

## **Kartlegging av restråstoff fra jordbruket**

Diana Lindberg, Kjersti Aaby, Grethe Iren A. Borge, John-Erik Haugen, Astrid Nilsson, Rune Rødbotten og Stefan Sahlstrøm





Nofima er et næringsrettet forskningsinstitutt som driver forskning og utvikling for akvakulturnæringen, fiskerinæringen og matindustrien.

Nofima har om lag 350 ansatte.

Hovedkontoret er i Tromsø, og forskningsvirksomheten foregår på fem ulike steder: Ås, Stavanger, Bergen, Sunndalsøra og Tromsø

**Hovedkontor Tromsø:**

Muninbakken 9–13  
Postboks 6122 Langnes  
NO-9291 Tromsø

**Ås:**

Osloveien 1  
Postboks 210  
NO-1433 ÅS

**Stavanger:**

Måltidets hus, Richard Johnsgate 4  
Postboks 8034  
NO-4068 Stavanger

**Bergen:**

Kjerreidviken 16  
Postboks 1425 Oasen  
NO-5844 Bergen

**Sunnalsøra:**

Sjølseng  
NO-6600 Sunndalsøra

**Alta:**

Kunnskapsparken, Markedsgata 3  
NO-9510 Alta

**Felles kontaktinformasjon:**

Tlf: 02140  
E-post: [post@nofima.no](mailto:post@nofima.no)  
Internett: [www.nofima.no](http://www.nofima.no)

**Foretaksnr.:**

**NO 989 278 835**

# Rapport

	ISBN: 978-82-8296-475-3 (trykt) ISBN: 978-82-8296-476-0 (pdf) ISSN 1890-579X
<i>Tittel:</i> <b>Kartlegging av restråstoff fra jordbruket</b>	<i>Rapportnr.:</i> 67/2016
	<i>Tilgjengelighet:</i> <b>Åpen</b>
<i>Forfatter(e):</i> Diana Lindberg (prosjektleder), Kjersti Aaby, Grethe Iren A. Borge, John-Erik Haugen, Astrid Nilsson, Rune Rødbotten og Stefan Sahlstrøm	<i>Dato:</i> 31. desember 2016
<i>Avdeling:</i> Råvare og prosess, Mat og helse	<i>Ant. sider og vedlegg:</i> 46
<i>Oppdragsgiver:</i> Nofima, Innovasjon Norge	<i>Oppdragsgivers ref.:</i> 2016/109763
<i>Stikkord:</i> Restråstoff, biprodukter, verdiøkning, norsk matindustri, økt utnyttelse, frukt, bær, raps, oljedodre, presskaker, animalsk restråstoff, animalsk fett, cerealer, korn, havreskall, hvetekli, mask, grønnsaker, potet	<i>Prosjektnr.:</i> 11709
<i>Sammendrag:</i> Med denne rapporten ønsker vi å bidra til en bedre oversikt over volum, sammensetning, kvalitet, anvendelse og nye muligheter for bruk av restråstoff fra norske industriell bearbeiding av cerealer, kjøtt, planteoljer, frukt, bær, grønnsaker og potet. For cerealer er de største kildene til restråstoff skall- og kli-fraksjoner fra norske møller, samt mask fra ølbrygging. Fra korn-prosessering og bryggerinæringen i Norge produseres 69 800 tonn og 17 000 tonn mask årlig. I norsk kjøttproduksjon er totalt volum fra denne sektoren 264 000 tonn. En stor og til dels lite verdsett ressurs er animalsk fett, som har et totalt volum på 27 300 tonn. Norsk produksjon av planteoljer resulterer årlig i 800 tonn pressrest fra norsk kaldpresset raps og oljedodre. Råvaren som generer mest restråstoff fra frukt og bær årlig er eple med 1 300 tonn pressrest, etterfulgt av solbær med 110 tonn. Andre frukter og bær resulterer i et årlig volum på 175 tonn pressrest. Grønnsak- og potetindustrien produserer 64 150 tonn restråstoff årlig. Det totale volumet av restråstoff er ca 415 000 tonn. I dag benyttes mye av restråstoffet til dyrefôr. I rapporten gis det noen eksempler på hvordan restråstoffet kan brukes til bedre betalte produkter.	
<i>English summary:</i> This report presents an overview of the volumes of agri-food residues resulting from Norwegian industrial processing of cereals, livestock, oil plants, fruit and berries, and vegetables and potatoes.  Results: Milling of grains result in 69 800 tons bran and hull yearly. Norwegian breweries annually produce 17 000 tons of brew spent grain. In meat production, 264 000 tons residues of various qualities are produced yearly, whereof 27 300 tons are animal fats. The production of plant oils results in 800 tons pomace, while processing of fruits and berries results in an annual production of 1 585 tons pomace. Lastly, processing of vegetables and potatoes result in 64 150 tons of residues. In total, the industries processing raw material from the included agricultural sectors annually produce 415 000 tons agri-food residues available for different sorts of valorization.	

## Forord

I hele verdikjeden for matproduksjon tapes både spiselig og ikke spiselig biomasse. Hvor mye som tapes under industriell prosessering av biomasse fra jordbruket er delvis undersøkt i prosjekter som «ForMat» (Østfoldforskning) og «Cycle» (SINTEF Fiskeri og Havbruk). ForMat tar for seg matsvinn fra utvalgte produktgrupper i hele verdikjeden, mens Cycle ser på svinnet i noen spesifikke bedrifter. For å kunne vurdere potensialet til å utnytte ulike typer restråstoff, må vi se på bransjespesifikke volumer og på den kvalitet restråstoffet har. Vi må også kvantifisere både spiselig og ikke spiselig restråstoff for å vite hva som kan resirkuleres til mat eller andre formål.

Å få en total oversikt over hvor mye restråstoff som dannes fra jordbruket er en omfattende jobb, og dekkes ikke innen rammene for denne rapport. Vi presenterer resultat fra mange viktige bransjer i Norge og forfatterne av rapporten har alle solid forskningserfaring på råstoffområdene som er beskrevet. Dette innebærer en god forståelse for de muligheter og utfordringer som er knyttet til hvert restråstoff.

Arbeidet med rapporten er finansiert av Innovasjon Norge (BIORAF, prosjektnr 2016/109763), NFR (InteRest, Biotek2021/Bionær prosjektnr 227356) og Nofima. Rapporten er skrevet i tett dialog med næring og interesseorganisasjoner, og vi takker alle som har bidratt til rapporten.

# Innhold

<b>1</b>	<b>Sammendrag</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Introduksjon</b> .....	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Bakgrunn</b> .....	<b>4</b>
3.1	Aktuelle faguttrykk .....	4
<b>4</b>	<b>Metoder</b> .....	<b>9</b>
<b>5</b>	<b>Cerealer</b> .....	<b>10</b>
5.1	Produksjon av restråstoff fra cerealer.....	11
5.1.1	Hvete .....	11
5.1.2	Havre .....	11
5.1.3	Bygg .....	11
5.1.4	Økologisk korn og rug.....	12
5.2	Produksjon av restråstoff fra ølbrygging.....	12
5.3	Hvordan restråstoffet brukes i dag .....	13
<b>6</b>	<b>Animalsk restråstoff</b> .....	<b>14</b>
6.1	Produksjon av animalsk restråstoff .....	15
6.1.1	Gris.....	15
6.1.2	Storfe .....	15
6.1.3	Lam/sau .....	16
6.1.4	Kylling/kalkun .....	16
6.2	Animalsk fett .....	17
<b>7</b>	<b>Oljevekster</b> .....	<b>19</b>
7.1	Produksjon av restråstoff fra soyaolje, soyalecitin og soyamel .....	19
7.2	Produksjon av restråstoff fra rapsolje og dodreolje.....	20
7.3	Hvordan restråstoffet brukes i dag .....	20
<b>8</b>	<b>Frukt og bær</b> .....	<b>21</b>
8.1	Produksjon av restråstoff fra frukt og bær.....	22
8.1.1	Epler.....	23
8.1.2	Solbær.....	24
8.1.3	Andre frukt og bær .....	24
8.2	Hvordan brukes restråstoffet i dag .....	25
8.2.1	Eple .....	25
8.2.2	Solbær.....	25
8.2.3	Andre frukt og bær .....	25
<b>9</b>	<b>Grønnsaker og potet</b> .....	<b>26</b>
9.1	Produksjon av restråstoff fra grønnsaker og potet .....	27
9.1.1	Dypfryste grønnsaker og potet.....	27
9.1.2	Grønnsaker, utenom potet.....	29
9.1.3	Varmekonserverte grønnsaker .....	29
9.1.4	Minimalt prosesserte grønnsaker .....	29

9.1.5	Prosessert potet .....	30
9.1.6	Ferdigretter med grønnsaker og potet.....	30
9.2	Hvordan brukes restråstoffet i dag .....	31
9.2.1	Grønnsaker .....	31
9.2.2	Potet .....	31
<b>10</b>	<b>Oppsummering restråstoff .....</b>	<b>32</b>
<b>11</b>	<b>Muligheter .....</b>	<b>34</b>
<b>12</b>	<b>Nofimas bidrag til utnyttelse av restråstoff.....</b>	<b>35</b>
12.1	Cerealer .....	35
12.2	Oljevekster.....	36
12.3	Animalsk restråstoff .....	36
12.4	Animalsk fett .....	37
12.5	Frukt og bær .....	38
12.6	Grønnsaker og potet .....	39
<b>13</b>	<b>Veien videre.....</b>	<b>41</b>
<b>14</b>	<b>Referanser .....</b>	<b>43</b>
<b>15</b>	<b>Vedlegg 1. Skjema for definering av restprodukt som enten avfall eller biprodukt ....</b>	<b>45</b>
<b>16</b>	<b>Vedlegg 2. Spørsmål sendt til frukt og grønt, samt grønnsak og potet industrien.....</b>	<b>46</b>

# 1 Sammendrag

Med denne rapporten ønsker vi å bidra til en bedre oversikt over volum, sammensetning, kvalitet, anvendelse og nye muligheter for bruk av restråstoff fra norske jordbruksbaserte råvarer. Vi har valgt å ha fokus på restråstoff fra den første delen av bearbeidingsleddet for følgende bransjer: cerealer, kjøtt, planteoljer, frukt, bær, grønnsaker og potet. Med den første delen av bearbeidingsleddet mener vi fra høsting/slakting til det første produktet i matvarekjeden (se figur 5).

For å få frem tall er en eller flere av følgende metoder benyttet: litteratursøk, intervju med bransjeorganisasjon og/eller bedrifter, og utsendelse av spørreskjema til bedrifter. Valg av metode er tilpasset hver enkelt bransje.

Hovedkonklusjoner fra rapporten kan oppsummeres som følger:

- For cerealer er de største kildene til restråstoff skall- og kli-fraksjoner fra norske møller, samt mask fra ølbrygging. Hvete generer desidert størst volum, basert på møllenes produksjonstall i 2014, utgjør hvetekli 61 000 tonn, etterfulgt av 7 500 tonn havreskall, 1 200 tonn byggskall, og til sist 123 tonn speltskall. Bryggerinæringen i Norge produserer 17 000 tonn mask årlig. Totalt årlig volum fra denne sektoren er 86 800 tonn restråstoff.
- I norsk kjøttproduksjon defineres restråstoff som alt på et slaktedyr som ikke er kjøtt. Andelen restråstoff varierer med type kjøtt; fra 37 % i gris grunnet høyt slakteutbytte, til 63 % for lam og sau. Basert på statistikk fra 2015 er volumet av restråstoff fra produksjon av gris anslått til 69 900 tonn, for storfe 95 650 tonn, lam og sau 34 950 tonn, kylling 56 550 tonn og kalkun 7 200 tonn. Totalt årlig volum fra denne sektoren er 264 000 tonn. En stor og til dels lite verdsatt ressurs er animalsk fett, som har et totalt volum på 27 300 tonn.
- Norsk produksjon av planteoljer er ikke stort sammenlignet med andre land i Europa, men det produseres likevel årlig 800 tonn pressrest fra norsk kaldpresset raps og oljedodre. Pressrestene inneholder mange interessante naturlige innholdsstoffer med ulike egenskaper.
- Fra frukt og bær, er det først og fremst pressrester fra saft- og puréproduksjon. Råvaren som generer mest restråstoff årlig er eple med 1 300 tonn pressrest, etterfulgt av solbær med 110 tonn. Andre frukter og bær, som bringebær, pærer og jordbær resulterer i et årlig volum på 175 tonn pressrest.
- Grønnsak- og potetindustrien kan deles inn i fire undersektorer: dypfrys, varmekonservering, minimal prosessering av grønnsaker og annen prosessering av potet (eks. sous vide og potetchips). Av disse produseres det henholdsvis 13 000, 1 150, 12 000 og 38 000 tonn restråstoff årlig. Dette inkluderer ikke biomassen som tapes i vaske- og prosessvann. Restråstoff fra potetindustrien brukes i dag til produksjon av potetsprit og potetmel, men også fra denne industrien finnes vaske- og prosessvann som kan kategoriseres som restråstoff, og som har et totalt volum på 70–85 000 kubikkmeter årlig med et tørrstoffinnhold som varierer mellom 3–40 %.

Det totale volumet av restråstoff fra cerealer, kjøtt, planteoljer, frukt, bær, grønnsaker og potet fra den første delen av bearbeidingsleddet er ca 415 000 tonn. Da er vaske- og prosessvann ikke tatt med. Mye av restråstoffet brukes i dag til dyrefôr. I rapporten gis det noen eksempler på hvordan restråstoffet kan brukes til bedre betalte produkter.

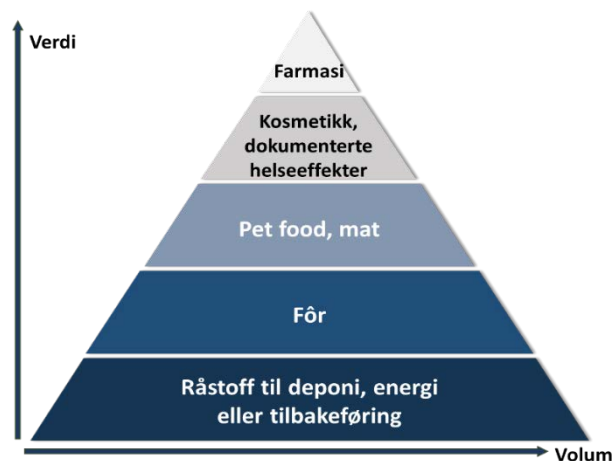
## 2 Introduksjon

Verdens befolkning forventes å øke til 9,1 milliarder mennesker i år 2050, og det forutsetter at matproduksjonen må økes med 70 % for å sikre nok mat til alle. Bare i Norge alene har SSB anslått at befolkningen skal øke med 20 % i de nærmeste 20 årene, mens den dyrkbare jorden utgjør 3 % av Norges totale areal<sup>3</sup>. Samtidig må vi forvente store miljø- og klimautfordringer.

I regjeringens bioøkonomistrategi, lansert i november 2016, er det å sikre befolkningens grunnleggende behov for mat satt som det aller viktigste prinsippet<sup>4</sup>. Deretter skal ressursene brukes og gjenbrukes mest mulig effektivt og lønnsomt. I denne rapporten ønsker vi å vise noen av de mulighetene som finnes for *gjenbruk av jordbruksrestråstoff til produksjon av mat*, basert på bruk av restråstoff fra slaktedyr, cerealer, oljeplanter, frukt, bær samt grønnsaker og potet. Da alt restråstoff ikke er egnet til human konsum, ser vi også på noen andre anvendelser.

I rapporten er det tatt utgangspunkt i EUs definisjon av bioøkonomien: «Bærekraftig produksjon og omdannelse av biomasse til mat-, helse- og fiberprodukter til industrielle produkter og energi». Fornybar biomasse inkluderer ethvert biologisk materiale som produkt i seg selv eller for anvendelse som råmateriale. Vi må gå fra et «bruk-og-kast» til et «reduksjon- gjenbruk- og gjenvinnings» samfunn.

Norge har i lang tid rettet oppmerksomheten mot, og investert betydelige forskningsressurser i utnyttelse av marint og skogsbasert restråstoff, til både lav- og høyverdi produkter (se figur 1). Sammenlignet med Europa ligger Norge fortsatt etter i å utnytte restråstoff fra jordbruket. Dette gjelder ikke minst utnyttelse av restråstoff til høyverdi produkter.



Figur 1 Verdipyramiden gir en sammenstilling av verdi kontra volum for forskjellige mulige produktkategorier basert på utnyttelse av restråstoff

For å kunne utnytte hver enkelt restråstoffkilde optimalt må vi ha en fullstendig oversikt over volumer og typer restråstoff. Med denne rapporten ønsker vi å bidra til en bedre oversikt over volum, sammensetning, kvalitet, anvendelse og nye muligheter for bruk av restråstoff fra noen av de viktigste norske jordbruksbaserte råvarene som også bearbeides videre i Norge. Vi har valgt å undersøke restråstoff fra den første delen av bearbeidingsleddet for følgende bransjer: cerealer, kjøtt,



planteoljer, frukt, bær, grønnsaker og potet. Med den første delen av bearbeidingsleddet mener vi fra høsting/slakting til det første produktet i matvarekjeden (se figur 5).

