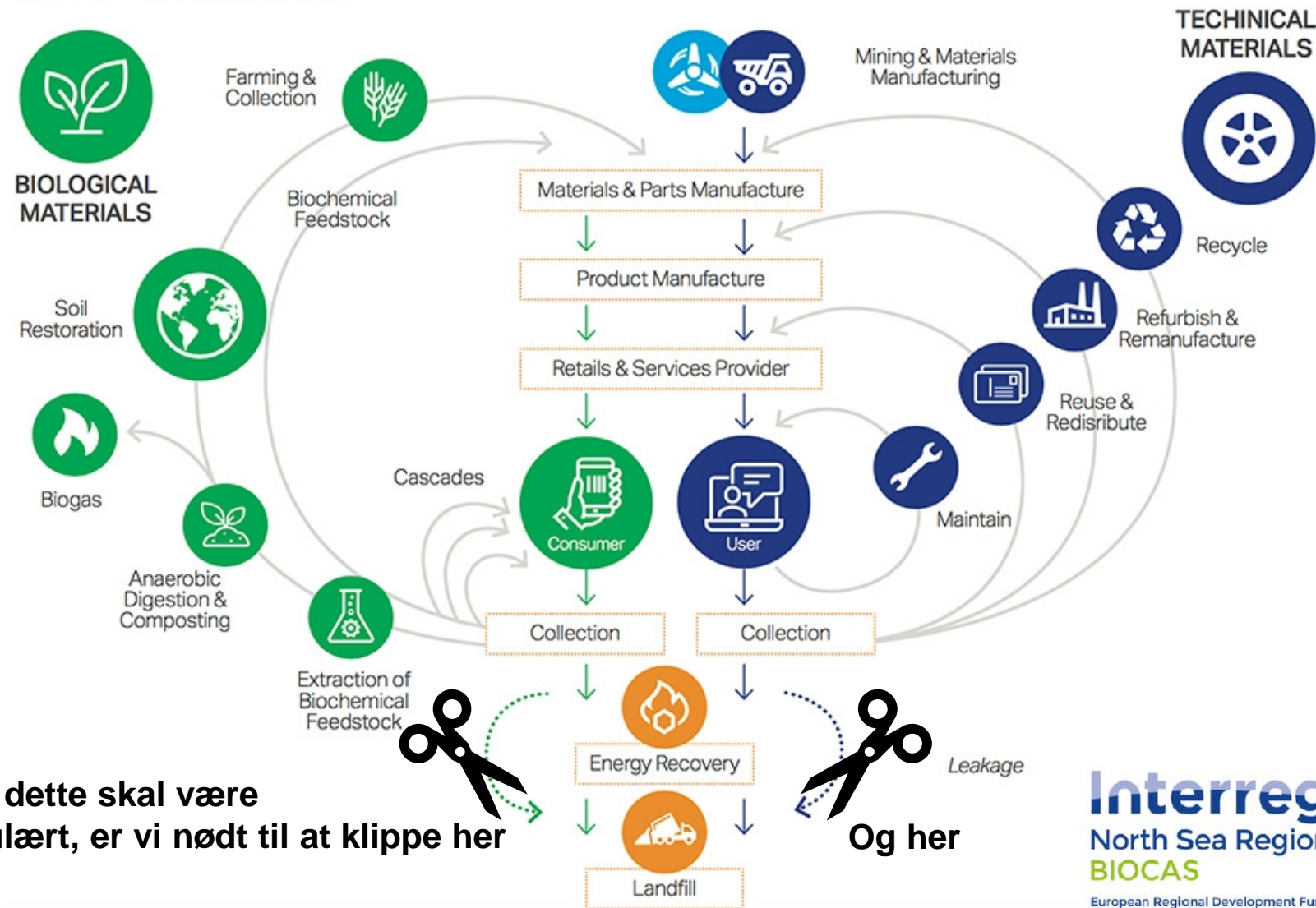
Bio-kaskade udnyttelse af planter

Bio-kaskader & non-linear økonomi

Overblik:

1. Introduktion
2. Bio-kaskader & non-linear økonomi
3. Eksempel på en Bio-kaskade – Presserest fra kirsebærvin

Outline of the circular economy



Hvis dette skal være
circulært, er vi nødt til at klippe her

Og her

Bio-kaskade udnyttelse af planter

Bio-kaskader & non-linear økonomi

Overblik:

1. Introduktion
2. Bio-kaskader & non-linear økonomi
3. Eksempel på en Bio-kaskade – Presserest fra kirsebærvin

EU tager disse udfordringer meget seriøst, hvilket blandt andet ses i deres støtte til projekter som

BIOCAS

Udvikling af fremgangsrigge landområder i Nordsøregionen via Biomassekaskade alliance:

Projektperiode:

1. Juli 2017 – 30. Juni 2021

- 18 partners from Belgien, Tyskland, Danmark og Holland
- Total budget: €4.969.239
ERDF contribution: €2.484.620
- SDU budget: €780.438
ERDF contribution: €390.219



Bio-kaskade udnyttelse af planter

Bio-kaskader & non-linear økonomi

Overblik:

1. Introduktion
2. Bio-kaskader & non-linear økonomi
3. Eksempel på en Bio-kaskade – Presserest fra kirsebærvin



Bio-kaskade udnyttelse af planter

Bio-kaskader & non-linear økonomi

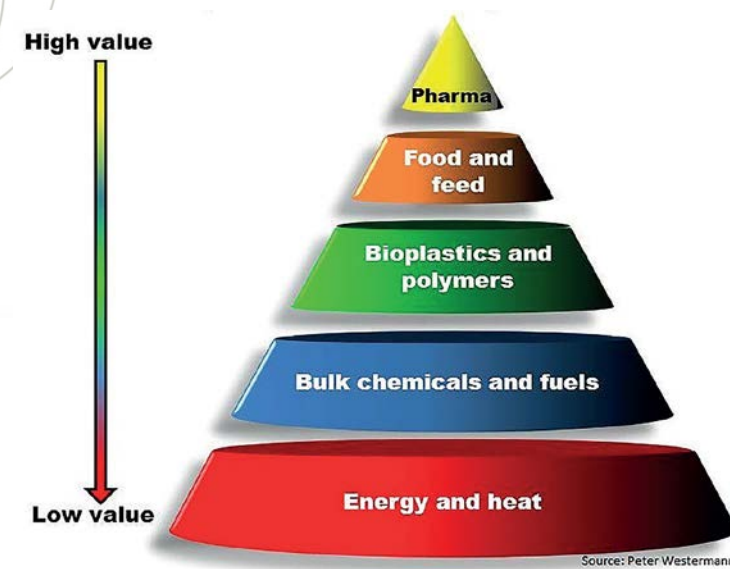
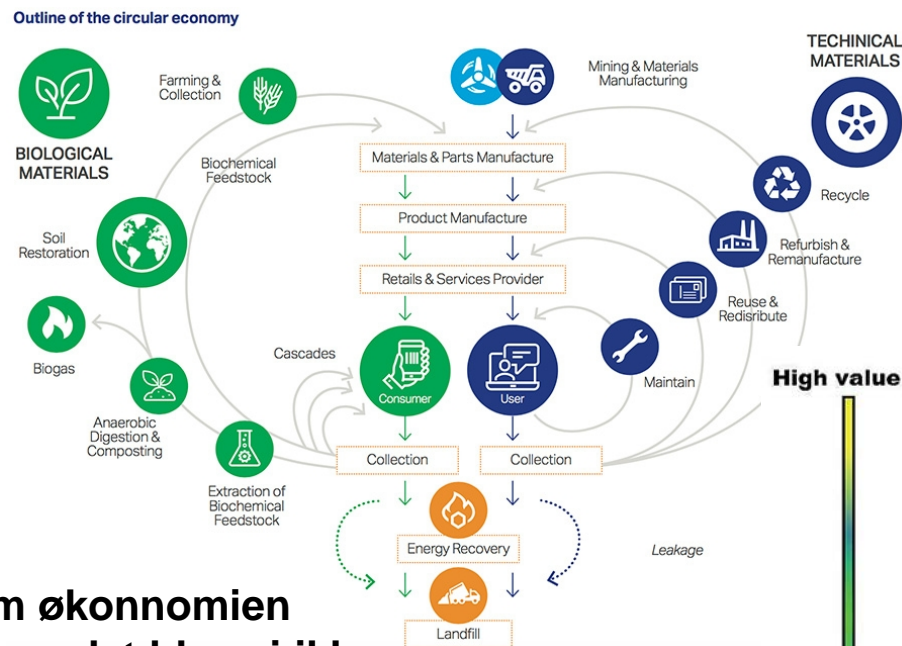
Overblik:

1. Introduktion
2. Bio-kaskader & non-linear økonomi
3. Eksempel på en Bio-kaskade – Presserest fra kirsebærvin

Det er jo en åbenlys god idé

Det minder dog lidt om økonomien Under 2. verdenskrig, og det blev vi ikke rige af.

Et af hovedproblemerne er, at højværdikomponenterne i biomasse ofte er fortyndet i meget vand. De skal således koncentreres, hvilket er energikrævende. Her kan vi ofte komme noget af vejen med membranteknologi.

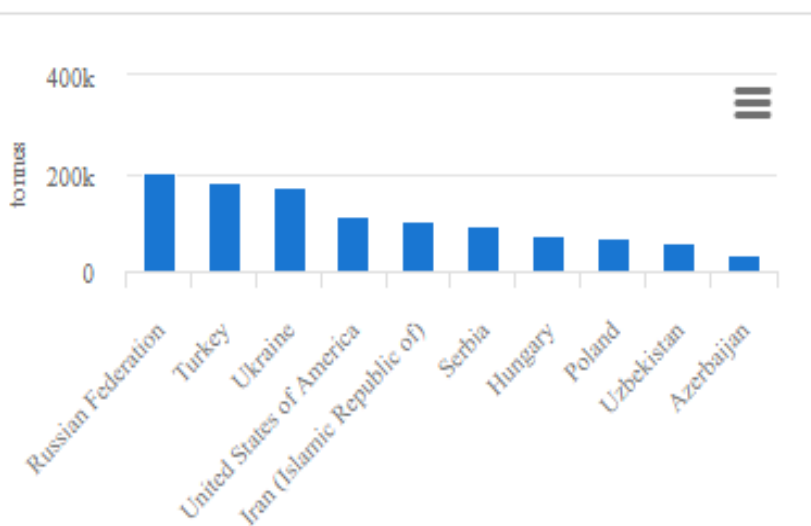


Bio-kaskade udnyttelse af planter

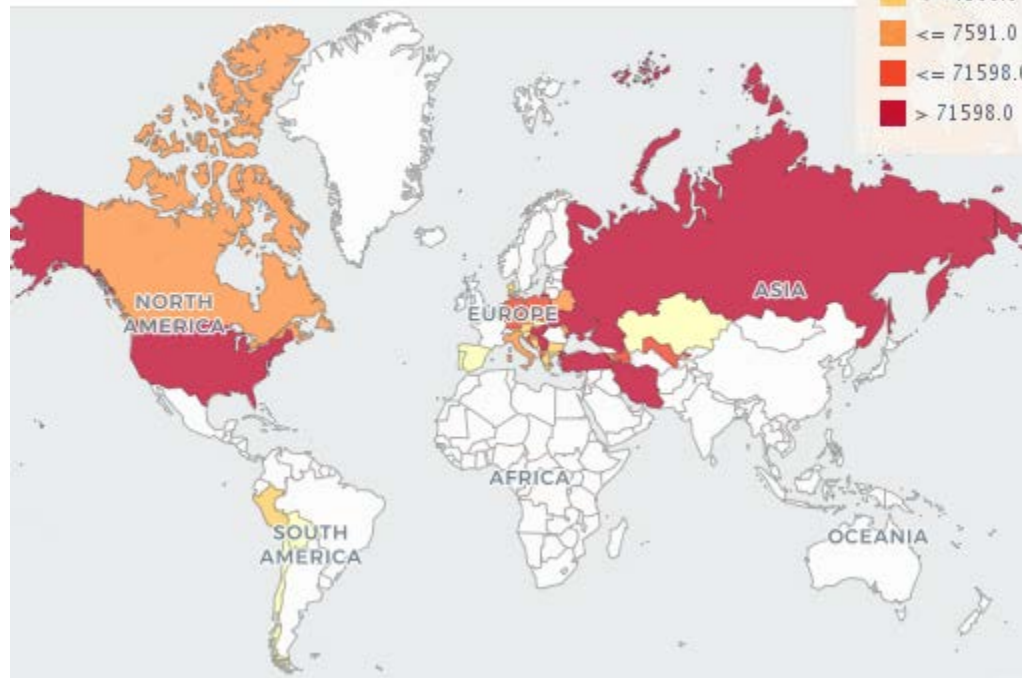
Eksempel på en Bio-kaskade – Presserest fra kirsebærvin