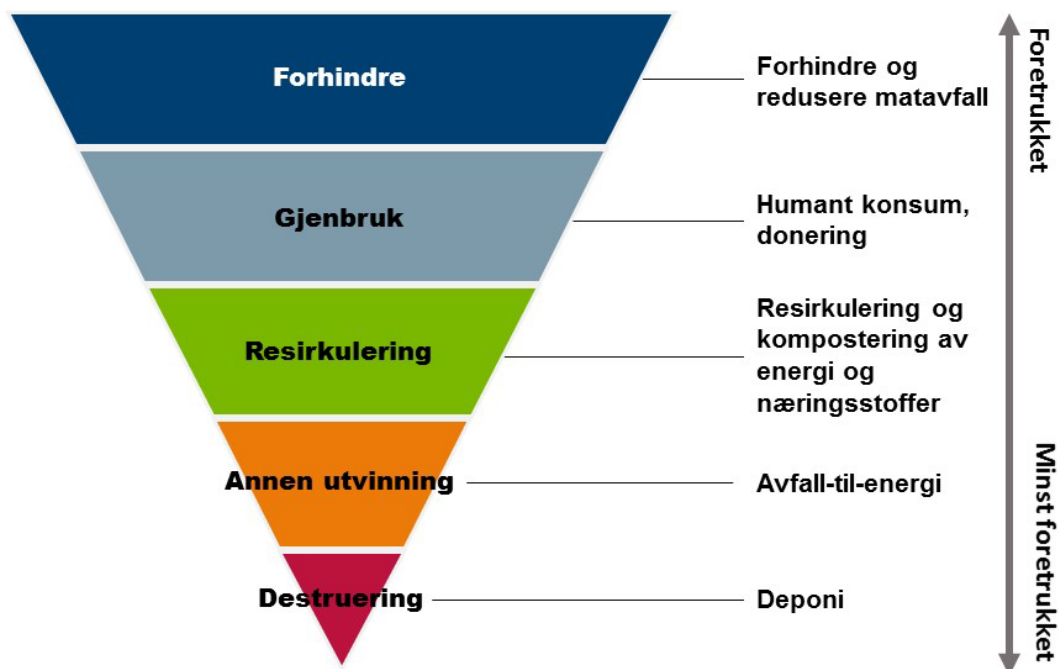
I tillegg gir rapporten en innføring i begreper og regelverk relatert til håndtering av restråstoff. Det gis også eksempler på muligheter for anvendelser av restråstoff og hvilke komponenter som kan ha kommersiell verdi.

Rapporten er skrevet for personer og bedrifter som enten eier, har interesse av eller har muligheter til å gjenbruke restråstoff.

### 3 Bakgrunn

FNs organisasjon for ernæring og landbruk, FAO, har anslått at 1/3 av all mat som produseres til humant konsum av en eller annen grunn ikke blir spist <sup>5</sup>. Produksjon av mat er en ressursintensiv prosess som belaster miljøet. Å produsere mat som ikke blir spist er ikke bærekraftig og vi må utvikle infrastruktur og metoder som reduserer matavfallet i alle ledd av verdikjeden. Samtidig er det viktig å ta vare på og å gjenbruke det avfallet som nødvendigvis blir produsert.

Matavfallspyramiden, vist i Figur 2, illustrerer avfallshierarkiet med tanke på hva som er mest og minst foretrukne metode for behandling av avfall. Figuren understreker betydningen av å redusere mengden restråstoff/matavfall, samtidig som den viser hva som er foretrukket kontra mindre foretrukket måte for gjenbruk og resirkulering av matavfall. Gjenbruk er mest foretrukket og deponi minst <sup>2</sup>.



Figur 2 Pyramiden viser at mest foretrukket er å forhindre at avfall fra matkjeden produseres. Gjenbruk er mest og deponering minst, foretrukne metode for håndtering av avfall som produseres <sup>2</sup>

#### 3.1 Aktuelle faguttrykk

For folk flest har ordet avfall en negativ betydning. De som er opptatt med å redusere eller kartlegge avfall i matkjeden bruker gjerne det norske ordet «matsvinn» som en samlebetegnelse oversatt fra forskjellige engelske ord. De som arbeider med å utvikle metoder for å gjenbruke og resirkulere avfall bruker andre begreper. Nedenfor presenteres noen av faguttrykkene og begrepene som brukes innen hver av disse gruppene.

Matsvinn brukes ofte om det som går tapt i verdikjeden fra produksjon til konsum og refererer til det engelske ordet «food wastage» som brukes av FAO. Food wastage omfatter både «food loss» og «food waste» der «food loss» er svinn i primærproduksjon, etter høsting eller ved videre prosessering.

Begrepet inkluderer ikke uspiselige deler og frø. «Food waste» er det som kastes i butikk eller hos konsument - det vil si mat som kastes i avfallet.

I prosjektet ForMat, ble begrepet matsvinn brukt som et samlebegrep på svinn fra alle ledd i matvareverdikjeden, fra jord til bord 6. I rapporten «Kartlegging av matsvinn i produksjonsbedrifter», som kartla matsvinnet i produksjonsbedrifter, defineres matsvinn som "mat som ikke er ordinær salgsvare, men i stedet må sendes til ulike former for håndtering" 7. I denne rapporten deles matsvinn inn i kategoriene spiselig og potensielt spiselig matsvinn. Spiselig matsvinn er definert som mat som må kastes fordi emballasjen er skadet, produktet er feilpakket eller feilmerket. I kategorien potensielt spiselig matsvinn inkluderes råvarer eller produkter som i utgangspunktet er uegnet til salg. Eksempler er feilproduksjon eller grenseprodukter ved skifte i produksjon. De har også en kategori med ikke spiselig svinn, der råvare eller produktet ikke er egnet til mat. I denne siste kategorien inkluderes for eksempel potetskrell og skinn/bein. Ikke spiselig svinn ble ikke registrert som matsvinn.

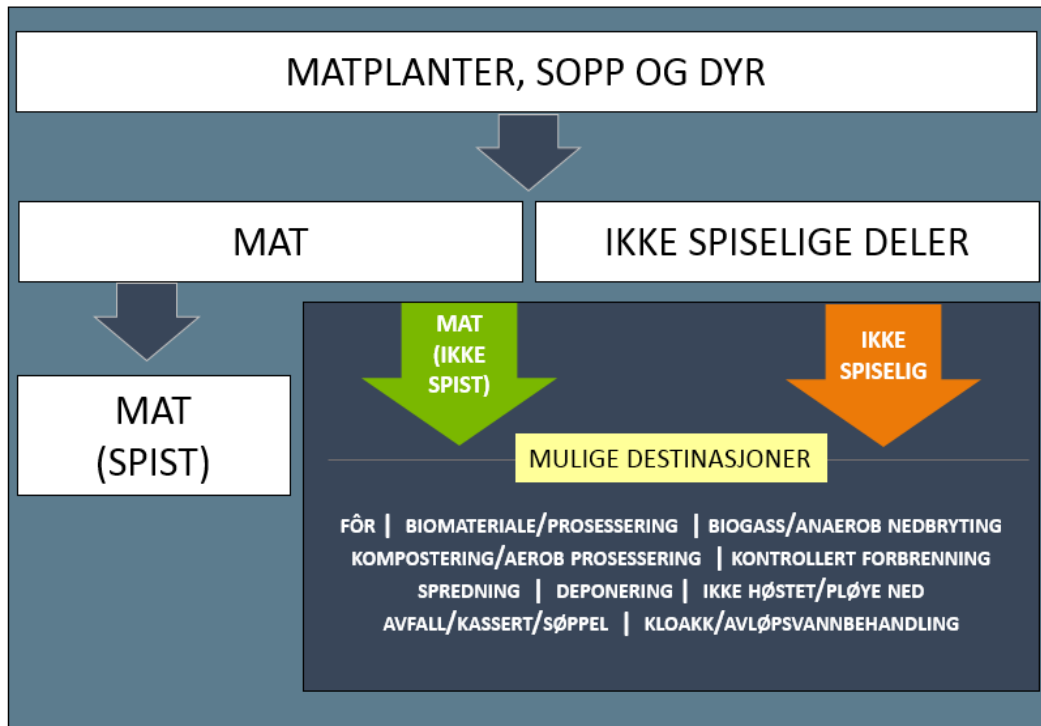
I juni 2016 ble «Food Loss and Waste Accounting and Reporting Standard» (FLW-standarden) publisert som resultat av flere års arbeid i ett stort globalt konsortium <sup>1</sup>. FLW-standarden diskuterer de to begrepene «food loss» og «food waste» som varierer betydelig mellom forskjellige interessenter. FLW-standarden velger derfor å bruke begrepene materialtype og destinasjon som vist i figur 3. I materialtype er avfallet delt opp som spiselig eller uspiselig (se også boks 1 for definisjon).

#### **Boks 1. Definisjon på spiselig og uspiselig materiale.**

**Mat:** Ethvert produkt - behandlet, semi-behandlet eller ubehandlet som er beregnet til konsum. "Mat" omfatter drikke og råstoff som har vært brukt i produksjon, fremstilling eller behandling av mat. "Mat" inkluderer også det som er ødelagt, og derfor ikke lenger er egnet til konsum.

**Uspiselige deler:** Komponenter som assosieres med en matvare som, i en bestemt matvarekjede, ikke er ment til konsum. Eksempler på uspiselige deler fra mat inkluderer bein, skall og steiner. "Uspiselige deler" inkluderer ikke emballasje. Hva som regnes som uspiselig varierer blant forbrukerne (for eksempel kyllingfötter, som spises i visse kulturer men ikke andre).

Hva som er spiselig eller ikke spiselig vil variere mellom forbrukere, avhengig av kultur, miljø og egne preferanser samt av regelverket knyttet til mattrygghet. Med destinasjon refereres det til hva avfallet, det vil si materialtypen, fra matkjeden kan brukes til. Figur 3 viser ti forskjellige mulige destinasjoner, der det er kvaliteten på det som ikke kan spises som bestemmer hvilken destinasjon som er aktuell.



Figur 3 Materialtyper og mulige destinasjoner for matavfall som det er definert i FLW-standardens <sup>1</sup>

For de som arbeider med å utvikle metoder for gjenbruk og resirkulering er enten produkt- eller prosessrelaterte begreper mest vanlig å bruke. Biprodukt er et vanlig begrep i mange sammenhenger. I EU kategoriseres restproduktet etter enhver industriell prosess som enten avfall eller som biprodukt. For industrielle bedrifter innebærer en klassifisering av restproduktet som avfall som oftest at de må betale en avgift for sikker håndtering av dette. Et biprodukt defineres som det som ikke er avfall, det vil si som: *“a substance or object, resulting from a production process, the primary aim of which is not the production of that item.”* EU har satt sammen et skjema som kan brukes for å hjelpe den enkelte prosesseieren til å definere hva som er avfall og hva som er biprodukt (se vedlegg 1 og Boks 2).

**Boks 2. EU-kommisjonens definisjon på produkt, restprodukt og biprodukt.** Dette er viktige definisjoner for prosesseringsindustrien. Hvis prosessens restprodukt faller innenfor kategorien avfall må det håndteres i henhold til dette regelverket, og dette kan bli mer kostbart enn hvis restproduktet defineres som biprodukt. Se vedlegg 1 for et skjema som kan veilede den enkelte produsenten til å definere hvordan et restprodukt skal kategoriseres.

- *Produkt* - alt materiale som med hensikt er laget i en produksjonsprosess. I mange tilfeller kan man identifisere "primær"-produkt(er), som det viktigste materialet som produseres
- *Restprodukt* - et materiale som ikke bevisst produseres i en produksjonsprosess og som kan være avfall eller ikke
- *Biprodukt* - en produksjonsrest som ikke er avfall

Ordet biprodukt er også brukt i EUs regelverk som regulerer håndtering av animalsk avfall (Regulations (EC) No 1069/2009, 142/2011). Den norske sammenstillingen kalles Animaliebiproduktforskriften <sup>8</sup>. I Mattilsynets «Veileder animalske biprodukter» ([www.mattilsynet.no](http://www.mattilsynet.no)) forklares det hvordan biprodukter som ikke er beregnet til humant konsum kan og skal håndteres (se figur 4).



Figur 4 En sammenstilling av de tre kategorier som animalske biprodukter (fra "Veileder til biproduktforordningen" - [www.mattilsynet.no](http://www.mattilsynet.no))

Risikoavfall fra animalske biprodukter deles inn i 3 kategorier ut i fra risikoen avfallet er assosiert med. Kategori 1 og 2 av biprodukter kan behandles som avfall. Kategori 1 er høyrisiko avfall som selvdøde eller syke dyr som må destrueres på bestemte anlegg. Kategori 2 kan være dyr med for høye verdier av legemidler, som ikke kan resirkuleres i produksjonskjeden (ikke til fôr). Kategori 3 biprodukter er lavrisikomateriale som kan benyttes i matverdikjeden som fôr til matproduserende dyr. Norsk protein er eksempel på en norsk bedrift som kan prosessere biprodukter i alle 3 kategorier.

I henhold til EU-lovgivningen er biprodukt et produkt som ikke kan gjenbrukes til humant konsum. Begrepet biprodukt er derfor lite hensiktsmessig å bruke når vi snakker om muligheter for gjenbruk av matavfall til humant konsum. På EU-nivå er det sagt at produsenter som ønsker å bruke råstoff som per i dag ikke inngår i hovedstrømmer til mat, må behandle dette som «mat» under og etter prosessering. Mange ønsker derfor å bruke mer positive begreper i forbindelse med matavfall fra marin og landbruksbasert industri som kan gjenbrukes til humant konsum. Eksempler på begreper som brukes i EU er «co-product» og «side-stream». Disse brukes spesielt for restprodukter som kan brukes til produkter med potensielt høyere verdi (for eksempel farmasøytiske produkter).

I Irland brukes både «by-products (biprodukt)» og «co-products» om animalske restråstoff. «Co-products» brukes om produkter som er spiselig før eller etter prosessering, inkludert bioteknologisk prosessering. Det omfatter også hud og skinn som kan prosesseres til gelatin og kollagen, og tarmen som kan brukes til pølseskinn.

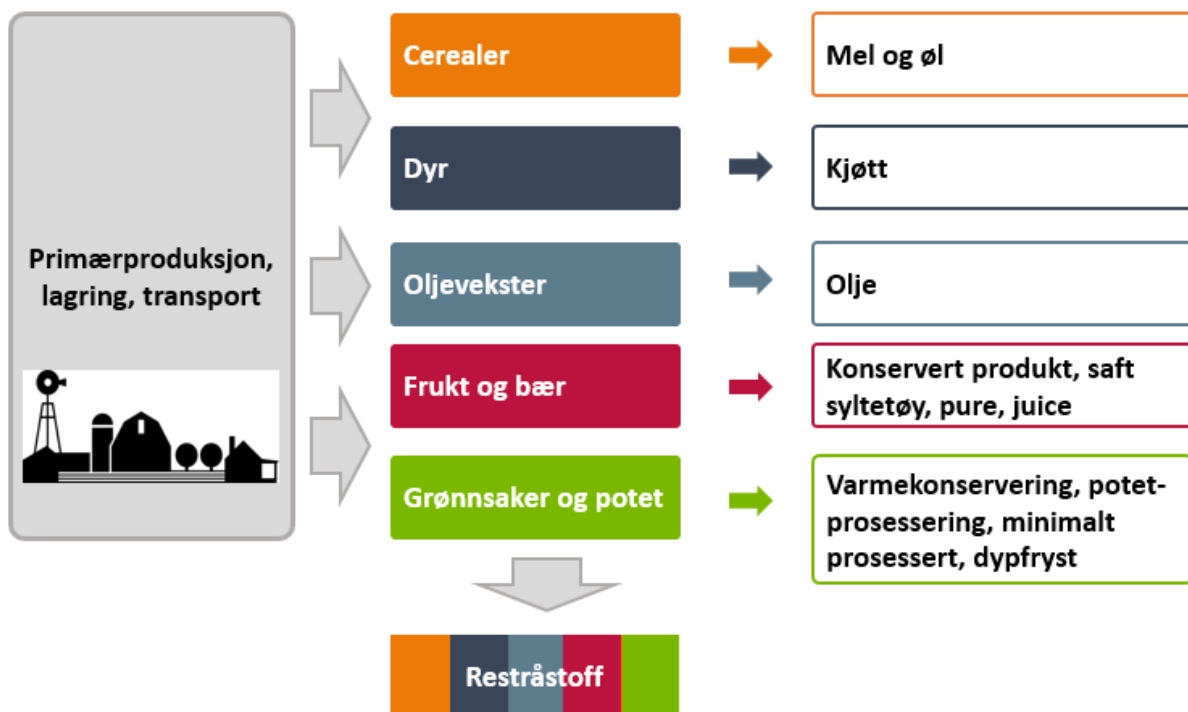
«Agri-food residue» er et samlebegrep som tilsvarer det norske restråstoff begrepet. I Norge har restråstoff blitt et etablert begrep som brukes for beskrive restprodukter fra marint restavfall og bifangst. Det er ennå ikke like vanlig brukt i forbindelse med prosesseringsrester fra grønn sektor. I rapporten «Analyse marint restråstoff» defineres restråstoff som noe som «ikke er primære hovedprodukt ved anvendelse av et råstoff»<sup>9</sup>.

I rapporten «Utilisation of co-streams in the Norwegian food processing industry» benyttes begrepet «**co-stream**», definert som restråstoff som både kan og ikke kan utnyttes til mat<sup>10</sup>. I rapporten inkluderes restråstoff fra verdikjeden hos fiske-, grønnsaks-, potet- og kyllingprodusenter.

Plussprodukter er et begrep som er lansert av Nortura og Norilia for å signalisere pluss-potensialet for verdiøkning i de restprodukter som blir igjen etter at hovedproduktene er tatt ut på slaktelinja. Det er et begrep som er godt egnet både på norsk og på engelsk, og det inkluderer både spiselige og ikke spiselige deler av dyrene.

En kan konkludere, som det også står i FWL-standarden, at det mangler en samlende nomenklatur, altså fagterminologi, for å kommunisere begrep og resultater for avfallet som produseres under matproduksjon. Dette gjør det vanskelig å sammenligne data, og til tross for at en benytter samme begrep i ulike rapporter kan det omfatte forskjellige typer avfall, og derved også gi ulike resultater.