Biomasse Kaskade Alliancen dækker alle interesanter i processeringen:
(Føde -> Processering -> Produkt + Spildstrøm).

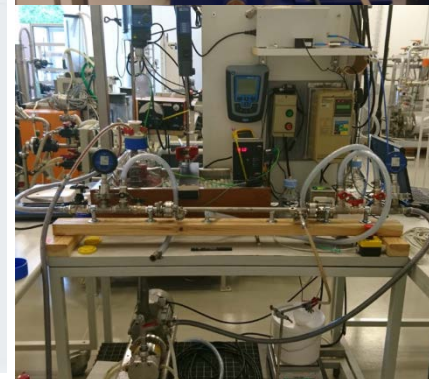
- Surkirsebær (*Prunus Cerasus* L.) bruges mest til saft, marmelade, hedvin eller dessertvin p.g.a den sure smag
- Dette resulterer i en presserest, som måske har en merværdi.
- Verdensproduktion: 1.199.139 tonnes (2017)
- Landbrugsareal: 188.888 ha (2017)



Production quantities of Cherries, sour by country
2017



Source: Food and Agricultural Organization of the United Nations



Bio-kaskade udnyttelse af planter

Eksempel på en Bio-kaskade – Presserest fra kirsebærvin

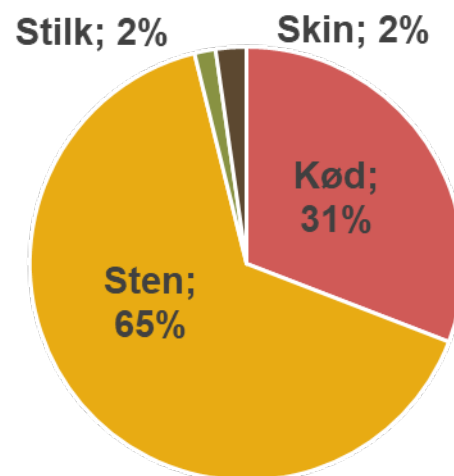
Overblik:

1. Introduktion
2. Bio-kaskader & non-linear økonomi
3. Eksempel på en Bio-kaskade – Presserest fra kirsebærvin

Biomasse Kaskade Alliancen dækker alle interesanter i processeringen:
(Føde -> Processering -> Produkt + Spildstrøm).

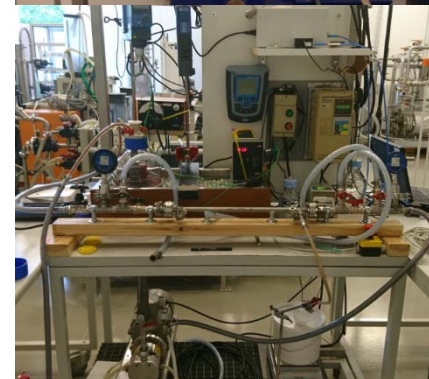


Presserest fra kirsebærvin



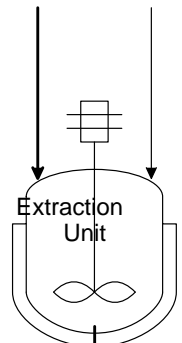
Sammensætning Vådvægt-%

Mulige Produkter:
Farvestoffer til fødevarer
Essentielle olier
Aktivtkul
Rest til biogasfremstilling



Bio-kaskade udnyttelse af planter

Eksempel på en Bio-kaskade – Presserest fra kirsebærvin



Essentielle olier



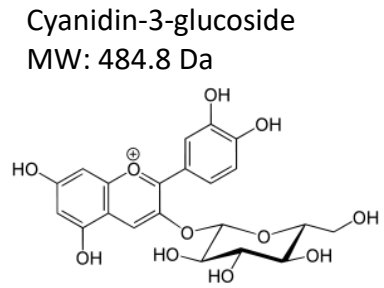
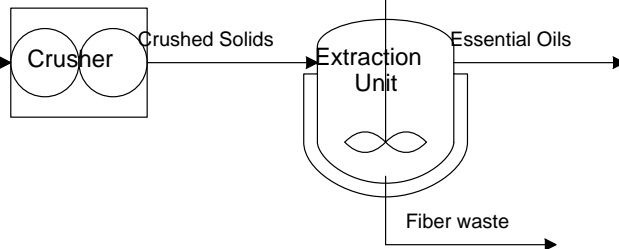
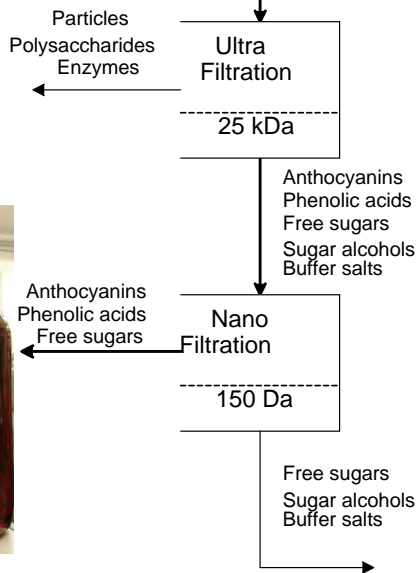
*Produktion af
aktivt kul*

*Produktion af
Biogas*

*Opgradering
af biomasse
til biogas
produktion*



**Anthocyanin-
koncentrat**



Eksempel på en Bio-kaskade – Presserest fra kirsebærvin

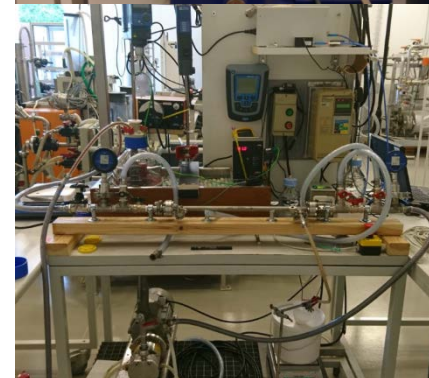
Overblik:

1. Introduktion
2. Bio-kaskader & non-linear økonomi
3. Eksempel på en Bio-kaskade – Presserest fra kirsebærvin

Ekstraktionsproces

Krav til ekstraktion og koncentrering af farvestoffer:

- Højt udbytte af anthocyaniner
- Processen skal kunne konkurrere med andre farvestoffer på pris
- Mild proces for at minimere nedbrydning af anthocyaniner
- Skal leve op til gældende lovgivning, processering og markedskrav
 - Vandbaseret proces (Undgå organiske solventer)
 - Oprensning baseret på membranfiltration

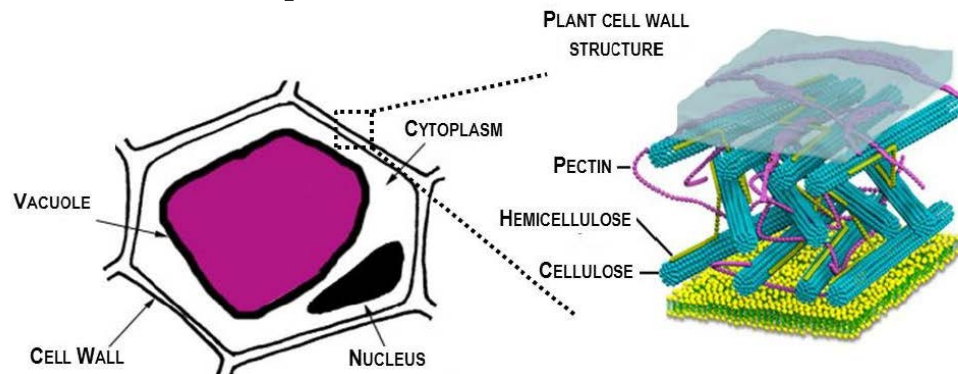


Eksempel på en Bio-kaskade – Presserest fra kirsebærvin

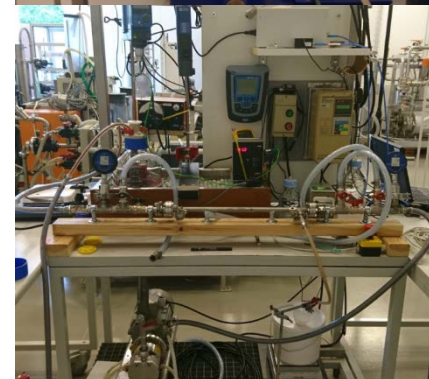
Overblik:

1. Introduktion
2. Bio-kaskader & non-linear økonomi
3. Eksempel på en Bio-kaskade – Presserest fra kirsebærvin

Ekstraktionsproces



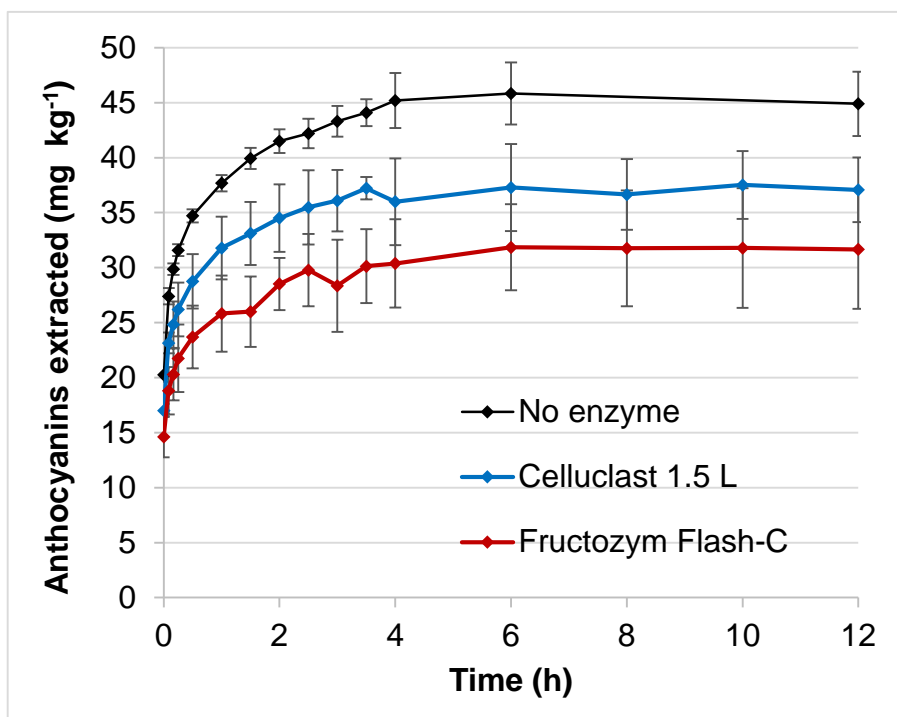
- **Nedbrydning af cellevæggen kan øges ved brug af enzymer:**
 - Cellulaser
 - Polygalacturonaser
 - Beta-glucanaser
 - Pectinaser
- **Effecter rapporteret i litteraturen**
 - Øget ekstraktionseffektivitet
 - Sænker viskositeten af blandingen
 - Øger filtreringseffektiviteten
 - Bivirkning: Flavonoidglycosidase øger nedbrydning af anthocyaniner