**I denne rapporten fokuserer vi på gjenbruk og resirkulering av avfall fra utvalgte ledd i matproduksjon fra de fem bransjene vist i figur 5. Vi bruker begrepet restråstoff fordi det er et godt etablert norsk uttrykk, som inkluderer både ikke-spiselig og spiselig kvalitet, det vil si det tar ikke hensyn til mulig anvendelse (destinasjon).**



Figur 5 Til venstre vises første ledd i matvarekjeden, i midten de fem bransjer som er undersøkt i rapporten, og til høyre tenkt bruk av hovedproduktene i etterfølgende trinn i matverdikjeden til hver bransje

## 4 Metoder

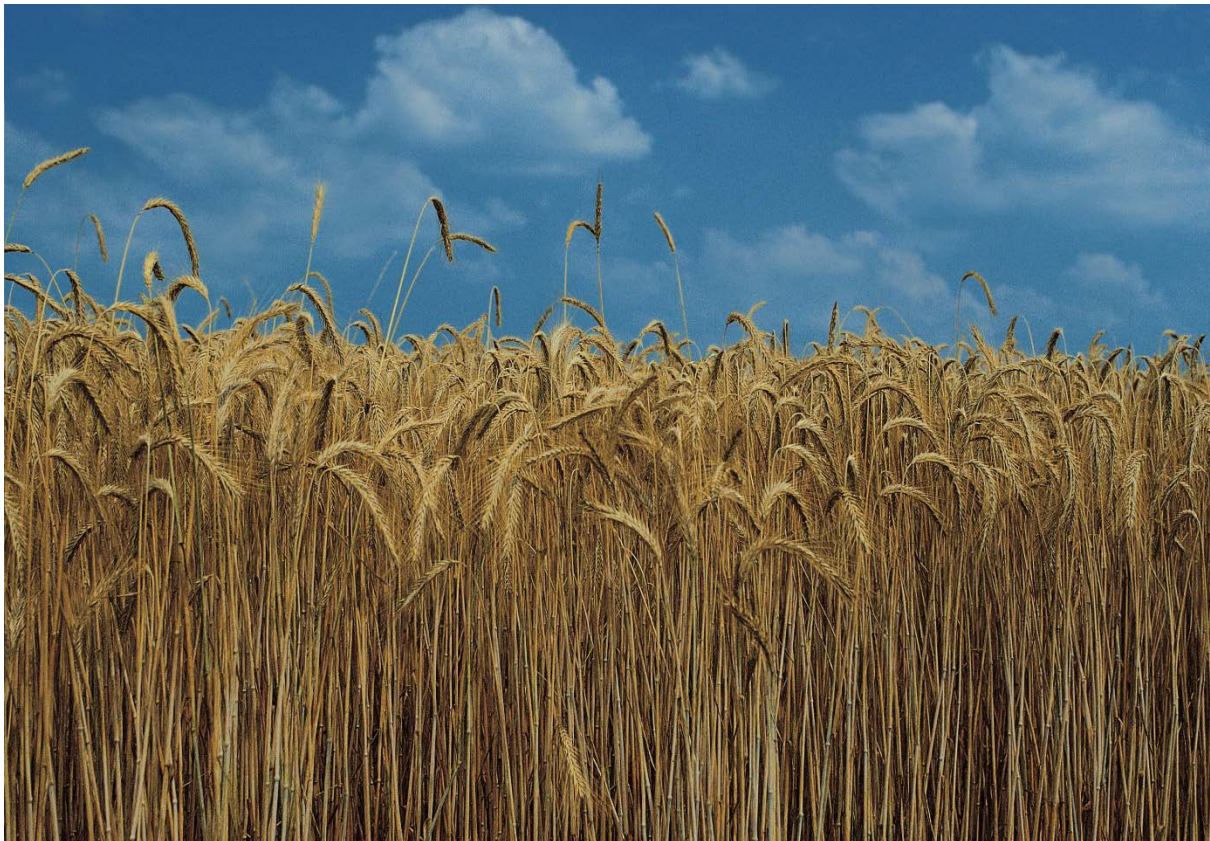
I kapitlene har forfatterne brukt en kombinasjon av referert litteratur og samtaler med industri og/eller interesseorganisasjoner.

I kapitlene «Frukt og bær» og «Grønnsaker og potet» har forfatterne også kontaktet de største næringsmiddelbedriftene som bearbeider frukt og grønt og bedt om informasjon om:

1. Type og mengde restråstoff og eventuelle sesongvariasjoner
2. Bruk av restråstoffet i dag
3. Planer og ønsker for bruk av restråstoff i framtida

Det finnes mange småskalabedrifter som foredler frukt og bær i Norge. I denne kartleggingen er det de største aktørene (næringsmiddelbedriftene) som er kontaktet. Det er også produsenter og samvirke av produsenter som vasker og pakker frukt, bær og grønnsaker, både norske og importerte, for distribusjon og salg. Det vil være en del tap i pakkerier som skyldes utsortering av råvarer med for dårlig kvalitet, men denne rapporten omfatter ikke kartlegging hos råvareprodusenter og pakkerier. Det er tidligere foretatt svinnkartlegging av utvalgte pakkerier som blant annet er rapportert i «Utilisation of co-streams in the Norwegian food processing industry»<sup>10</sup>. I vedlegg 2 kan dere se spørsmålene som ble sendt til industrien.

## 5 Cerealer



**Stefan Sahlstrøm**, seniorforsker  
970 88 975  
64 97 01 06  
stefan.sahlstrom@nofima.no



I Norge ble det i 2014 produsert; 529 000 tonn bygg, 389 000 tonn hvete, 283 000 tonn havre, 37 000 tonn rug, 1 300 tonn rughvete (Triticale), og 11 000 tonn økologisk korn <sup>11,12</sup>. Av det som produseres i Norge blir bare en liten del brukt til mat, resten blir brukt til fôr. Bare 0,6 % av den produserte byggen eller 2 990 tonn ble brukt til mat, for hvete ble 30 % eller 118 000 tonn norskprodusert hvete brukt til mat, for havre ble 8 % eller 23 700 tonn brukt til mat, for rug ble 29 % eller 10 700 tonn brukt til mat <sup>13,14</sup>. Det er ulike årsaker til at norskprodusert korn ikke brukes til mat. Eksempler er groskader (lavt falltall og innhold av mykotoksiner), små korn, lavt proteininnhold, liten etterspørsel hos forbruker av produkter som inneholder bygg og havre, samt stor etterspørsel av korn til fôr.

Etterspørselen av hvete, havre og rug hos matprodusentene var større enn det som ble godkjent som matkvalitet eller som var tilgjengelig. Det ble derfor importert 160 000 tonn mathvete, 12 000 tonn matrug og 6 000 tonn havre.



Tabell 1 Sammenstilling av tall på norsk produksjon og import av korn fra 2014, oppdelt på total norsk produksjon, hvor mye av norsk produksjon som hadde matkvalitet, og hvor mye som ble importert av matkvalitet

Korn	Norskprodusert (tonn)	Norskprodusert og brukt til mat (tonn)	Norskprodusert og brukt til mat (%)	Importert, av matkvalitet (tonn)
Bygg	529 000	2 990	0,6	-
Hvete	389 000	118 000	30	160 000
Havre	283 000	23 700	8	6 000
Rug	37 000	10 700	29	12 000
Økologisk korn	11 000	495	4,5	-

Matforbruket utgjorde altså 278 000 tonn hvete, 23 000 tonn rug og 30 000 tonn havre. Av de 11 000 tonn økologisk korn som ble produsert, ble 473 tonn hvete inkludert spelt, emmer og einkorn og 22 tonn rug brukt til mat, de resterende 10 505 tonn ble brukt til fôr <sup>11,15</sup>. Data er sammenstilt i tabell 1.

## 5.1 Produksjon av restråstoff fra cerealer

De største mengdene restråstoff fra bearbeiding av korn oppstår i forbindelse med møllenes produksjon av hvetemel, ulike havreprodukter som havregryn, havremel, havrekli, samt bryggerienes produksjon av øl.

### 5.1.1 Hvete

Det meste av hveten som brukes til mat blir prosessert til hvetemel og hvetekli ved bruk av en valsemølle. Prinsippet for en valsemølle er at kornet males fra midten. Det betyr at hvetemel består av endospermen og hvetekli av skaldeler. I Norge er ønsket fra helsemyndighetene at utmalingsgraden skal være 78 %, hvilket betyr at hvetemel utgjør 78 % og hvetekli 22 % av kornets totale vekt. Basert på tallene ovenfor innebærer dette at det i Norge produseres 61 000 tonn hvetekli som restprodukt. Hvetekli består i hovedsak av 15 % protein, 20 % stivelse og 45 % fiber som i hovedsak er arabinoxylan. I tillegg inneholder hvetekli fett, vitamin E ( $\alpha$ -tocopherol,  $\alpha$ -tocotrienol), B-vitaminer (B1, B2, B3, B5, B6, B7, B9 (folat)), mineraler (Mg, PO<sub>4</sub>, Mn, Zn og Fe), fytinsyre, steroler og fenoliske komponenter (ferulic acid, lignaner og alkyresorcinol).

### 5.1.2 Havre

Ved normal produksjon av havre til matprodukter må skallet fjernes. Mengden skall varierer mellom ulike havresorter, og utgjør 21–32 % av vekten til kornet. Med et gjennomsnitt på 25 % skall så blir det i Norge 7 500 tonn. Havreskall består av cellulose 40 %, hemicellulose 40 %, lignin 8 %, aske 5 %, protein 2 % , fett 1 % og fenoliske komponenter spesielt vanillin, p-coumaric acid, ferulic acid og vanillic acid.

### 5.1.3 Bygg

I Norge produseres det 529 000 tonn bygg og av det brukes 3 000 tonn til mat. Bruk av bygg til mat er utfordrende på grunn av tilstedeværelsen av uspiselig skall. Skall består hovedsakelig av uløselig kostfiber (cellulose, hemicellulose, lignin, aske og spor av protein) som har en bitter smak og det er

ikke fordøyelig. Avskalling er neste trinn etter rensing av byggkorn. Avskalling vil si å fjerne skallet som sitter fast til kornet. Skall representerer 10–13 % av kornets tørrvekt, men ved kommersiell avskalling fjernes så mye som 30–50 % av kornets vekt. Når så mye som 30–50 % av kornet fjernes ved avskalling betyr det at skallfraksjonen også inneholder mer fiber, som  $\beta$ -glucan og arabinoxylan, fenoler, som fenoliske syrer og proanthocyanidiner, fytinsyre, B- og E-vitaminer og oligosakkarider, som raffinose og fruktaner. Om vi antar at ca 40 % av byggkornets ytre deler blir fjernet ved avskalling utgjør det 1 200 tonn skall. Dette brukes hovedsakelig til fôr.

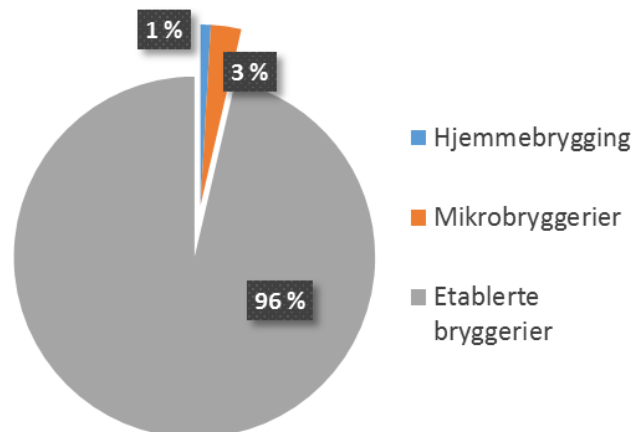
#### 5.1.4 Økologisk korn og rug

Mesteparten av økologisk korn som brukes til mat er spelt og det utgjør 472 tonn<sup>11,12</sup>. Spelt har skall som sitter igjen etter tresking og som må fjernes før det kan brukes til mat. Skalldelen hos spelt utgjør i gjennomsnitt 26 % av kornvekten og det betyr at etter avskalling produseres det 123 tonn speltskall. Speltskall består av 51,8 % fiber, 23,1 % stivelse, 8,7 % protein, 4,0 % aske, 1,4 % fett og 11 % vann<sup>16</sup>. Mesteparten av speltskall brukes som fôr.

Rug brukes til malt, til sammalt mel og litt til rugkli.

## 5.2 Produksjon av restråstoff fra ølbrygging

Øl lages av malt (av korn, for det meste bygg), humle, vann og gjær. Til industriell brygging går det med 18–20 kg malt per 100 liter ferdig øl. Mens det ble maltet korn overalt i Norge på 1800-tallet, ble det siste norske malteriet stengt hos Ringnes for over 30 år siden. I Norge importeres nå all malt til ølbrygging, totalt ca 55 000 tonn. Av dette går 500 tonn til hjemmebryggere, 1000–1500 tonn til mikrobryggerier, og resten til de etablerte bryggeriene. Ringnes bruker alene 20 000 tonn<sup>17,18</sup>.



Figur 6 Benyttelse av importert malt

Mask etter ølbrygging utgjør ca 31 % av original maltvekt og i Norge blir totalsummen 17 000 tonn. Mask omfatter rundt 85 % av de restprodukter som produseres ved ølbrygging. De øvrige restproduktene er humle og gjær. Mask består i hovedsak av de ytre delene av kornet og celleveggene fra det aleurone laget og endospermen. Den kjemiske sammensetningen varierer med type malt (bygg) og type øl som skal produseres. Innholdsstoffer i mask varierer derfor mye og mengden cellulose varierer med mellom 16–25 %, arabinoxylan med mellom 21–28 %, lignin fra 11–29 %, protein fra 15–

24 %, lipid fra 1–10 % og mengden aske varierer med mellom 2–4 % av tørrstoffet. I dag brukes mesteparten av masken som produseres i Norge til dyrefôr <sup>18, 19</sup>.

Om vi summerer så blir det årlig totalt i Norge, fra møller og ølproduksjon, produsert 86 823 tonn restråstoff, hvorav 61 000 tonn hvetekli, 7 500 tonn havreskall, 1 200 tonn byggskall, 123 tonn speltskall og 17 000 tonn mask.

### **5.3 Hvordan restråstoffet brukes i dag**

Når kvaliteten på norsk korn ikke er tilfredsstillende for bruk i mat blir korn fra utlandet importert som hele korn og kornet blir prosessert i Norge. Korn som produseres i Norge og som skal brukes til fôr, blir malt og prosessert som hele korn. Det oppstår derfor ingen restprodukter.

En del av havreklien brukes i dag som brensel i fjernvarmeanlegg og resterende restprodukter av havre brukes som en ingrediens i fôr. En meget liten del av hveteklien brukes til mat for eksempel som ingrediens i brød eller som en bestanddel i produkter man får kjøpt på apotek mot treg mage. Resterende del av hvetekli, byggskall, skall fra spelt og mask brukes som fôr. Bønder henter selv mask, byggskall, skall av spelt, hvetekli og havreskall hos mølla eller bryggeriet.

## 6 Animalsk restråstoff



**Rune Rødbotten**, forsker  
952 48 059  
64 97 04 93  
rune.rodbotten@nofima.no

Fokus: Animalsk restråstoff



**John-Erik Haugen**, seniorforsker  
64 97 04 44  
john-erik.haugen@nofima.no

Fokus: Animalsk fett



Kjøtt har vært en naturlig del av menneskers kosthold i tusenvis av år. Selv om det nå er mulig å produsere «kjøtt» i reagensglass på laboratorier, er det fortsatt slik at det kjøttet de fleste av oss spiser kommer fra dyr som er slaktet. Kjøtt er som kjent muskler, men det er også slik at muskelmassen bare utgjør omtrent halvparten av levendevekten til et dyr. I denne rapporten definerer vi alt på et slaktedyr som ikke er kjøtt, som restråstoff. Det betyr at kategorien «animalsk restråstoff» er en heterogen samlebetegnelse som inkluderer blant annet bein, skinn og innvoller.

Norge har som målsetning å være selvforsynt med animalsk protein, men det klarer vi bare delvis. Likefult slaktes det årlig mer enn 3 millioner norske husdyr, pluss drøye 75 millioner fjørfe her til lands. I tillegg jaktes det noe vilt, men dette volumet er marginalt sett i forhold til husdyrproduksjonen.

## 6.1 Produksjon av animalsk restråstoff

Det er stor vektforskjell mellom kyllinger og storfe. Derfor er vekt en mer hensiktsmessig enhet enn antall individer i denne sammenheng. Tabell 2 under viser antall og volum for de største husdyrgruppene som ble slaktet i Norge i 2015. Antall individer er hentet fra Kjøttets Tilstand 2016, mens de resterende tallene er beregnet <sup>20</sup>. Mengden restråstoff som vises i tabellen er høyere enn hva som faktisk utnyttes i dag. Det er derfor et potensial til både mer og bedre anvendelse av denne ressursen.

Tabell 2 Sammenstilling av tall fra norsk dyreproduksjon 2015 (Kjøttets tilstand 2016). Beregning av total volum og andel restråstoff fordelt per dyreslag

Dyreslag	Antall Individuer	Gj snittlig levende vekt (kg)	Total biomasse ved slakt (tonn)	Kjøtt (tonn)	Restråstoff (tonn)	Restråstoff (%)
Gris	1 605 490	117	187 084	117 190	69 895	37
Storfe	284 201	561	159 437	63 775	95 662	60
Lam/sau	1 222 767	45,2	55 290	20 347	34 943	63
Kylling	63 406 246	1,77	111 912	55 366	56 546	51
Kalkun	1 260 617	12,6	15 922	8 722	7 199	45

### 6.1.1 Gris

Det husdyret som gir oss mest kjøtt målt i antall kg er grisen, og relativt sett gir svin minst restråstoff ved slakting. Målt i prosent utgjør restråstoffet fra gris 37 % av levendevekten. Hovedårsaken til at gris har et så høyt slakteutbytte er at huden/skinnet fra dyrene i stor grad følger kjøttet. Til forskjell fra storfe og lam inneholder skinnet fra gris mye lett-løselig collagen. Derfor brukes mye grise-hud som bindemiddel i pølser og andre blandingsprodukter. Gelatin er et stort volum-produkt som utvinnes fra skinn og sener.

Blod utgjør ca 7 % av kroppsvekten hos gris, det vil si rundt 8 liter fra hver gris. Totalt utgjør dette rundt 12 800 tonn, eller nesten 1/5 del av restråstoffet fra gris. I dag går mesteparten av dette til destruksjon. Innhold fra mage og tarm går også til destruksjon. Av de indre organene benyttes hjerte og lever til humant konsum, mens resten stort sett anvendes til hunde- eller pelsdyrfôr. Mengden restråstoff fra hver slaktet gris som i dag benyttes til dyrefôr er rundt 4,5 kg, som samlet utgjør drøye 7 200 tonn. Slaktekalkylene sier at 13 % av slaktevekten er bein, som betyr 10,9 kg bein per gris. Majoriteten av bein skjæres løs på slakteriet og går til destruksjon, men 10 % av beinmassen går ut til forbruker som en del av kjøttproduktene (for eksempel på koteletter og ribbe).

### 6.1.2 Storfe

Mengden restråstoff ved slakting er vesentlig høyere for storfe sammenlignet med gris. Storfe er den desidert største kilden til animalsk restråstoff her i Norge. I tillegg til egen slakting av norske dyr, importerer vi et betydelig volum storfekjøtt for å dekke etterspørselen fra sultne forbrukere. I 2014 importerte vi 9 300 tonn storfe-stykninger, mens volumet økte til 22 700 tonn i 2015 <sup>20</sup>. Det betyr at

rundt 25 % av storfekjøttet som spises i Norge stammer fra utenlandske dyr. Noen av de importerte produktene er rene biffer og fileter, men majoriteten er stykninger med bein. En konsekvens av høy import er at det relativt sett blir mindre restråstoff til mulig bearbeiding her i landet. I tabellen over er verken kjøtt eller restråstoff fra importerte varer tatt med. Omtrent 17 500 tonn av det importerte storfekjøttet som ble omsatt i 2015 var med bein. Normalt utgjør bein rundt 20 % av skrottvekten hos storfe, som betyr at Norge importerte nær 3 500 tonn restråstoff som bein. Fra de norske dyrene utgjør bein 16 300 tonn av restråstoffet. Beinmarg er rikt på protein. Derfor ble beinmel tidligere brukt som fôr-tilskudd, men Norge har i likhet med EU forbud mot å bruke beinmel fra storfe i fôr til husdyr. Forbudet ble innført i etterkant av BSE-skandalen som spesielt rammet Storbritannia på 1980-tallet. I dag går det meste av storfebein til destruksjon hos Norsk Protein, men en liten andel selges som margbein.

Skinnet fra norsk storfe er en ettertraktet vare og brukes i eksklusive produkter rundt om i verden. Vekten pr skinn varierer naturlig nok med størrelsen på dyrene, men gjennomsnittlig vekt for et okse-skin er 26 kg. Det betyr at omtrent 7 400 tonn storfe-skin ble produsert i 2015.

I tillegg til skinn og bein gir hver ku nærmere 150 kg restråstoff. I dag går litt over halvparten av dette volumet til destruksjon, mens resten brukes til hundemat og pelsdyr-fôr.

### **6.1.3 Lam/sau**

Lam utgjør majoriteten av småfe som slaktes i Norge. De fødes om våren og slaktes før vintersesongen setter inn. Siden dette er unge dyr blir gjennomsnittsvekten pr dyr relativt lav. Andelen kjøtt pr individ utgjør ikke mer enn ca 37 % av vekten, som igjen betyr en høy (teoretisk) andel restråstoff. Imidlertid selges veldig mye av lamme-produktene med bein (får-i-kål-kjøtt, pinnekjøtt, lammelår). Det betyr at denne beinandelen havner hos forbruker og ikke er tilgjengelig som restråstoff for industriell utnyttelse. Fra hvert dyr samles det opp nær 10 kg innmat, hvor mesteparten går til dyrefôr.

Vekten av ull og skinn er 3-4 kg pr lam, mens hos voksne dyr kan disse pluss-produktene veie opp mot 8 kg. Norske lammeskin er ettertraktet og nesten hele volumet bearbeides til nappaskinn, som blant annet brukes til skinnjakker, vesker og hansker. På grunn av sin store slitestyrke brukes mye av den norske ullen til gulvtepper og andre tekstiler med høyt krav til styrke. I dag bearbeides mer enn 20 % av norsk ull her i landet. Dette er hovedsakelig ull fra den beste kvalitetssorteringen, som benyttes til blant annet strikkegarn, møbelstoff, bunadsstoff og klær.

### **6.1.4 Kylling/kalkun**

Nordmenns forbruk av kyllingkjøtt har steget jevnt, og forholdsvis mer enn noe annet dyreslag, gjennom de siste 50 år. I 2012 ble det for første gang produsert mer kyllingkjøtt enn storfekjøtt her i landet. Det betyr at kylling er det kjøtt-slaget vi spiser nest mest av, etter svin. Flere slakede fugler betyr også at mengden restråstoff fra fjørfe har økt betydelig. Estimert, teoretisk masse av restråstoff fra kylling alene i 2015 er mer enn 56 000 tonn. Grunnen til at vi sier teoretisk volum er at mye kylling selges som hel, rensed fugl med bein (for grilling). Hvor stor andel dette utgjør vet vi ikke. Det er liten variasjon i levende vekt for norsk kylling når den leveres til slakt. Gjennomsnittsvekten er 1,8 kg. Når fjær, hode, føtter, blod og innmat er fjernet har vekten sunket til 1,2 kg i snitt. Fra denne rensede kyllingen kan det forventes 74 % rent kjøtt til konsum.

Når det gjelder kalkun er produksjonsmønsteret forskjellig avhengig av kjønn på fuglen. Hann-fuglene slaktes normalt når de er 18 uker gamle, og har da en levendevekt på rundt 17,5 kg. Så å si all hann-fugl går til stek og påleggsprodukter. Hunn-fuglene slaktes normalt etter 12 uker, når de har en snittvekt på nær 8 kg. Omtrent halvparten av hunn-fuglene selges som hele, rensede fugler, mens den andre halvdel går til påleggsproduksjon. Fra reinskårede fugle-skrog produseres det en del mekanisk utbenet kjøtt (MUK), som benyttes til pølseproduksjon. Samlet masse av restråstoff fra kalkun utgjør i overkant av 7 100 tonn.

## 6.2 Animalsk fett

For å møte kostholdsanbefalingene til Nasjonalt råd for ernæring med henblikk på et redusert inntak av mettet fett, har kjøttindustrien begynt å redusere mengden fett i sine produkter. Dette vil medføre et økende volum av fett som restråstoff. Dermed har det dukket opp et stort behov for å se nærmere på andre muligheter for å utnytte dette fettene. Vi har derfor valgt å inkludere et eget avsnitt om animalsk fett.

Fett utgjør en betydelig andel av restråstoff fra kjøttproduksjon og har en rekke potensielle anvendelser avhengig av fettets kjemiske og fysikalske sammensetning. Fett fra animalske biprodukter gjenvinnes i dag i stor grad hos Norsk Protein sine fem produksjonsanlegg. Av de totalt 27 300 tonn fett som ble levert i 2015, så gikk 16 600 tonn (Kategori 3) videre til kraftfôr til svin og fjørfe og overskuddet (700 tonn) ble eksportert, mens 5 700 tonn (Kategori 1) gikk til biodiesel<sup>20</sup>.

I tillegg går ca 4 500 tonn fett fra svin og 860 tonn storfefett inn i ulike matprodukter og til human konsum (kilde: Nortura og Norilia). Av dette brukes mye i Norturas egne produkter, men ca 600 tonn er for tiden overskuddsfett som eksporteres eller går til dyrefôr. Nortura leverer også ca 6 200 tonn fett til Norsk Protein som går til dyrefôr. Nortura har et lite fettsmelteri på Forus hvor det har vært produsert 100–200 tonn smeltet fett fra ister i året. Fettet leveres til fôr, næringsmiddel og teknisk industri. Produksjonen har gått ned de senere årene; tall for 2016 viser en produksjon på 40 tonn til human konsum og 70 tonn til fôr. Som nevnt innledningsvis, utfordringen er at fettandelen som tilsettes kjøttprodukter kommer til å reduseres i fremtiden, slik at andelen overskuddsfett vil øke.

Norilia planlegger å bygge et anlegg for enzymatisk hydrolyse med oppstart 2018, hvor det blant annet vil bli utvunnet fett fra skjærebein fra kylling. Anlegget vil ha en samlet kapasitet på omtrent 16 000 tonn restråstoff fra fjærfeproduksjon med en forventet produksjon av 2 000 tonn fjørfe-fett av næringsmiddelkvalitet, og der det er ønskelig å finne andre anvendelsesmuligheter enn til fôr.

Det animalske fettene består av oljer og fettløselige forbindelser med stor variasjon i fettsyresammensetning. Mengde fett og gjennomsnittlig fettsyresammensetning fra ulike dyreslag er gjengitt i tabell 3.

Tabell 3 Prosent av fett. Mettet, enumettet, flerumettet fett og oljesyre fra ulike dyreslag, basert delvis på utenlandske og norske data

Dyreslag	Fett (%)	Mettet fett (%)	Enumettet (%)	Flerumettet (%)	Oljesyre (%)
Gris	20–25	38–45	47–52	6–11	44–47
Storfe	30–35	30–50	35–60	1–4	35–50
Lam/sau	30–32	40–45	35–45	1–7	20–56
Kylling	10–25	25–35	38–48	18–22	35–40

Talg fra storfe, sau og grisefett består i hovedsak av fettsyre-glyserol estere (triglyserider) med høy andel (>90 %) av 3–4 ulike fettsyrer; oljesyre (ca 50 %), palmesyre (ca 26 %) og stearinsyre (ca 14 %), mens grisefett og kyllingfett i tillegg kan inneholde opptil 12 % linolsyre.

Talg er bearbeidet fett fra storfe og sau (ister). I motsetning til ister kan talg oppbevares lenge uten å være nedkjølt. Det forutsetter at den er oppbevart uten tilgang på luft, for å hindre oksidering. Ved oksidering/harskning dannes blant annet smørsyre med en kraftig gulfarge og besk smak. På grunn av det relativt høye kolesterolinnholdet i animalsk fett (700–4 000 mg/kg), har fettene hatt begrenset direkte anvendelse til humant konsum. Talg har tradisjonelt vært benyttet til produksjon av såpe, smøremidler, talglys, matlaging, fuglemat og dyrefôr. I dag benyttes talg til en rekke produkter; sjampo, leppestift, barberkrem, kosmetikk, voks/glanset papir, fargeblyanter, viskelær, glide- og smøremidler i gjengeskjærere, vannturbindeler, og strengesmøring. Talg fra sau brukes i dag blant annet som antirustmiddel til bil, og kan kjøpes kommersielt på markedet. Lanolin (fra latin lana, «ull», og oleum, «olje») er et gult voksaktig fettstoff som fremstilles fra talgkjertlene hos pattedyr med ull. Lanolin består av fett og svettssalter, og benyttes til å framstille blant annet salver og kremer.

Fettet fra gris utgjøres av innvollsfett, underhudsfett og tarmfett. Smult har tidligere blitt brukt til blant annet stekefett, men er nå erstattet med planteoljebasert fett. En del av grisefettet benyttes i ulike kjøttprodukter (pølser, farseprodukter), men det meste går til kraftfôr og biodiesel. Fettprosenten i produkter til humant konsum vil reduseres i fremtiden.

Animalsk fett anvendes i hovedsak til kraftfôr og biodiesel. Animalsk fett må som regel gjennom en rekke opprensingstrinn og modifikasjoner før det kan benyttes videre. Avhengig av kjemisk struktur (glyserider og fettsyresammensetning) kan fettene modifiseres enten ved kjemisk, enzymatisk eller mikrobiell omdanning for videre anvendelse i nye produkter.



## 7 Oljevekster



**Astrid Nilsson**, seniorforsker  
901 27 672  
64 97 03 06  
astrid.nilsson@nofima.no



De viktigste oljevekstene på verdensbasis er soya, raps, solsikke og mais. Av disse dyrkes kun raps i Norge og bare en del av frøene kaldpresses til rapsolje. Det produseres også soyaolje i Norge basert på importerte soyabønner. Restråstoff fra oljevekster er det som blir igjen når oljen (triglyseridfraksjonen) er hentet ut enten ved kaldpressing eller ved ekstraksjon.

### 7.1 Produksjon av restråstoff fra soyaolje, soyalecitin og soyamel

Globalt produseres det rundt 300 millioner tonn soyabønner pr år fra soyaplanten (*Glycine max*). Det er ingen produksjon av soyabønner i Norge, men det importeres hvert år 400 000 tonn soyabønner til produksjon av soyaolje, soyamel og soyalecitin. Dette gjøres ved hjelp av et tradisjonelt ekstraksjonsanlegg der soyaolje separeres fra soyabønnens proteinrike del ved hjelp av løsemiddelekstraksjon. Soyalecitin utvinnes ved ekstraksjon med vann fra soyaolje. Lecitinet produseres under strenge hygieniske betingelser slik at det kan benyttes i næringsmidler som emulgator og stabilisator for margarin, bakervarer, sjokolade, overtrekk/glasurer og andre matvarer. I

tillegg benyttes soyalecitet i dietetiske produkter og dyrefôr, kosmetikk og i kjemisk og teknisk industri. Soyamelet benyttes som en viktig proteinkilde i fôr til ku, gris og fjærkre. Det inneholder en optimal sammensetning av godt fordøyelige aminosyrer med et høyt innhold av lysin. Soyamelet produseres under strenge hygieniske krav som tilfredsstillende krav til bruk i næringsmidler (<http://www.denofa.no>).

## **7.2 Produksjon av restråstoff fra rapsolje og dodreolje**

Både raps (*Brassica napus*) og rybs (*Brassica rapa*) dyrkes årlig i Norge og det pågår forsøk på å få til stabil produksjon av oljedodre (*Camelina sativa*). Tidligere var oljevekster det samme som vårrybs, men nå har vårraps overtatt mye av dyrkingsarealet. Raps trenger flere vekstdøgn enn rybs og har en veksttid som kan sammenlignes med vårhvete. Både raps og rybs benyttes til fôr. Til kaldpresset rapsolje benyttes frø fra raps. I gjennomsnitt for de siste tre årene har det blitt omsatt ca 30 tonn frø av våroljevekster, noe som skulle tilsvarende noe under 40 000 dekar. Ved dyrking av oljevekster må det opprettholdes vekstskifte på minimum 6 år pga storknolla råtesopp. I tillegg er våte somre en utfordring. Dette kan være noe av årsaken til at dyrking av våroljevekster har vist en noe fallende tendens<sup>21</sup>. I 2015 ble det produsert 11 000 tonn oljefrø med en oljeprosent opp mot 30 %<sup>22</sup>. Etter produksjonen av norsk kaldpresset rapsolje står en igjen med rundt 800 tonn med pressrest per år. Denne går pr dato i sin helhet til dyrefôr. De siste årene har det vært gjennomført forsøksdyrking og produksjon av dodreolje i Norge og det første partiet norsk dodreolje til helsekost er levert. Også denne oljen produseres ved kaldpressing hvor en står igjen med en pressrest som i dag går til dyrefôr.

## **7.3 Hvordan restråstoffet brukes i dag**

Restråstoff fra produksjon av soyaolje er i dag godt ivaretatt. Restråstoff fra kaldpressing av rapsolje og/eller dodreolje går i dag som fôrtilsetning.

## 8 Frukt og bær



**Kjersti Aaby**, forsker  
909 72 164  
64 97 02 03  
kjersti.aaby@nofima.no



I Norge dyrkes det en rekke frukt og bær ([www.ssb.no](http://www.ssb.no)). Epler og jordbær utgjør det største volumet, fulgt av bringebær og plommer (Tabell 4). Tallene er hentet fra jordbruksbedrifter som har minst 1 dekar frukttrær og/eller minst 1 dekar bær på friland, dvs. avlinger fra villahager, og ville bær er ikke med.

«Totaloversikten for frisk frukt, bær, grønnsaker og poteter, 2010–2015» viser utviklingen i omsetningen av frisk frukt, bær, grønnsaker og poteter i Norge <sup>23</sup>. Tallene er basert på salg inn til grossist som er beregnet på videresalg til dagligvare og storhusholdning. Det er ikke gjort justeringer for handel utenom den offisielle handelen eller hjemmedyrking og svinn. Videre er volum som går til industrien ikke medregnet.

Gjennomsnittlig avling av frukt og bær i Norge fra 2010–2015, samt volum som går til ferskkonsum er gitt i tabell 4.

Tabell 4 Gjennomsnittsavling og volum til ferskkonsum av frukt og bær i Norge, 2010–2015\*

Art	Avling (tonn)	Til ferskkonsum (tonn)
Eple	10803	6249
Jordbær	8476	4180
Bringebær	2282	873
Plommer	1350	1064
Solbær	583	0
Moreller	574	421
Pærer	300	178
Kirsebær	121	0
Andre bær	151	

\*Tall for avling er hentet fra [www.ssb.no](http://www.ssb.no). Gjelder jordbruksbedrifter som har minst 1 dekar frukttrær og/eller minst 1 dekar bær på friland. Volum til ferskkonsum er hentet fra «Totaloversikten»<sup>23</sup>. Tallene er gjennomsnitt for 2010 – 2015.

Differansen mellom avling og det som går til ferskkonsum omfattes både av tap i primærleddet og det som går til industriell bearbeiding. Det er ikke enkelt å få oversikt over disse volumene, og per i dag mangler det oversikt over volumer som går tapt ved industriell produksjon av frukt og grønt. Kartlegging av matsvinn og sidestrømmer hos produsenter, grossist, i dagligvarehandelen og hos forbruker er imidlertid bedre kartlagt. I en nylig publisert rapport, «Food losses and waste in primary production», fra TemaNord er det gitt oversikt over det som de velger å benevne som sidestrømmer i primærproduksjonen i de nordiske landene<sup>24</sup>. I NIBIO-rapporten «Jordbrukets bidrag til bioøkonomien» er restråstoffer og sidestrømmer i jordbruk og matindustri viet én side, og restråstoff ved industriell bearbeiding er ikke vurdert<sup>25</sup>. I ForMat-prosjektet angis utviklingen i mengder av matsvinn i Norge fra 2010–2015 fra matindustrien, grossistleddet, dagligvarehandelen og i husholdningene<sup>6</sup>. Det er imidlertid bare oppgitt matsvinn av fersk frukt og grønnsaker, dvs. matsvinn ved industriell bearbeiding av frukt og grønt er ikke kartlagt.