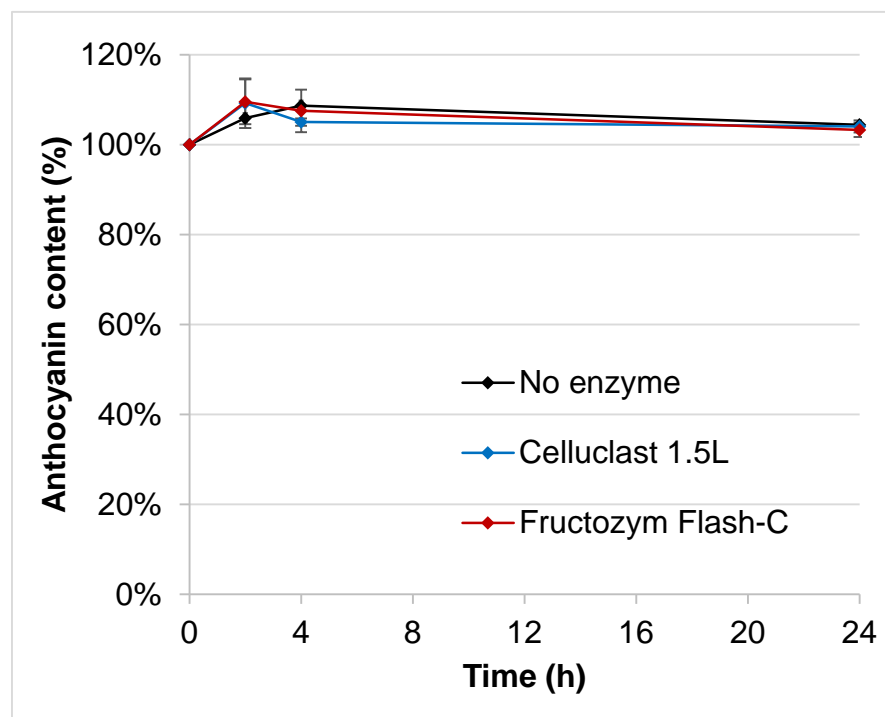
Eksempel på en Bio-kaskade – Presserest fra kirsebærvin Ekstraktionsproces

To kommercielt tilgængelige enzymblandinger er blevet testet i en citronsyre buffer (pH 2,9), dosering 200 mL ton⁻¹

- Fructozym® Flash-C (Erbslöh) : Pektinaseblanding
- Celluclast® 1.5L (Novozymes) : Cellulase



Konklusion: Enzymer ændre ikke ekstraktionstiden



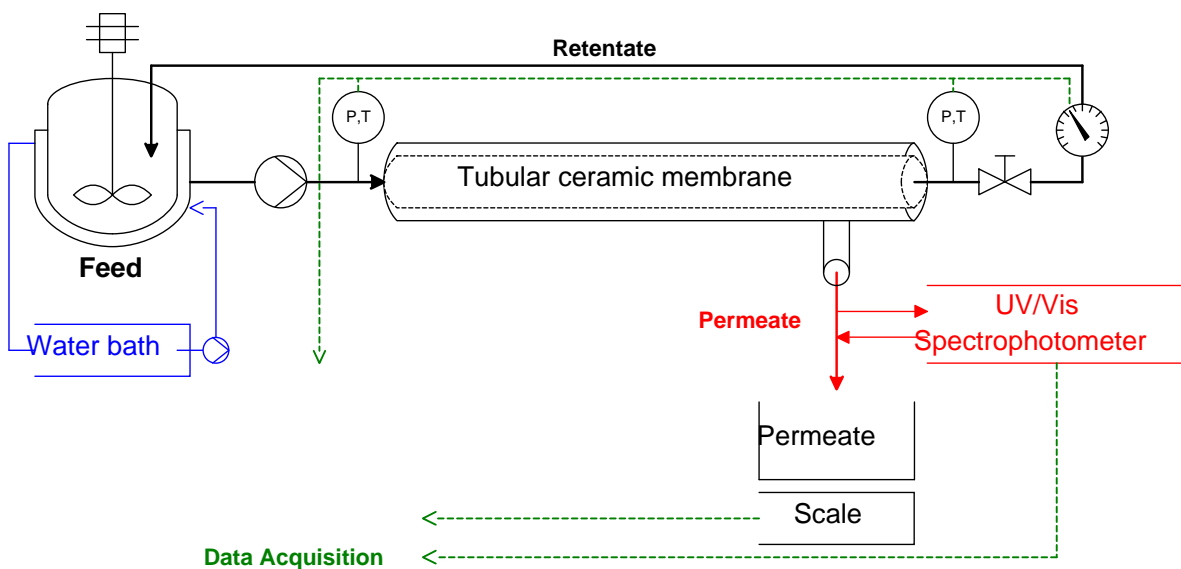
Konklusion: Enzymer fører ikke til nedbrydning af anthocyaniner de første 24 timer