## 8.1 Produksjon av restråstoff fra frukt og bær

Generelt får dyrkerne høyere pris på frukt og bær som går til ferskvaremarkedet enn til industriformål. Dyrkerne vil derfor fortrinnsvis selge produktene sine til ferskkonsum. Men av ulike grunner, som varierende kvalitet av råvarene og kort holdbarhet på de fleste frukt og bær, er det behov og ønske om videre bearbeiding. Med industriell bearbeiding tenker vi på prosessering som blir gjort for å bevare råvaren i lengre tid eller for å oppnå en annen, ønsket kvalitet. Konservering av frukt og bær blir gjort ved frysing, tørking eller varmebehandling. Produkter av frukt og bær er for eksempel saft, juice, syltetøy og pureer. Minimal prosessering, som rensing, vasking og emballering av frukt og bær som går til ferskkonsum regnes ikke med her. Ved frysing og tørking og produksjon av syltetøy brukes hele bæret og det blir lite eller intet tap under produksjonen. Den prosesseringsmetoden som gir mest restråstoff er passering for å lage puré og pressing til saft, da man får en pressrest.

De største næringsmiddelbedriftene innen industriell bearbeiding av frukt og bær, samt noen mindre aktører, ble spurt om de hadde restråstoff i sine produksjoner. De bekreftet at det var lite/ikke tap i

produksjonen av frukt- og bærprodukter, bortsett fra ved pressing til saft. De større juiceprodusentene i Norge presser imidlertid i veldig liten grad råvarene selv, men kjøper ferdige baser fra utlandet.

En oversikt over restråstoff ved industriell bearbeiding av frukt og bær er gitt i tabell 5. Oversikten er basert på informasjon fra TINE Meierier Vik, Synnøve Finden (Aga og Lier), Lerum, Askim Frukt- og Bærpresseri, Epleblomsten, Balholm, Egge Gård, Hervik (Rogaland Konserverfabrikk) og Eplegården. Orkla (Nora) og Røra Fabrikker hadde ikke produksjoner av frukt og bær som ga restråstoff.

Tabell 5 *Frukt og bær presset til saft eller passert til puré i Norge\*. Mengde råvarer inn, tap i prosess og restråstoff (pressrest) produsert angitt i cirkatall*

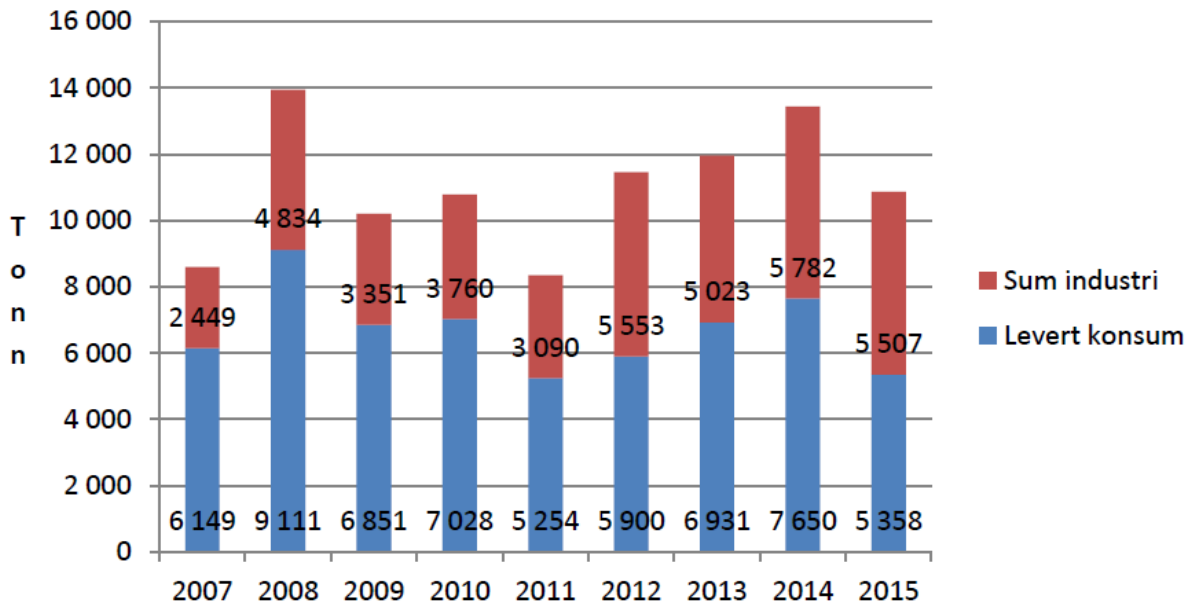
Art	Opprinnelse	Mengde inn (tonn)	Tap (%)	Restråstoff (tonn)
Eple	mest fra nærområdet <sup>‡</sup>	4700	20 – 35	1300
Solbær	Norske	570	20	110
Pære	fra nærområdet	70	35	25
Bringebær	fra nærområdet	220	10	20
Kirsebær	norske	85	18	15
Rips	fra nærområdet og import	75	15 – 20	15
Jordbær	norsk og import	80	10 – 20	10
Andre <sup>§</sup>	norsk og import	76		15
Andre <sup>#</sup>	mest import			75

\*Basert på tall fra TINE Meierier Vik, Synnøve Finden (Aga og Lier), Lerum, Askim Frukt og Bærpresseri, Epleblomsten, Balholm, Egge Gård, Hervik (Rogaland Konserverfabrikk) og Eplegården. <sup>‡</sup>Noe importerte økologiske epler. <sup>§</sup>Blåbær, rabarbra, aronia og tranebær. <sup>#</sup>Alle typer frukt og bær. Rest etter passering.

Frukt og bær som presses i Norge er i all hovedsak norske, dyrket i nærområdet til presseriene. Det meste blir presset som ferske, det vil si rett etter innhøsting.

### 8.1.1 Epler

Ut fra tallene i tabell 5, går omtrent halvparten av eplene som dyrkes i Norge til ferskkonsum, og resten går til industri, som pressepler, eller er svinn. Det er antagelig ikke mye svinn (tap av biomasse) av epler i primærleddet, da epler som ikke kan selges til ferskvarer brukes til produksjon av saft. Dette stemmer også med tall fra Landbruksdirektoratet som er basert på fordeling av produksjonstilskudd som går til epler til henholdsvis ferskkonsum og industri (Figur 7).



Figur 7 Norsk epleproduksjon til konsum og industri basert på produksjonstilskudd (Landbruksdirektoratet)

De siste årene har mengde epler til industri vært i overkant av 5 000 tonn, beregnet ut fra produksjonstilskudd (figur 7). Mengde epler til pressing av industrien som ble spurt i forbindelse med skriving av denne rapporten var 4 700 tonn (Tabell 5). Pressing av epler til saft ga fra 65–80 % utbytte, det vil si 20–35 % er tap, hovedsakelig som restråstoff i pressresten, og 1 300 tonn eplepressrest produseres årlig. Det var ikke veldig store årsvariasjoner i prosessert volum, men det ble nevnt at saftutbyttet varierte en del, avhengig av kvalitet på eplene og hvilken prosess som brukes. Epler blir presset fra august til november.

### 8.1.2 Solbær

Solbæravlingene i Norge har de siste åra variert fra 427–854 tonn, med en gjennomsnittlig årlig produksjon i underkant av 600 tonn ([www.ssb.no](http://www.ssb.no), Tabell 5). All solbær som dyrkes går til industriell bearbeiding, først og fremst til pressing. Totalt rapporterte bedriftene å presse ca 570 tonn solbær årlig, med et saftutbytte på omtrent 80 % (Tabell 5). Dette gir 110 tonn pressrest. Solbærpressresten består av skall, frø, litt greiner og stilker. Solbær blir presset fra juli til september, før pressing av epler starter.

### 8.1.3 Andre frukt og bær

Omtrent halvparten av jordbæravlingen går til ferskkonsum gjennom grossist (Tabell 5). Resten blir solgt som ferskt utenom offisielle salgskanaler eller går til industri, primært til produksjon av syltetøy. Det er derfor lite restråstoff etter industriell bearbeiding av jordbær i Norge, men en liten del blir presset til saft eller passert for å gi puré. Anslagsvis gir dette omtrent 10 tonn jordbærpressrest.

Av en bringebæravling på over 2 000 tonn gikk 530–1 430 tonn til ferskkonsum gjennom grossist i åra 2010–2015, med en foreløpig topp i 2015 <sup>23</sup> (Tabell 5). Som for jordbær går størstedelen av bringebær til industri til produksjon av syltetøy, men ca 200 tonn ble presset til saft, ifølge de som har svart på denne undersøkelsen (Tabell 5). Saftutbyttet var på mer enn 90 %, noe som vil gi omtrent 20 tonn bringebærpressrest, som overveiende består av bringebærstein. Bringebær blir presset i juli–august.

Gjennomsnittlig avling av kirsebær i Norge, 2010–2015, var 121 tonn (Tabell 5). Mesteparten av dette går til industriell bearbeiding. Av 85 tonn presset kirsebær, ble det 15 tonn med pressrest (Tabell 5), bestående hovedsakelig av steiner.

Det er lite dyrking av pære i Norge og bare en liten del av dette igjen går til industriell bearbeiding. Ca 70 tonn ble presset, noe som ga omtrent 25 tonn med pressrest.

Minst 75 tonn rips blir presset årlig, og 15 tonn pressrest blir produsert.

Til sammen var det ca **15 tonn pressrester** etter pressing av andre bær og vekster, dvs. blåbær, rabarbra, aronia (svartsurbær) og tranebær. I tillegg kommer omtrent 75 tonn rest etter passering av en rekke frukt og bær, hovedsakelig importerte råvarer. Passering foregår hele året.

## **8.2 Hvordan brukes restråstoffet i dag**

### **8.2.1 Eple**

Eplepressrestene blir i dag hovedsakelig brukt til dyrefôr eller til kompost og jordforbedring. Noen produsenter brukte en liten del av eplepressresten til brennevinproduksjon. Og noen bedrifter leverte til deponering (avfall), men dette var bare en liten andel av pressrestene som ble produsert nasjonalt (ca 2,5 %). Kostnadene til deponering varierte fra 835–1 343 kr/tonn. Ellers var kostnadene med å bli kvitt pressresten små; leie av containere, transport til jordene, vedlikehold og arbeidskraft.

De fleste som ble spurt hadde ikke planer om å bruke eplepressresten til noe annet enn den er brukt til i dag. Det var ønske om at mer kunne bli brukt til dyrefôr, men det var en utfordring når så mye eplepressrest ble produsert i løpet av en kort tidsperiode. Én ønsket å bruke mer til destillering og det var noen som var interessert i andre anvendelsesområder for eplepressresten, for eksempel til biogassproduksjon eller bruk i næringsmidler.

### **8.2.2 Solbær**

Solbærpressrestene blir hovedsakelig levert som matavfall, til en kostnad på ca 850 kr per tonn. En grunn til at solbærpressresten i liten grad ble brukt til dyrefôr var at det førte til spredning av solbærbusker. Det var kanskje derfor større ønske fra bedriftene om å finne andre anvendelsesområder for solbærpressrest enn for eplepressrest. En annen årsak var kunnskapen om at solbærpressrest har en del sunne innholdsstoffer, og at det var ønske om å se på bruksområder innenfor helsekostmarkedet eller kosmetikk. Noen hadde tidligere hatt avtale med Medox, norsk produsent av anthocyaninkapsler ([www.medox.no](http://www.medox.no)), men kunne ikke levere store nok kvanta.

### **8.2.3 Andre frukt og bær**

Bringebærpressresten ble hentet eller levert til lokale bønder for kompostering. Det har tidligere vært gjort noe FoU på anvendelse av bringebærstein, men det stoppet opp fordi det ble for kostbart.

Kirsebærpressrest leveres til deponering til 835 kr/tonn, og det samme skjer med restråstoff fra andre frukt og bær som har liten produksjon.

## 9 Grønnsaker og potet



**Grethe Iren Andersen Borge,**  
seniorforsker  
997 12 755  
64 97 02 38  
grethe.iren.borge@nofima.no



*Med bidrag fra forsker Simon Ballance (potet)*

I Norge dyrkes det en rekke grønnsaker og noe urter, samt potet ([www.ssb.no](http://www.ssb.no)). Potet utgjør det desidert største volumet (Tabell 6). Tallene er hentet fra jordbruksbedrifter som har minst 2 dekar fra og med 2010 eller minst 300 m<sup>2</sup> grønnsaker inkludert urter i veksthus.

«Totaloversikten for frisk frukt, bær, grønnsaker og poteter, 2010–2015»<sup>23</sup> viser utviklingen i omsetningen av frisk frukt, bær, grønnsaker og poteter i Norge. Tallene er basert på salg inn til grossist som er beregnet på videresalg til dagligvare og storhusholdning. Det er ikke gjort justeringer for handel utenom den offisielle handelen eller hjemmedyrking og svinn. Videre er volum som går til industrien ikke medregnet.



Tabell 6 Gjennomsnittsavling og volum til ferskkonsum av potet og utvalgte grønnsaker i Norge, 2010–2015\*

Art	Avling (tonn)	Til ferskkonsum (tonn)
Potet	319 467	66 328
Gulrot	47 257	28 787
Løk (gul løk)	19 807	18 124
Agurk	14 733	15 168
Hodekål	13 453	11 496
Kålrot	13 076	11 269
Tomat	12 546	11 854
Sum grønnsaker <sup>‡</sup>	166 869	132 177

\*Tall for avling er hentet fra [www.ssb.no](http://www.ssb.no). Gjelder jordbruksbedrifter som har minst 2 dekar fra og med 2010 eller minst 300 m<sup>2</sup> grønnsaker inkludert urter i veksthus. Volum til ferskkonsum er hentet fra «Totaloversikten»<sup>23</sup>. Tallene er gjennomsnitt for 2010–2015. <sup>‡</sup>Sum grønnsaker er beregnet basert på avlingstall for 25 vekster (SSB tabell 10507) og hentet fra «Totaloversikten» Sum grønnsaker.

Gjennomsnittlig avling av potet og grønnsaker i Norge fra 2010–2015, samt volum som går til ferskkonsum er gitt i tabell 6. Differensen mellom avling og det som går til ferskkonsum utgjøres både av tap i primærleddet og det som går til industriell bearbeiding/prosessering.

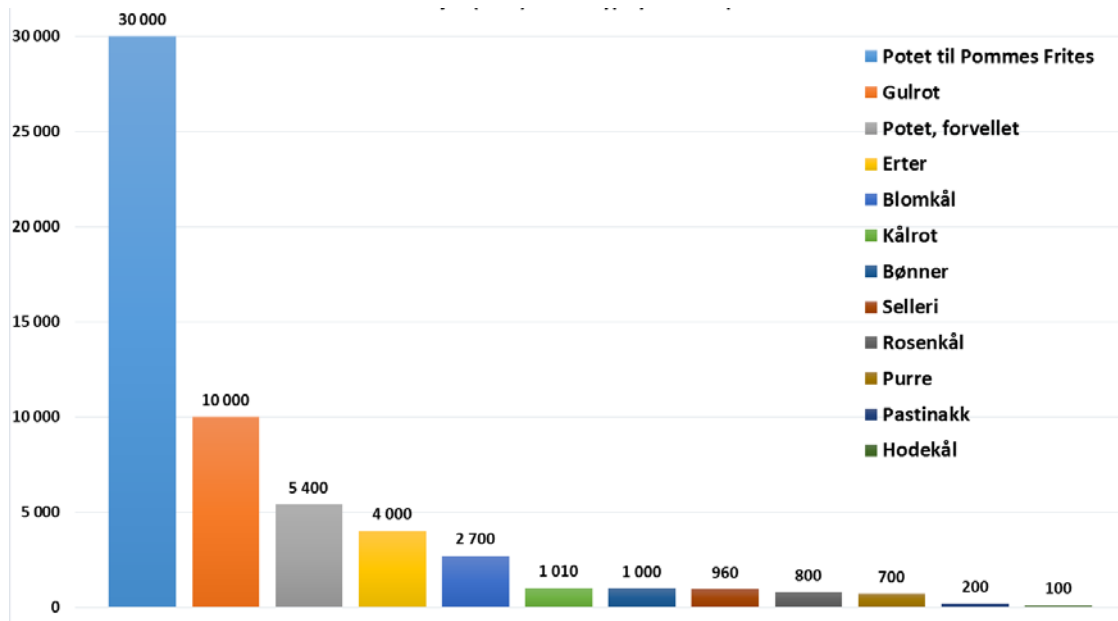
## 9.1 Produksjon av restråstoff fra grønnsaker og potet

Industriell prosessering av grønnsaker omfatter minimal prosessering, som rensing, skrelling, vasking, kutting og emballering, og ulike konserveringsprosesser, som varmebehandling, tørking og frysing. Norske industribedrifter som prosesserer grønnsaker og potet benytter både norske og importerte grønnsaker. Hva slags type og hvor mye restråstoff som oppstår under industriell prosessering, avhenger av type grønnsak. De største næringsmiddelbedriftene innen industriell bearbeiding av grønnsaker og potet, samt noen mindre aktører, ble spurt om restråstoff i sine produksjoner. Oversikten over restråstoff ved industriell bearbeiding av grønnsaker og potet er basert på informasjon fra bedrifter som representerer ulike typer produkter innen kategorien grønnsaker og potet: Findus Norge AS, Norrek Dypfrys AS, Bama Industri AS avd Salater og Vegetabler og avd Moss (potet), Potet Partner AS, Orkla avd Nora, avd Toro og Orkla Confectionery & Snacks Norge (KiMs), Smaken av Grimstad AS, Fjordkjøkken AS, Hoff SA og Art Nor AS. Tallene i oversikten nedenfor vil være veiledende for type og mengde restråstoff gjennom industriell produksjon da det er flere bedrifter som produserer produkter med grønnsaker og potet som ikke har deltatt i undersøkelsen.

### 9.1.1 Dypfryste grønnsaker og potet

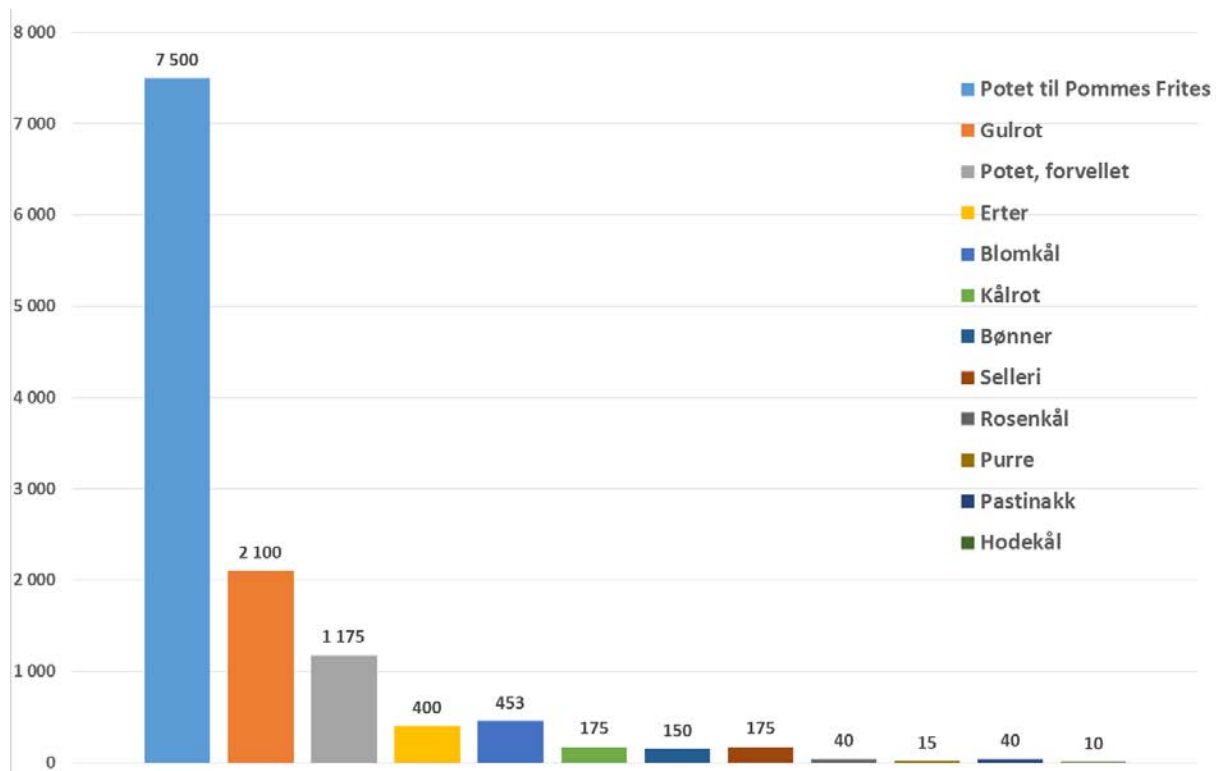
De største volumene som dyrkes for dypfrysindustrien i Norge er potet, gulrot og erter, etterfulgt av ulike kål- og rotvekster, løk- og bønnevekster.

Basert på opplysninger fra dypfrysindustrien blir det prosessert totalt ca 60 000 tonn/år råvare av potet og grønnsaker (2015-tall) (Figur 8). Av dette blir det årlig 12 600 tonn restråstoff gjennom produksjonen. Dette utgjør i snitt 21 % restråstoff av ulik type. Nedenfor er det utdypet litt mer om råvarer og type restråstoff fra dypfrysindustrien.



Figur 8 Råvaremengder (tonn) av grønnsaker og potet som prosesseres av norsk dyppfrysindustri (2015-tall)

Bedriftene oppgir at mengde restråstoff varierer med type råvare og råvarekvaliteten. Råvarer som må skrelles genererer en betydelig del skrell som restråstoff. Norske grønnsaker prosesseres for dyppfrysing i et begrenset tidsrom av året, rett etter høstetidspunkter for de ulike artene. Det er typisk produksjon fra juli til november/desember.



Figur 9 Restråstoff (tonn) av grønnsaker og potet som prosesseres av norsk dyppfrysindustri (2015 tall). I denne figuren er det ikke inkludert vann som fjernes fra potet under pommes frites produksjon, som utgjør ca 25 % av tapet i prosessen

### 9.1.2 Grønnsaker, utenom potet

For grønnsaker oppgis det fra dypfrysindustrien at de har en variasjon på restråstoff fra 2 til 25 % fra råvare til ferdig produkt. Basert på verdiene innhentet fra dypfrysindustrien er det et snitt på 17 % restråstoff, noe som årlig utgjør omtrent 4 000 tonn restråstoff fra grønnsaker. Fordelingen mellom ulike typer grønnsaker er vist i figur 9. Her kan mengdene være høyere dersom ikke alle typer grønnsaker er rapportert inn til denne rapporten.

Hovedandelen av svinn under produksjon av dypfryste produkter oppstår ved behandling av råvaren før varmebehandling (uren sone). Type restråstoff som genereres varierer med type grønnsak. Generelt er det skrell, defekte råvarer og avskjær. For blomkål og hodekål er det også stilk og kjernemarg. For erter er det spesielt belger, blonde erter, planterester og erteskill. For bønner er det også planterester, defekter og brekkasje. For rosenkål er det lite svinn da råvaren blir renses/trimmet hos produsent før den sendes til dypfrysfabrikk, men noe ukurant størrelse og løse blader fjernes før prosessering. Det samme gjelder for purre, som renses/trimmes hos produsent. Dypfrysindustrien jobber kontinuerlig med forbedringer av utnyttelsesgraden av råstoffet. De oppgir også at det jobbes kontinuerlig med utvikling av råstoffet sammen med dyrkerne, slik at råvarekvaliteten inn til fabrikk er best mulig, for best mulig utnyttelse av råvarene.

Etter vasking og skrelling, kuttet grønnsaker før blansjering og dypfrysing. I denne prosessen genereres det noe svinn på grunn av defekte biter eller feil størrelse eller farge. Disse blir automatisk utsortert langs produksjonslinjen. Mengde utsortert «feilvare» vil variere noe etter type grønnsaker. Det oppgis av dypindustrien at utsortert svinn av grønnsaker på «ren» food-grade side ligger på 2–3 %.

### 9.1.3 Varmekonserverte grønnsaker

Konservesproduksjonen av grønnsaker som foregår i Norge er relativt liten. Det benyttes i hovedsak norske råvarer for produksjonen av produkter med rød og hvit hodekål, rødbeter, sylteagurker og gulrot. Samlet mengde restråstoff fra produksjonen oppgis til 1 150 tonn/år, som i hovedsak består av skrell og avskjær (20–35 %), og noe er gulv-svinn (2–5 %).

Tomat er en frukt, men defineres inn under grønnsaker. Tomat blir i stor grad industriprosessert, men det som prosesseres i Norge importeres i hovedsak som tomatpulp. Av norskprodusert drivhustomat regner man at ca 6 tonn videreføres som fersk, noe som gir 1 tonn svinn/år. Tall for svinn innen produksjon basert på tomatpulp er ikke innhentet for denne rapporten.

### 9.1.4 Minimalt prosesserte grønnsaker

En stor del av grønnsakene som selges som ferske i butikk gjennomgår vasking, trimming og emballering. Grønnsakene kan også kuttet og blandes før pakking, ofte med bruk av modifisert atmosfære for bevaring av kvaliteten. Dette kalles minimal prosessering. Det finnes en rekke større og mindre pakkerier for grønnsaker i Norge. Det er en økende produksjon av minimalt prosesserte produkter med blanding av ulike grønnsaker, slik som emballerte salatblandinger, wok-blandinger etc. I hovedsak benyttes det norskproduserte råvarer, men også importert råvare når det ikke er mulig å få tak i norske råvarer. Norske råvarer kommer i stor grad fra lokale produsenter. Restråstoff oppstår både hos råvareprodusentene, der første fase av produksjonen gjøres i form av forbehandling av råvaren (trimming og utsortering av grønnsakene), og i produksjonen av produktene hos foredlingsbedriftene. Gulrot og løk er to store produktgrupper som minimalt prosesseres, og

restråstoffet oppgis til å utgjøre 20–25 % av råvaren avhengig av sesong og i løpet av sesongen. Totalt produseres det ca 47 000 tonn norsk gulrot per år, ca 28 800 tonn går til ferskkonsum (Tabell 5). Basert på ca 25 % svinn, vil potensielt restråstoff fra norskprodusert gulrot årlig utgjøre ca 7 000 tonn. Bedrifter bruker både norske og importerte råvarer i sine produksjoner, så mengder vil derfor kunne være høyere. For løk oppgis restråstoffet siste år (2016) til å være ca 5 000 tonn.

### **9.1.5 Prosessert potet**

Potet prosesseres til ulike produkter og av ulike industrier. Potet benyttes som råstoff for ulike dypfryste produkter (forvellet potet og pommes frites), varmebehandlede produkter, som sous-vide produkter, og til chips, potetmel, potet flakes, potetlomper og til potetsprit.

Dypfrysindustrien oppgir at restråstoff fra potet utgjør fra 15 til 25 % fra råvare til ferdig produkt. Hovedandelen av svinnet oppstår også her som for grønnsaker, ved behandling av råvaren i uren sone. Type restråstoff fra potet er skrell, defekt råvare (eksempelvis råte og grønne deler), avskjær og brekkasje. For potet som går til dypfryst pommes frites oppgis det totale svinnet å være ca 50 % av råvaremengden, da halvparten av svinnet består av vann som tas ut av poteten under produksjonen for å oppnå riktig produktkvalitet. For forvellet potet som går til dypfryst produkt, oppgis restråstoffet å utgjøre 15–25 % av råvaremengden. Basert på verdiene fra dypfrysindustrien produseres det årlig totalt 9 000 tonn restråstoff fra potet. Da er ikke ca 25 % vann fra pommes frites potet inkludert. I hovedsak består restråstoffet av skrell, defekter og avskjær. Restråstoffet produseres nesten hele året.

For varmebehandlede potetprodukter, som sous-vide potet, gratinert potet og stekte potetprodukter, oppgis det at restråstoffet er 25–30 %, i form av skrell, avskjær og defekt råvare. I tillegg kommer vaske/prosessvann, som inneholder stivelse. Bedrifter som skiller ut stivelse fra prosessvannet, informerer om at dette samles i samme containere som potet-skrell og vrak, og leveres til dyrefôr. Totalt svinn for potet inkludert tap av stivelse til prosessvann, oppgis til 40–50 %.

For de bedrifter vi har informasjon fra utgjør samlet restråstoff fra produksjon av varmebehandlet potet minst 33 000 tonn/år. Dette tallet kan være høyere, da det er en rekke små og større bedrifter som i dag produserer potetprodukter.

For produksjon av potetchips oppgis det at restråstoffet er ca 9 %, fordelt på hel potet, skrell og stivelse. Avhengig av produksjonsmengdene, vil restråstoffet samlet utgjøre fra 5 000 tonn/år og oppover.

I produksjonen av potetsprit og potetmel er restråstoffet ulike fraksjoner (drank, rasp, fruktsaft, slurry og potetamylase) med ulikt tørrstoffinnhold (3–40 %). Det oppgis at det produseres 70–85 000 kubikkmeter/år med restråstoff.

### **9.1.6 Ferdigretter med grønnsaker og potet**

Det er en økende industriell produksjon av ferdigretter i Norge. Produsenter av ferdigretter, som sous-vide retter, benytter ferdig skrelte, kuttete og standardiserte råvarer og produkter (ferske og frysede), og prosesserer ikke råvarer av grønnsaker selv. Bedriftene melder at det oppstår lite restråstoff gjennom produksjonen av ferdigretter som inneholder grønnsaker og potet.

## 9.2 Hvordan brukes restråstoffet i dag

### 9.2.1 Grønnsaker

Dyppfrysindustrien jobber kontinuerlig med forbedringer av utnyttelsesgraden av råstoffet. De oppgir at det jobbes kontinuerlig med utvikling av råstoffet sammen med dyrkerne, slik at råvarekvaliteten inn er best mulig, for best mulig utnyttelse av råvarene. Det jobbes også med å utnytte produkter med ukurant kvalitet til nye produkter eller anvendelser. Som et eksempel kan nevnes et produkt i sortimentet fra Norrek Dyppfrys til storhusholdning som heter blomkål-mini som nå selges til bruk i supper og stuinger, der størrelsen på bukettene med fordel kan være av mindre størrelse. De samme mini-bukettene fra Norrek inngår i en produktserie med kjøttprodukter kalt +Grønt med ca 40 % grønnsaker, utviklet gjennom forskningsprosjektet «Grønt-i-kjøtt» i samarbeid med Nofima (se prosjekter i kap 12 nedenfor).

Restråstoffet fra produsenter av minimalt prosesserte og varmekonserverte grønnsakprodukter leveres til avfallsdeponering (gjennom renovasjonsselskaper), og produsentene har kostnader forbundet med dette (850-1000 kr/tonn). Noe blir levert til dyrefôr og jordforbedring, avhengig av type grønnsak.

### 9.2.2 Potet

Restråstoff fra potet, som skrell, vrak og frasortert råvare benyttes til produksjon av potetsprit, potetmel, potetmos og lomper. Restråstoff fra potet som ikke benyttes til potetsprit og potetmelproduksjon leveres til dyrefôr og organisk gjødsel. Stivelse av dårlig kvalitet leveres også til dyrefôr. Noe går også til deponering (avfall). Det er knyttet kostnader i million-størrelse til deponering av det som ikke kan benyttes i dag. Det var et ønske om å kunne benytte en større andel av restråstoffet til dyrefôr. Det var også et ønske om å se på potensialet til å utnytte verdifulle komponenter i restråstoffet kommersielt.

Enkelte bedrifter benytter ikke potetstivelse av god kvalitet etter at den er skilt ut fra avfallsvannet ved hjelp av sentrifugering. Stivelse og potetskall leveres da til dyrefôr. Det var gjort forsøk på å selge stivelsen til et brenneri, men kostnadene for å få i gang en slik avtale ble for høye.

Dyppfrysindustrien betaler noe for å levere potetskrell. Det meste av restråstoffet fra potet samles i containere og blir dyrefôr. Der dette ikke er mulig, blir restråstoffet sendt til kompostering, som også er en utgift for industrien.

## 10 Oppsummering restråstoff

I industriell bearbeiding av cerealer, slaktedyr, oljevekster, frukt, bær, grønnsaker og potet, produseres det mer enn 415 000 tonn restråstoff. I tabell 7 presenteres en sammenstilling av alle data fra rapporten. For mer detaljer henvises til de respektive delkapitlene.

Tabell 7 Sammenstilling av alle data på volum av restråstoff som har blitt presentert i rapporten

Råstoffkilde	Restråstoff (tonn)	Restråstoff (%)
<b>Cerealer</b>	<b>86 823</b>	
Korn	69 823	
Hvete	61 000	22
Havre	7 500	21-32
Bygg	1 200	30-50
Spelt	123	26
Ølbrygging	17 000	31
<b>Animalsk restråstoff</b>	<b>264 245</b>	
Kjøtt	264 245	
Gris	69 895	37
Storfe	95 662	60
Lam/sau	34 943	63
Kylling	56 546	51
Kalkun	7 199	45
<b>Oljevekster</b>	<b>800</b>	
Soya	0	
Raps og dodre	800	80
<b>Frukt og bær</b>	<b>&gt;1 585</b>	
Pressrester		
Eple	1 300	20-35
Solbær	110	ca 20
Div. rester andre frukt og bær	175	10-35
<b>Grønnsaker og potet</b>	<b>&gt; 64 150*</b>	
Dypfryste	13 000	21
Grønnsaker	4 000	2-25
Potet	9 000*	15-25
Varmekonserverte	1 151	
Grønnsaker	1 150	20-35
Tomat	1	17
Minimalt prosesserte grønnsaker	12 000	20-25
Gulrot	7 000	
Løk	5 000	
Øvrig prosessering av potet	38 000*	
Varmebehandlet potet	33 000*	25-30
Potetchips	5 000	9
Produksjon av potetsprit og potetmel	Vaske- og prosessvann	70–85,000 kbm/år**

\* Vaske- og prosessvann ikke inkludert

\*\* tørrstoffinnhold 3–40 %

Det er viktig å ta hensyn til at noen av disse tallene er estimater, eller minstetall, samt at tallene kan endres fra ett år til ett annet. Dette er grunnen til at det i tabell 7 også angis prosent av totalt volum råstoff, da disse tallene forventes å være mer konstante innen en bransje og/ eller industri.

Det har vært mer eller mindre enkelt å få tak i tall på total produksjon i de ulike bransjene, likeså tall på volumet av totalproduksjon som ender opp som restråstoff. Kjøttindustrien er et eksempel på en industri som har god kontroll på produksjonen og den andel av totalproduksjon som karakteriseres som restråstoff. En sannsynlig årsak til dette er det strenge regelverket som kjøttindustrien arbeider etter når det gjelder håndtering av restråstoff.

Den største utfordringen i arbeidet med å lage denne rapporten har vært å finne tall fra frukt, bær, grønnsaker og potetindustrien. Industriene som har blitt forespurt har vist stort interesse for å bidra med informasjon. Mange av de bedrifter som har bidratt har kommet i mål, eller ett godt stykke på vei, mot å få en god intern oversikt over hvor mye restråstoff som produseres basert på råstoffvolum. Men det er også bedrifter som ikke kunne oppgi tall på restråstoff for alle typer råvarer, slik at det i rapporten er gitt tall for utvalgte produkter. Det er ikke alle bedrifter som har hatt mulighet til å bidra, og derfor er det viktig, særlig i disse sektorene, å presentere prosenttall som får være representative for hele industrien. En total oversikt over hvor stor andel av frukt, bær og grønnsaksproduksjon, inklusive import, som går til industriell bearbeiding mangler per i dag i Norge. Dette gjør at tall for total mengde restråstoff fra disse sektorer blir vanskelig å presentere som annet enn som et minstetall.

## 11 Muligheter

Det globale volumet av vegetabilsk matavfall, unntatt jordbruksavfall i primærproduksjon, er anslått til 400 millioner tonn per år. Det pågår flere prosjekter internasjonalt som tar sikte på å finne strategier for å minske matavfallet, og lenker til mange av disse finnes på ForMat prosjektets hjemmeside (<http://matsvinn.no/ressurser/>).