Bio-kaskade udnyttelse af planter

Eksempel på en Bio-kaskade – Presserest fra kirsebærvin

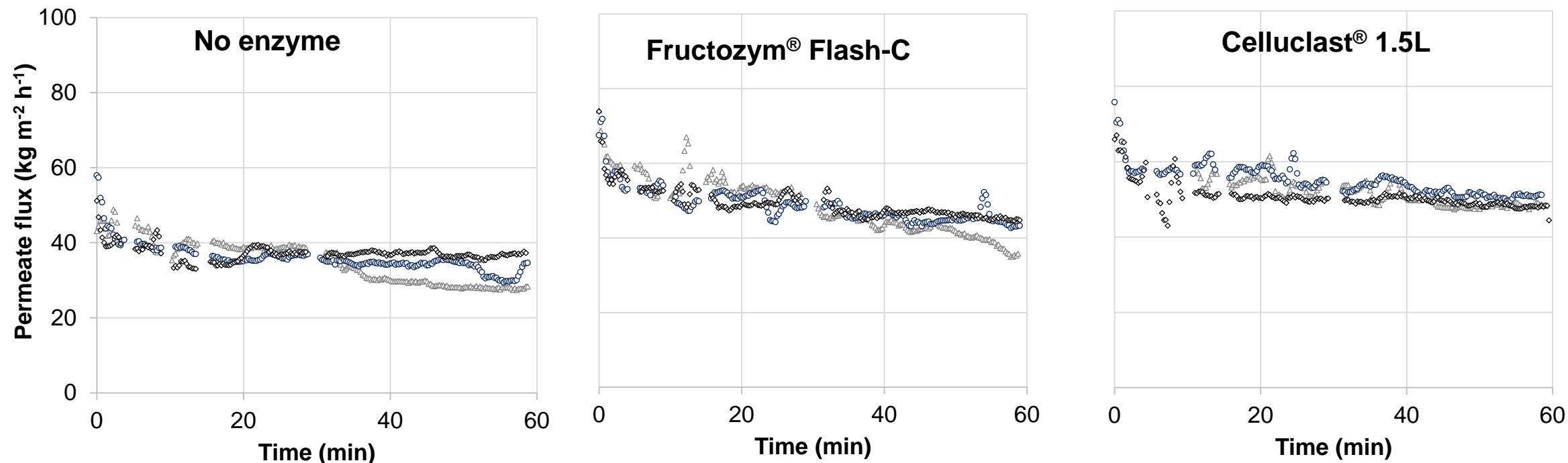
The e-MBR: enzyme - Membrane BioReactor



Membrane information and filtration parameters	
Membrane cut-off	25 kDa
Membrane material	ZrO ₂
Manufacturer	Atech Innovations GmbH
Membrane area	0.011 m ²
Trans-membrane pressure	0,5 bar
Cross-flow velocity	3,0 m s ⁻¹

Eksempel på en Bio-kaskade – Presserest fra kirsebærvin

Resultater af e-MBR forsøg:



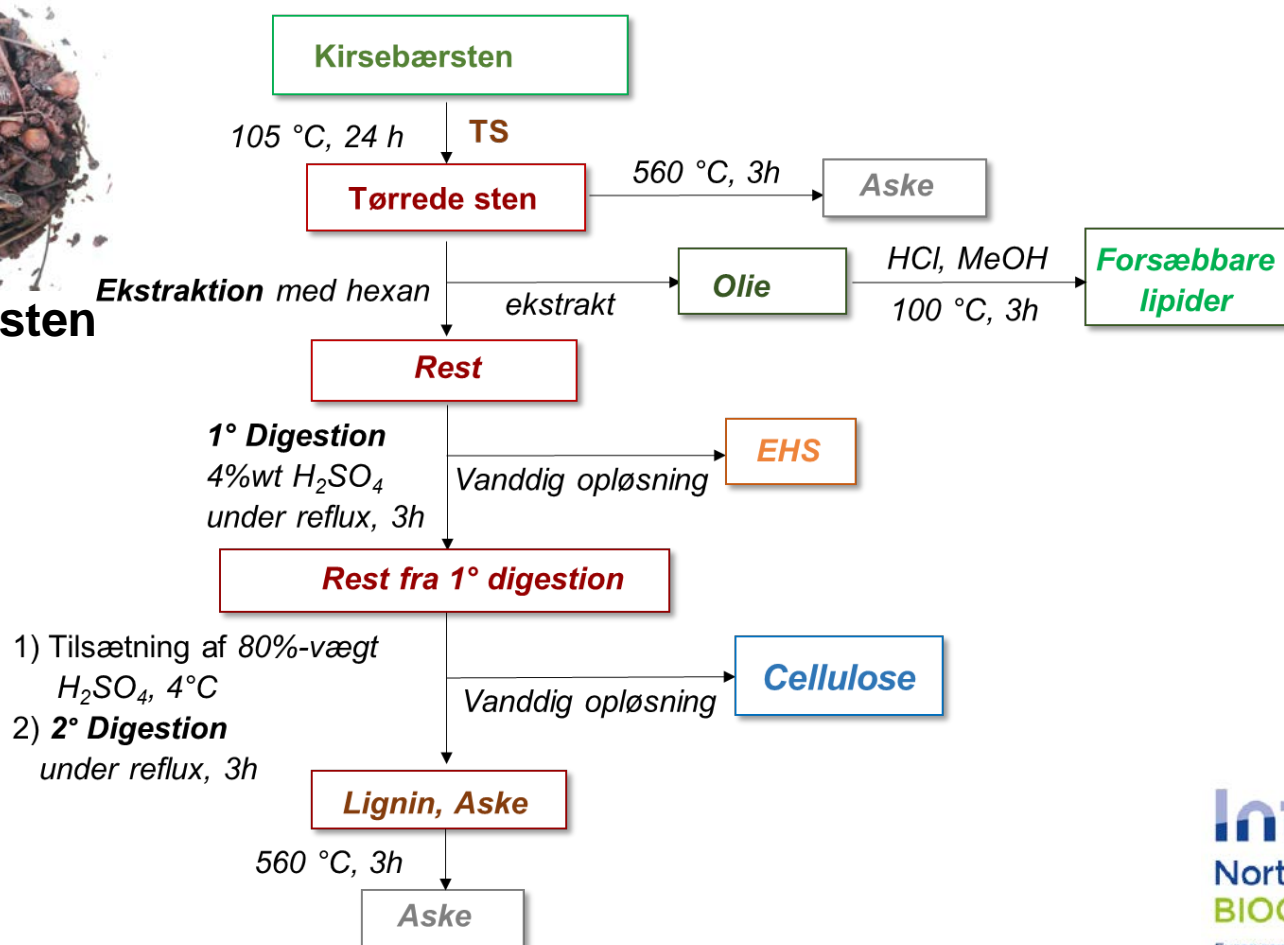
- Flux er nogenlunde stabil
- Brug af enzymer øger fluxen. Skyldes formentlig nedbrydning af polysaccharider
- Udbytte: 82,1 ± 2,9 mg anthocyanins/kg

Eksempel på en Bio-kaskade – Presserest fra kirsebærvin

Overblik:

1. Introduktion
2. Bio-kaskader & non-linear økonomi
3. Eksempel på en Bio-kaskade – Presserest fra kirsebærvin

Ekstraktion af kirsebærsten: Karakterisering



Eksempel på en Bio-kaskade – Presserest fra kirsebærvin

Overblik:

1. Introduktion
2. Bio-kaskader & non-linear økonomi
3. Eksempel på en Bio-kaskade – Presserest fra kirsebærvin

Ekstraktion af kirsebærsten: Karakterisering



Kirsebærsten

Fysisk adskillelse af hovedbestanddele

- 1) Mekanisk knusning af stenene
- 2) Fysisk adskillelse

Kerne 25,3%wt



Skind 6,5%wt

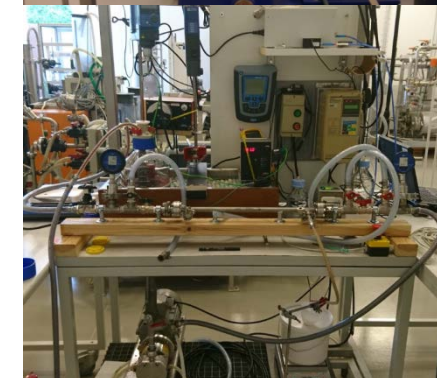


Skal 68,2%wt



Karakterisering: Sammensætning af kirsebærsten

Sammensætning	Kerner	Skind	Skal	Samlet
Vandindhold (%vægt)	35,3 ± 1,5	33,0 ± 0,2	18,6 ± 0,4	23,8
Total tørstofindhold (mg/gTS)				
Olie ekstraheret med hexan	138,5	42,0	13,1	41,6
<i>Forsæbbare lipider (FAME)</i>	60,4	13,5	-	13,7
Let Hydrolyserbare Sukre (EHS)	50,2	33,2	252,1	196,2
<i>Sorbitol</i>	1,3	6,3	2,6	2,5
<i>Arabinose</i>	31,5	15,5	6,0	12,0
<i>Galactose</i>	5,4	2,2	4,1	4,3
<i>Glucose</i>	4,2	3,0	4,3	4,2
<i>Mannose og Xilose</i>	7,8	6,2	235,1	173,2
Cellulose	31,3	65,3	306,3	233,4
<i>Glucose</i>	28,9	58,0	268,5	205,0
<i>Mannose og Xilose</i>	2,4	7,3	37,8	28,4
Lignin	69,1	280,1	318,6	262,8
Aske	19,1	88,3	4,5	12,4
Total identificerede komponenter	308,2	508,9	894,6	746,4



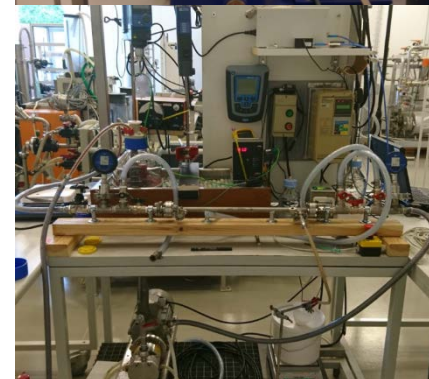
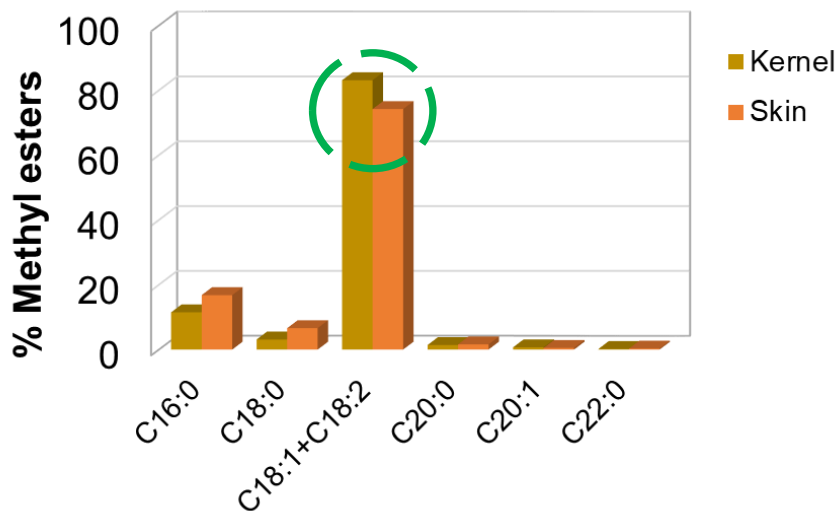
Eksempel på en Bio-kaskade – Presserest fra kirsebærvin

Overblik:

1. Introduktion
2. Bio-kaskader & non-linear økonomi
3. Eksempel på en Bio-kaskade – Presserest fra kirsebærvin

Ekstraktion af kirsebærsten: Karakterisering

<i>Fedtsyreprofil</i>	<i>Olie</i>	
	<i>Kerne</i>	<i>Skind</i>
<i>Palmitinsyre (C16:0)</i>	11,5	16,8
<i>Stearinsyre (C18:0)</i>	3,1	6,6
<i>Olein- og Linolein syre (C18:1+C18:2)</i>	83,1	74,2
<i>Eicosanoinsyre (C20:0)</i>	1,4	1,6
<i>Eicosenoinsyre (C20:1)</i>	0,7	0,5
<i>Docosanoinsyre (C22:0)</i>	0,2	0,3
<i>Gennemsnitlig molvægt (g/mole)</i>	279,4	278,4



Eksempel på en Bio-kaskade – Presserest fra kirsebærvin

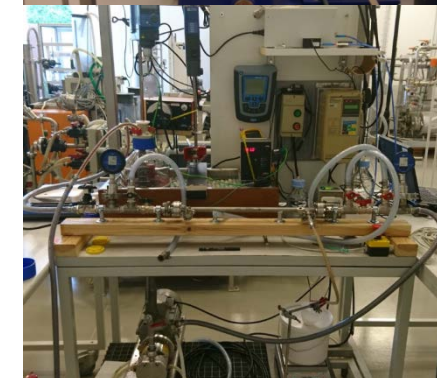
Overblik:

1. Introduction
2. Bio-kaskader & non-linear økonomi
3. Eksempel på en Bio-kaskade – Presserest fra kirsebærvin

Ekstraktion af kirsebærsten: Karakterisering

Superkritisk CO₂ - og n-hexanekstraktion

	1-trins Soxhlet ekstraktion n-hexane	SFE	SFE	3-trins ekstraktion n-Hexane
Prøve (g)		50	50	
CO ₂ flow (g/min)		25	25	
Temperatur (°C)		40	40	
Tryk (bar)		350	550	
Ekstraktionstid (h)		5	5	
Udbytte (mg olie/g vådvægt)	55,3	45,2	42,8	80,8 ± 1,0
Udbytte (mg olie/g tørvægt)				105,9 ± 1,3



Eksempel på en Bio-kaskade – Presserest fra kirsebærvin

Overblik:

1. Introduction
2. Bio-kaskader & non-linear økonomi
3. Eksempel på en Bio-kaskade – Presserest fra kirsebærvin

Forbedring af biogaspotentiale for strå:

Hvis biogasproduktionen i Danmark skal øges, kræver det udnyttelse af andre kulstofkilder end husdyrmøg og kommunalt biomasseaffald.

En mulig kilde kunne være strå.

I 2018 producerede Danmark omkring 1,4 mio ton hvedestråensilage, af hvilket halvdelen gik til energisektoren. Primært til forbrænding.

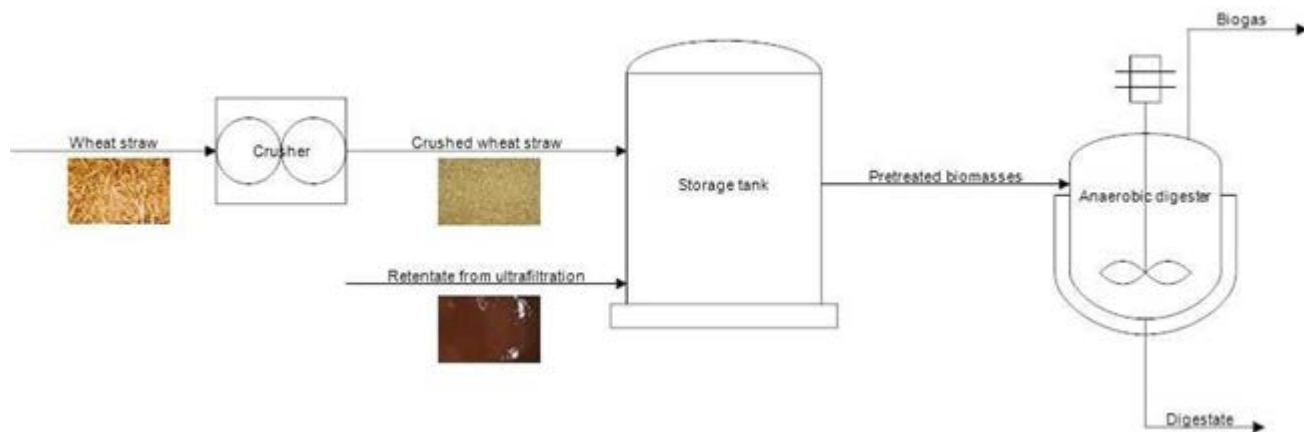
Selv efter ensilering er strå er dog langsomt nedbrydeligt. Da kirsebærretentatet fra ultrafiltreringen indeholder cellulaser og er sur, kan det måske fremme nedbrydningen, hvis det tilsættes strå inden ensilering strå.



Bio-kaskade udnyttelse af planter

Eksempel på en Bio-kaskade – Presserest fra kirsebærvin

Forbedring af biogaspotentiale for strå:



Testbetingelser:

Storage/ensilage:

Temperatur: 20°C

Strå: UF-retentat 1:9 (vægt)

Tørstof i UF retentate: 6,2 %

Procestid: 48/72 h

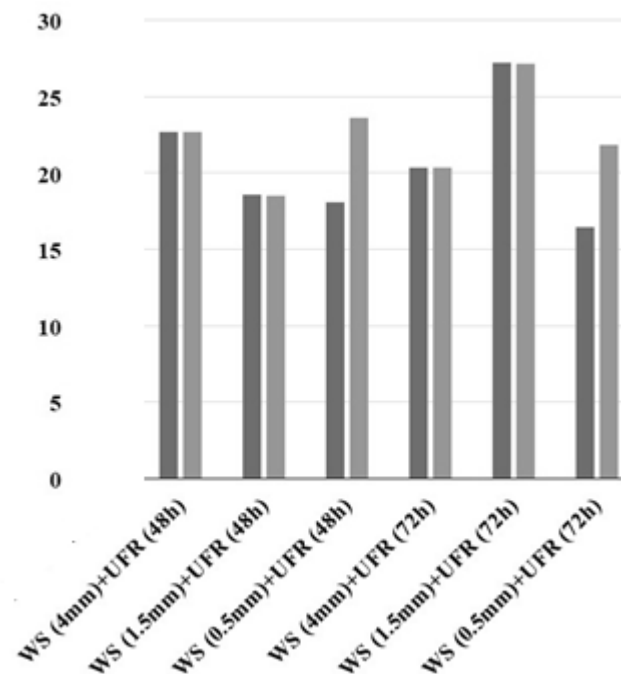
Digester:

Temperatur: 37°C

Inoculum:Substrat 2,5:1 (VS)

Inoculum: Fangel Biogas

Procestid: 60 dage



Forøget biogasproduktion (%) ved tilsætning af UF-retentat til strå.

■ Uden formaling af strå

■ Med formaling af strå



Forøgelse i strås biogaspotentiale: Op til 27%

Bio-kaskade udnyttelse af planter

Eksempel på en Bio-kaskade – Presserest fra kirsebærvin

Overblik:

1. Introduction
2. Bio-kaskader & non-linear økonomi
3. Eksempel på en Bio-kaskade – Presserest fra kirsebærvin

Biomasse Kaskade Alliancen dækker alle interesanter i processeringen:
(Føde -> Processering -> Produkt + Spildstrøm).

Spørgsmål?