Restråstoff som dannes etter høsting/slaktning i forbindelse med industriell bearbeiding er lettere tilgjengelig for videre prosessering enn avfall og svinn knyttet til primærproduksjonen. Industriell bearbeiding foregår på noen få lokasjoner, mens primærproduksjon er spredt på mange gårder over hele landet. Forutsetningene for å resirkulere restråstoff knyttet til industrielle bearbeiding er derfor gode. Restråstoff som er fullgode råvarer, men har ukurant form og størrelse og som er produsert i ren sone kan enkelt utnyttes til mat. Restråstoff som ikke er velegnet til humant konsum kan anvendes til andre høyverdiprodukter etter ulike teknikker for videre prosessering slik det påpekes i Regjeringens Bioøkonomistrategi <sup>4</sup>.

For å sikre lønnsom utnyttelse av restråstoff er det viktig å se på total utnyttelse av de aktuelle råvarene. Bioraffinering er på samme måte som oljeraffinering definert som «at råvaren foredles i en sammenhengende kjede av foredlingsprosesser til et spekter av produkter» <sup>3</sup>. Ett godt norsk eksempel på bioraffineri er skogsråvareprodusenten Borregaard. Borregaard utnytter i dag hele tømmerstokken til ulike produkter. Det som for 40 år siden forurenset Oslofjorden ble råstoff for godt betalt vanillin. Borregaard har investert i avansert infrastruktur og omfattende forskning på anvendelse av restråstoffene.

Oppbygging av bioraffinerier er en stor satsing i EU, og flere prosjekter startet opp i siste kvartal av 2016: InDIRECT (landbruks- og matrestråstoffer), FIRST2RUN (restråstoff fra oljeplanter), BIORESCUE (restråstoff fra sopp og hvetestrå), AgriMax (restråstoff fra jordbruk og matprosessering, også nevnt nedenfor), PULP2VALUE (restråstoff fra sukkerbeter), FUNGUSCHAIN (restråstoff fra sopp), og GREENPROTEIN (restråstoff fra grønnsaksprosessering) (<http://bbi-europe.eu/projects>).



## 12 Nofimas bidrag til utnyttelse av restråstoff

For å bidra til økt verdiskaping for norsk industri har Nofima lenge hatt forskningsfokus på mulighetene for bedre utnyttelse av restråstoff fra både grønn og marin sektor. Nedenfor gis eksempler på relevante nasjonale og internasjonale forsknings- og industriprosjekter innen de bransjer som omfattes i rapporten. Med start 2017 blir også Restråstoff en egen tverrfaglig satsing i Nofimas strategiske forskningsprogrammer.

### 12.1 Cerealer

Restråstoff som produseres fra cerealer kommer fra maling av korn og fra ølbrygging. Fra møllene er det hvetekli, havreskall og byggs skall, og fra bryggeriene er det mask. For at de tørre skalldelene fra korn og den våte masken fra ølbrygging skal kunne brukes til mat må det utvikles nye prosesser. Hvetekli inneholder 45-55 % fiber (arabinoxylan), stivelse 20 %, protein 15 %, fett, vitamin E, B-vitaminer, mineraler, fytinsyre, steroler og fenoliske komponenter. Havreskall består av cellulose 40 %, hemicellulose 40 %, lignin 8 %, aske 5 %, protein 2 %, fett 1 % og fenoliske komponenter. Byggs skall inneholder fiber som beta-glukan og arabinoxylan, fenoler, fytinsyre, B- og E-vitaminer og oligosakkarider som raffinose og fruktaner. Innholdet varierer med hvor mye av de ytre delene av kornet (skall og aleuronlag) som slipes av før byggen blir brukt til mat. Mask inneholder cellulose, arabinoxylan, lignin, protein, fett, mineraler, fenoler og vitaminer. Innholdet varierer også her med type malt og bryggeri. De prosesser som kan brukes for å anrike en fraksjon eller utvinne en komponent er tørr eller våt fraksjonering eller en kombinasjon av disse to. Tørr fraksjonering (maling kombinert med sikting) er mest bærekraftig ettersom den ikke trenger ulike tørkeprosesser for å produsere en salgbar vare. Om man ønsker en fraksjon eller komponent som er helt ren, kan man kombinere tørr fraksjonering med våt fraksjonering (bruk av enzymer, løsningsmiddel og filtrering). Nofima har mulighet for å gjennomføre småskala tørr og våt fraksjonering hver for seg eller i kombinasjon. Nofima har pilotanlegg for produksjon av ulike prototyper av mat for testing av fraksjoner eller komponenter fra restprodukter som for eksempel brød, muffins, laminerte produkter, ekstruderte produkter som pasta, frokostcerealer og snacks. De ferdige produktene kan så bli testet for ulike egenskaper som smak, forbrukeraksept, produktkvalitet og potensielle helseeffekter.

Restråstoff fra havre inngår i «**FoodProFuture**» (Innovative and Sustainable Exploitation of Plant Proteins in Future Foods), et forskerstyrt prosjekt i Forskningsrådets Bionærprogram med oppstart i 2017. Prosjektet ledes av NMBU.

Nofima deltar også i et fireårig EU-prosjekt «**AgriMax**» med koordinator fra IRIS, Spania, som startet høsten 2016. Målet med AgriMax er å oppskalere småskalaprosesser til økonomisk bærekraftige storskalaprosesser for utvinning av fraksjoner eller komponenter fra ulike restprodukter som hvetekli, havreskall, pressrester fra oliven og tomatrester. Fokus er her å gjenbruke restråstoffet som næringsmiddel gjennom for eksempel kompostering, som er vanlig i resterende Europa.

Nofima har også vært koordinator for EU-prosjektet «**Barleyboost**» med deltagelse av småbedrifter fra Norge, Skottland og Estland, der et av delmålene var å redusere mengden skall fra bygg i maleprosessen for å kunne beholde alle helsekomponentene i ferdig mel. I tillegg er tørrfraksjonering brukt for å produsere fraksjoner fra mel med økt innhold av fiber ( $\beta$ -glukan), protein og stivelse. Sammen med bedriftene brukte man ulike innovative teknikker for å produsere produkter som

forbrukere liker og ønsker å kjøpe. Småbedriftene fikk hjelp med forskning og utvikling fra Nofima og forskningsinstitutter fra Finland og Frankrike.

## 12.2 Oljevekster

Restråstoff fra kaldpressing av rapsolje og/eller dodreolje kan utnyttes til humant konsum. Dette krever utvikling av nye prosesser. Pressresten utgjør i dag omtrent 80 % av frøvekten og inneholder rundt 20 % fett og 30 % protein i tillegg til en mengde ukarakteriserte karbohydrat-forbindelser og ulike bioaktive lipider, samt fenoliske syrer, steroler, tokoferoler og glukosinolater. For å kunne anrike protein og polysakkarider fra pressresten, må en først fjerne (hente ut) restoljen. Prosessteknologien må være godkjent for tilberedning av mat samtidig som prosessen må forhindre denaturering av proteinene og dekomponering av karbohydratenes teknologiske egenskaper. Etter at restolje er ekstrahert ut kan både tørr fraksjonering og våt fraksjonering med og uten bruk av enzymer benyttes for anrikning av protein og polysakkarider. Ved tørr fraksjonering blir pressresten malt med en type mølle eller kombinasjoner av møller for å separere protein og polysakkarider. De ulike komponentene kan deretter bli separert med luftsikting eller ulike kombinasjoner av sikter. Utfordringen er å få separert protein og polysakkarider fra hverandre i mølleprosessen slik at sikting kan anrike protein, noe som kan løses gjennom ulike kombinasjoner av enzymer.

Nofima har pilotanlegg for optimalisering av fraksjoneringsprosesser. De anrikede fraksjonene kan karakteriseres med hensyn til kjemiske egenskaper, funksjonelle egenskaper, smak/lukt og potensielle helseeffekter.

Pressrest fra raps og oljedodre inngår i «**FoodProFuture**» (*Innovative and Sustainable Exploitation of Plant Proteins in Future Foods*), et forskerstyrt prosjekt ledet av NMBU og finansiert av Forskningsrådets Bionærprogram (Prosjekt nummer 267858) med oppstart i 2017.

## 12.3 Animalsk restråstoff

Restråstoff er i det følgende definert som alt på et slaktedyr som ikke er kjøtt. Dette betyr at innvoller, skinn, ben og andre deler som hode, tunge og testikler inkluderes i restråstoffbegrepet. Dette er svært forskjellige deler av dyret som både i henhold til regelverk og tradisjon kan deles opp i en spiselig og en ikke spiselig gruppe. Ut fra et bærekraft-perspektiv er det ønskelig at vi går tilbake til gamle tradisjoner og spiser mer av dyret eks innvollene i nye innovative kjøttprodukter. Det er også viktig å bruke så mye som mulig av kjøttet fra andre deler, slik som hodekjøtt og alt kjøttet som sitter igjen etter mekanisk skjæring (av kjøttstykker) fra skrott på eksempelvis kalkun og kylling.

Enzymatisk hydrolyse er en metode der enzymer, av samme type som de som finnes i magesekken hos mennesker og dyr, brukes til nedbryting av proteiner. For eksempel kan slike enzymer brukes til mørning av seige stykningsdeler eller til fullstendig nedbryting av proteiner til proteinhydrolysater. Disse kan brukes både til fôr og pet food, men også til human konsum. Enzymatisk hydrolyse er et satsingsområde på Nofima, og det ble i 2016 startet et internfinansiert prosjekt som ser på optimalisering av hydrolyseprosesser fra både marint, animalsk og vegetabilsk råstoff. Det gjøres i lab, pilot og industriell skala.

*”Anvendelse av plussråstoff fra slakterier til fiskefôr”*, et JA-finansiert forprosjektet, der produksjon av proteinrike produkter fra restråstoff fra kyllingproduksjon ble testet både med enzymatisk hydrolyse og ensilasje -teknologi.

«*Utnyttelse av proteinrike restråstoffer fra kyllingproduksjon*» støttet av Oslofjordfondet og ledet av Norilia er et prosjekt der både enzymatisk og alkalisk hydrolyse ble vurdert som egnede teknikker for å ekstrahere og bryte ned proteiner til peptider og aminosyrer. Enzymatisk hydrolyse viste seg best egnet til å skreddersy prosesser og produkter, og disse prosessene gir vesentlig bedre muligheter for prosesskontroll enn alkalisk hydrolyse.

«*Chickenlysis*», finansiert av Oslofjordfondet, med Norilia og Nortura Hærland, er et prosjekt med mål om å utvikle teknologi og prosesser basert på enzymatisk hydrolyse, for å oppgradere proteinrike plussprodukter fra produksjon av kylling, til skreddersyde produkter for bedrifter med behov for proteinkilder. Prosjektet er et pilotprosjekt som vil danne grunnlag for utnyttelse av et nytt anlegg for foredling av proteinrike plussprodukter fra norsk kyllingproduksjon. Anlegget etableres på Hærland i Østfold.

I forbindelse med utviklingen av enzymatisk hydrolyse fra restråstoff har hensikten vært å bygge opp, og skaffe tilgang på mange typer av analysemetoder og -utstyr. Vi ønsker å produsere proteinhydrolysater med attraktive egenskaper med hensyn til smak og biologisk aktivitet, samt andre funksjonelle egenskaper relatert til bruk i fôr og mat. I tillegg legger Nofima vekt på prosessovervåking ved hjelp av ikke destruktive målemetoder, blant annet gjennom prosjektet «**Hydrolysemonitor**», ledet av Nofima og Finansiert av FFL sammen med Biomega, Jærkylling og Norilia. Nofima har også vært involvert i flere prosjekter der formålet er å bruke mikroorganismer for omdanning av forskjellige restråstoff til verdifulle oljer som «**InteRest**» (ledet av Nofima, og finansiert av Bionær og Biotek2021, pr nr 227356), og «**SingleCellOil**» (ledet av Nofima og NMBU, og finansiert av Bionær, pr nr 234258).

## 12.4 Animalsk fett

Nofima har mye kompetanse på fettkjemi, lipider og lipid oksidasjon. Kompetanse omfatter blant annet en lipidanalyseplattform basert på kromatografiske metoder, som gjør det mulig å karakterisere og analysere fett med hensyn til fosfolipid, glyserid- og fettsyresammensetning, andre fettløselige komponenter og oksidasjonsprodukter. I tillegg har vi diverse lab- og pilotskalautstyr til å prosessere fett i form av hydrolyse (kjemisk og enzymatisk), avsyring (fjerning av frie fettsyrer), bleking, deodorisering (fjerning av lukt), fraksjonering av fettsyrer (destillasjon), og forestring.

Fettet gjenvinnes fra animalsk restråstoff ved varmebehandling. Dette gjøres med enten tørr eller våt fraksjonering. Etter varmebehandlingen kjøles restråstoffet, og fettfasen separeres ved sentrifugering.

Bearbeidet, modifisert fett og lipider har en rekke potensielle anvendelsesmuligheter som ingredienser i næringsmidler. De kan bidra til ønskede funksjonelle egenskaper med tanke på tekstur, smeltepunkt, smak og økt holdbarhet. I tillegg kan de bidra til en gunstig ernærings- og helsemessig kvalitet i ulike produkter. Andelen enumettet og mettet fett vil variere i talg (se tabell 3), og det medfører ulike smeltepunkt til fett. Talg fra storfe med veldig høyt smeltepunkt vil kunne brukes som erstatning for annet fett til bruk i næringsmidler.

Det animalske fettene kan foredles til et sunnere fett ved å erstatte de mettede fettsyrene med umettede sunne fettsyrer. Spesielt har det vært fokusert mye på produksjon av lipider med spesielle funksjonelle og positive nærings- og helseeffekter. Denne teknologien gjør det mulig å lage et sunnere fett som kan erstatte det usunne fettene i matvarer.

Ved hydrolyse av triglyserider fås ca 10 vektprosent glyserol, som kan utnyttes via videreføring til en rekke produkter. Glyserol kan benyttes som fôringsrediens til fjør- og storfe. I tillegg har glyserol anvendelse i næringsmidler, kosmetikk, tannkremer, tobakk og farmasøytiske produkter.

Siden animalsk fett har en relativt høy andel med oljesyre, vil det kunne ligge merverdi/muligheter i å utvinne oljesyre fra det animalske fettene. Oljesyre har en rekke interessante funksjonelle og helsemessige egenskaper. I dag benyttes oljesyre fra animalsk råstoff som ingrediens i kosmetikk, detergent og smøremiddel og i produksjon av overflateaktive stoffer, løsemidler og finkjemikalier. Oljesyre har videre dokumenterte gode helseeffekter og antibakteriell virkning.

Andre muligheter for utnyttelse av animalsk fett som har vært foreslått, er som råstoff til fabrikkert fiske-agn.

## 12.5 Fukt og bær

Restråstoff etter industriell bearbeiding av frukt og bær er primært pressrest etter pressing til saft og rest etter passering for å lage puré. Mengde restråstoff etter frukt- og bærprosessering er liten sammenlignet med slakteavfall og rest etter prosessering av korn og grønnsaker. Det som likevel kan gjøre det interessant å se på utnyttelsen av pressrester fra frukt og bær, er at de hovedsakelig består av skall og frø, som er rike på fiber og plantestoffer (blant annet polyfenoler, karotenoider og bioaktive lipider). Disse er vist å ha positive helseeffekter. Innholdsstoffer i pressresten vil selvsagt være avhengig av hvilken art som er presset, men vil også variere med andre faktorer som sort og modningsgrad av råvarene, samt prosesseringsteknikk. Pressrestene inneholder fortsatt mye vann (70-80 % i eplepressrest og omtrent 40 % i solbærpressrest), og er derfor svært utsatt for mikrobiell ødeleggelse. Forbehandling, som tørking eller frysing av pressrestene er derfor nødvendig for å sikre tilstrekkelig holdbarhet. Videre bruk av pressrestene kan være som dyrefôr eller som kostfiber i næringsmidler, ekstraksjon av bioaktive plantestoffer til bruk i næringsmiddel/kosttilskudd eller kosmetikk, produksjon av bioenergi, enzymer, organiske syrer mm.

Det finnes mange vitenskapelige publikasjoner på næringsinnhold og kjemisk sammensetning, og videre prosessering og bruk av pressrester, spesielt etter pressing av epler og druer. Det er utenfor omfanget av denne rapporten å gå inn på de ulike innholdstoffene i pressrester av alle artene og hva de kan brukes til. Pressrester etter saftproduksjon kan behandles på samme måte som beskrevet for pressrest av oljevekster og korn (se kapitlene 12.1 og 12.2). Utvalgte innholdsstoffer, for eksempel antioksidanter, kan ekstraheres ut for videre bruk.

«*Optijuice*», et IPN-prosjekt eid av TINE BA (NFR pr nr 186902), hadde som overordnet mål å utvikle høyverdige produkter med høyt innhold av polyfenoler fra pressrest etter pressing av frukt og bær. Prosjektet ga kunnskap om polyfenoler i pressrest fra epler, solbær, bringebær og blåbær og hvordan disse best kunne ekstraheres ut for bruk i næringsmidler <sup>26-28</sup>. Helseeffekter ble målt ved bruk av *in vitro* metodikk (cellestudier), og en klinisk studie ble gjennomført for å finne effekt på blodtrykk ved inntak av et optimalisert produkt hos personer med svakt forhøyet blodtrykk <sup>29</sup>.

## 12.6 Grønnsaker og potet

Grønnsaker er, som frukt og bær, rike på plantestoffer og fiber. Karotenoider, polyfenoler og glukosinolater er blant de mest interessante grupper av plantestoffer i grønnsaker. I tillegg til fiber, så er dette plantestoffer som er knyttet til ulike positive helseeffekter, og som vi bør øke inntaket av. I rødbeter finnes en spesiell gruppe pigmenter som kalles betalainer, som kan benyttes som fargetilsetning i mat. Videre inneholder grønnsaker og poteter ulike typer vitaminer, essensielle aminosyrer og mineraler. Potet inneholder polyfenoler (fenoliske syrer, flavonoler, flavanoler, og i de pigmenterte sortene finner man anthocyaniner. I en nyere oversiktsartikkel gis det en oversikt over disse forbindelsene og de forskningsarbeider som er gjort med tanke på utnyttelse av restråstoff fra potet <sup>30</sup>. I tillegg inneholder potet glykoalkaloider, som kan være toksisk i høye doser, men denne stoffgruppen er også vist å ha et potensiale for å virke hemmende på kreftutvikling i *in vitro* modellsystemer. Noen ekstrakter og stoffgrupper, som polyfenoler og enkle fenoler, glukosinolater og terpenener, har antimikrobielle egenskaper <sup>31</sup>. Skall fra grønnsaker og potet kan ha en forskjellig sammensetning av innholdsstoffer sammenliknet med resten av grønnsaken (kjøttet). I gulrot utgjør skallet ca 10 % av ferskvekten, mens ca 50 % av det totale innholdet av polyfenoler sitter i skallet. Det samme gjelder for potet, skallet inneholder omtrent 50 % av det totale innholdet av fenoliske forbindelser. Kålvvekster inneholder et spesielt bredt spekter av sekundære plantestoffer innen gruppene glukosinolater, polyfenoler og karotenoider. Disse kan virke helsemessig gunstig, og samtidig kan ha en antioksidanteffekt hvis de tilsettes andre produkter som forringes under lagring på grunn av harskning.

Nofima har muligheter til å teste ut restråstoff, fraksjoner, ekstrakter og isolerte forbindelser i modellsystemer med både mat under produksjon og lagring, og i modellsystemer for å studere bioaktivitet og effekter under simulert fordøyelse (*in vitro* fordøyelse). Nofima har up-to-date instrumentering og analysemetoder for innholdsstoffer i frukt, bær, grønnsaker og potet. Nofima har også pilotanlegg for prosessering av vegetabiler, samt pølsemakeri og bakeri for produksjon av forskjellige prototyper av mat. Nofima kan bidra fra å karakterisere innholdsstoffer fra vegetabiler, til å teste ut nye typer ingredienser basert på vegetabiler og pilotproduksjon av matprodukter med slike ingredienser.

Nofima har vært koordinator og partner i flere større og mindre prosjekter med fokus på optimal behandling og prosessering av grønnsaker, samt utnyttelse av restråstoff etter prosessering.

«**Reducing Food Processing Waste (REPRO)**», et EU-prosjekt under FP6-FOOD, ledet av Institute of Food Research, UK, omhandlet utvikling av metoder for å omdanne plantebasert restråstoff fra næringsmiddelprodusenter til funksjonelle ingredienser og produkter til mat og dyrefôr. Nofima bidro innen grønnsaker og korn. Det ble blant annet sett på restråstoff av rød hodekål-avskjær (utvinning av polyfenoler og fiber) og mask fra bryggerier (se avsnittet om Cerealer). Fra rød hodekål ble resultatet en uløselig karbohydrat-rik fraksjon, og en løselig fraksjon med pigmenter som kan benyttes som fargetilsetning etter fjerning av kålaroma. Nofima karakteriserte og kvantifiserte polyfenoler og glukosinolater i restråstoff og under fraksjoneringen fram til produkter.

«**Grønt i Kjøtt**» er et IPN-prosjekt eid av matprodusenten Jæder Ådne Espeland AS og finansiert av Norges forskningsråd (P.nr 239555) og bedriftspartnere. Nofima er forskningspartneren i prosjektet og leder forskningsarbeidet. Den overordnede idéen er å utvikle bærekraftige og sunne hverdagsprodukter bestående av kvernet kjøtt med en høy andel grønnsaker, blant annet utsorterte

grønnsaker fra dypfrysindustri som ikke benyttes til vanlige produkter på grunn av størrelsesavvik. Prosjektet skal skape merverdi for både norsk kjøtt og norske grønnsaker. For at det skal bli vellykket må man lykkes med å utvikle produkter av høy kvalitet, som gir gjenkjøp. De første produktene med 33 % grønnsaker innblandet i kjøtt, ble lansert kommersielt i 2016.

*Prosjektet «Forskningsinnovasjoner i Norske Gartneri produkter (FING)», et innovasjonsprosjekt eid av Holmens AS, Miljøgartneriet og Wiig gartneri, med Nofima som forskningspartner, finansiert av NFR (2011-2013, P.nr 210483). Prosjektet hadde fokus på nye anvendelser av norske veksthusgrønnsaker (tomat, paprika og chili) som en ventil for å unngå kostbart svinn i perioder med produksjonstopper. Det ble sett på anvendelser av overskuddsråvare både til mat og til helsekost.*

*«Sunniva» er et EU-prosjekt koordinert av Nofima som pågår til 2017. I prosjektet utvikles et bærekraftig system fra produksjon til konsumering for tomat og Brassica (hvit kål, blomkål og brokkoli), og avledede produkter. Prosjektet vil øke forbrukernes tilgang til trygg, sunn og enkel mat gjennom nye behandlingsteknikker, og bedre utnyttelse av råvaren, biprodukter og avfall. Et eksempel på hvordan utnyttelsen av råmateriale kan økes, er at svinn fra flere ledd i prosesseringen av tomat og kål tas tilbake i syklusen som gjødsel for nye planter og jordforbedringsprodukter. Næringsstoffer fra svinnet tas opp i planten og bidrar til høyere nivå enn uten denne gjødselen.*

## 13 Veien videre

Det som gjør avfall fra matindustrien så interessant er at det kan ha veldig god kvalitet. I henhold til Avfallspyramiden i Figur 2 bør vi bruke det som har matkvalitet til mat, for eksempel som ingrediens i nye innovative matprodukter, forutsatt at lover og regelverk tillater dette. Det som ikke faller innenfor denne kategorien kan fortsatt være egnet til foredling utover dagens anvendelse til dyrefôr, energi eller kompost.

Uansett kilde til restråstoff er det noen avklaringer som må gjøres for å sikre lønnsom utnyttelse:

- Hvilke lover og regelverk gjelder for anvendelse av restråstoffet og nye produkter?
- Hvilket volum av restråstoff er tilgjengelig, og ved hvilke tidspunkter på året er det tilgang?
- Er det mulig å besørge trygg lagring og transport fram til videre prosessering kan skje?
- Hvilken kvalitet har restråstoffet, og hvordan er det behandlet?
- Hvilke enkeltkomponenter finnes i restråstoffet, hva er den potensielle verdien av disse, og hva er konsentrasjon i restråstoffet?
- Finnes det metoder og nasjonal infrastruktur som gir muligheter til utvinning av det man ønsker å utvinne?
- Hvordan er lønnsomheten i prosessen?
- Hvilke markeder/destinasjoner er mulig, basert på kvalitet og prosesseringsmuligheter?

Denne rapporten er første skritt på veien til å kartlegge hva som er tilgjengelige volumer av restråstoff fra industriell bearbeiding av noen råvarer fra landbruket. I tillegg viser den til innhold, kvalitet, dagens bruk og muligheter knyttet til restråstoff fra det første industrielle bearbeidingsledd i de fem sektorene vi har undersøkt og vurdert. Vi håper at denne informasjon kan bidra til å hjelpe andre som enten er interessert i å arbeide med verdiskaping basert på restråstoff, eller bedrifter som eier restråstoff de ønsker å øke verdien på.

Det har vært vanskelig å få en like god oversikt over restråstoffvolumene fra frukt, bær og grønnsaker som fra de andre sektorene. Vi har med god hjelp fra denne industrien fått en brukbar oversikt over hva som er prosentuell tap fra disse bransjene.

En annen utfordring, er mangelen på felles terminologi/nomenklatur på området både nasjonalt og internasjonalt. For å få fullgode oversikter over restråstoffvolumer og sammenlignbare data fra ulike rapporter må det jobbes med å få på plass ensartede definisjoner og begreper. Dette gjelder med tanke på både matsvinn og verdiskaping basert på restråstoff.

Etter vår mening vil det være en fordel å inkludere alt restråstoff både spiselig og ikke spiselig i hele verdikjeden når totale volumer beregnes. Deretter bør dette deles i ikke spiselig og potensielt spiselig restråstoff. Da får man både kunnskap om hva som er reelle volumer for gjenvinning til human konsum og hva som kan brukes for videre prosessering til høyverdiprodukter, til fôr eller til destruering.

I en sirkulær bioøkonomi er viktig å finne optimal måte for gjenbruk av alt restråstoff, også den del av råstoffet som ikke er spiselig. Dette er i samsvar med den nylige lanserte FLW-standard som har inkludert også det som ikke er spiselig i volumberegningene av matsvinn.

I ForMat sin sluttrapport nevnes at det i Norge er enklere å få oversikt over matsvinn enn i mange andre land på grunn av norske bedrifters åpenhet og vilje til å dele data med forskningsmiljøene. Det

er også den erfaring vi har fått i arbeidet med denne rapporten og vi er veldig takknemlige for alle bidrag til tallmaterialet.

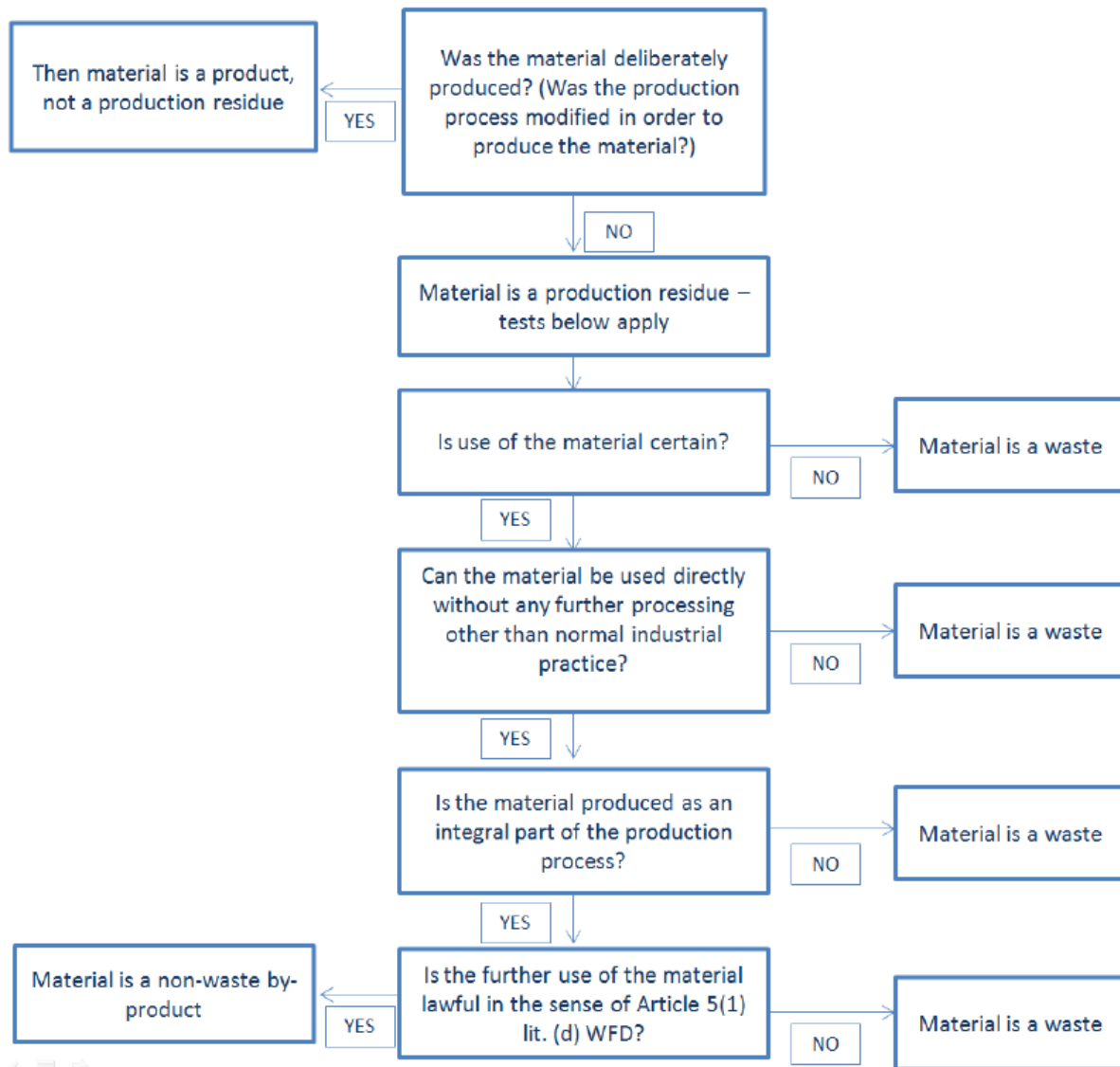


## 14 Referanser

1. Hanson, C.; Lipinski, B.; Robertson, K. *Food loss and waste accounting and reporting standard*; World Resources Institute: 2016; p 160.
2. Anonymous, Waste not, want not. A strategy for tackling the waste problem in England. In Office, C., Ed. Government: 2002.
3. Mühlbradt, T.; Stensland, P. C.; Kastmann, P. A.; Singstad, I.; Hatling, R.; Koch, P. M. *Drømmeløftet 2016*; Innovasjon Norge: 2016.
4. Anonymous, Kjente ressurser - uante muligheter. Regjeringens bioøkonomistrategi In Fiskeridepartementet, N.-o., Ed. Regjeringen: 2016.
5. Skøt, J.; Lipper, L. *The state of food and agriculture 2016*; FAO: Rome, 2016.
6. Stensgård, A. E.; Hanssen, O. J. *Matsvinn i Norge 2010-2015. Sluttrapport fra ForMAT-prosjektet*; Østfoldforskning: 2016.
7. Møller, H.; Vold, M.; Schakenda, V.; Hanssen, O. J. *Kartlegging av matsvinn i produksjonsbedrifter - Oppsummering fra nettverksprosjekter*; Østfoldforskning A.S: 2011; p 31.
8. Anonymous, Forskrift om animalske biprodukter som ikke er beregnet på konsum (animaliebiproduktforskriften). In fiskeridepartementet, L.-o. m. o. N.-o., Ed. 2016.
9. Olafsen, T.; Richardsen, R.; Nystøl, R.; Strandheim, G.; Kosmo, J. P. *Analyse marint restråstoff, 2012*; Sintef: 2013.
10. Adler, S.; Honkapää, K.; Saarela, M.; Slizyte, R.; Sterten, H.; Vikman, M.; Løes, A.-K. *Utilisation of co-streams in the Norwegian food processing industry - A multiple case study*; 82; Bioforsk: 2014.
11. Mjelva, J. K. *Produksjon og omsetning av økologiske landbruksvarer RAPPORT NR. 7 / 2015*; Landbruksdirektoratet: 2015.
12. <http://www.slf.dep.no> Produksjon og omsetning av økologiske landbruksvarer
13. Anonymous Forbruk av korn til mat i Norge. <http://brodogkorn.no/fakta/kornpro/>
14. <http://brodogkorn.no/> Brod og korn statistikk
15. <https://www.slf.dep.no/no/>
16. Brlek, T.; Bodroza-Solarov, M.; Vukmirovic, D.; Colovic, R.; Vuckovic, J.; Levic, J., Utilization of spelt wheat hull as a renewable energy source by pelleting. *Bulgarian Journal of Agricultural Science* **2012**, *18*, 752-758.
17. Ramseng, H. Smaken av norsk øl. <http://drikkeglede.no/nyhetsbrev-artikler/smaken-av-norsk-oel-article3153-590.html>
18. Drikkevareforeningen, B. o.
19. Mussatto, S. I.; Dragone, G.; Roberto, I. C., Brewers' spent grain: generation, characteristics and potential applications. *Journal of Cereal Science* **2006**, *43*, 1-14.
20. Alvseike, O. A.; Kjos, A.-K.; Nafstad, O.; Odden, H.; Ruud, T. A.; Saltnes, T.; Ytterdahl, M. *Kjøttets tilstand 2016*; Animalia: 2016.
21. Bjørnå, F. Dyrk mer erter og oljevekster! Det er bra for vekstskiftet. <https://www.felleskjopet.no/plantekultur/artikler/dyrk-mer-erter-og-oljevekster-bra-for-vekstskiftet/>
22. Rognstad, O.; Løvberget, A. I.; Steinset, T. A. *Landbruket i Norge 2015*; SSB: 2016.
23. Rebnes, G.; Angelsen, T. *Totaloversikten. Frisk frukt, bær, grønnsaker og poteter 2010-2015*; Opplysningskontoret for frukt og grønt: 2016.

24. Franke, U.; Hartikainen, H.; Mogensen, L.; Svanes, E. *Food losses and waste in primary production. Data collection in the Nordic countries*; Nordic Council of Ministers: Denmark, 2016; pp 1-93.
25. Bardalen, A. *Jordbrukets bidrag til bioøkonomien. En vurdering av jordbruks- og matsektorens bidrag til vekst i norsk bioøkonomi*; NIBIO: 27.05.2016, 2016.
26. Aaby, K.; Grimmer, S.; Holtung, L., Extraction of phenolic compounds from bilberry (*Vaccinium myrtillus* L) press residue: Effects on phenolic composition and cell proliferation. *Lwt-Food Science and Technology* **2013**, *54*, 257-264.
27. Çam, M.; Aaby, K., Optimization of Extraction of Apple Pomace Phenolics with Water by Response Surface Methodology. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **2010**, *58*, 9103-9111.
28. Holtung, L.; Grimmer, S.; Aaby, K., Effect of Processing of Black Currant Press-Residue on Polyphenol Composition and Cell Proliferation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **2011**, *59*, 3632-3640.
29. Tjelle, T. E.; Holtung, L.; Bohn, S. K.; Aaby, K.; Thoresen, M.; Wiik, S. A.; Paur, I.; Karlsen, A. S.; Retterstol, K.; Iversen, P. O.; Blomhoff, R., Polyphenol-rich juices reduce blood pressure measures in a randomised controlled trial in high normal and hypertensive volunteers. *British Journal of Nutrition* **2015**, *114*, 1054-1063.
30. Akyol, H.; Riciputi, Y.; Capanoglu, E.; Caboni, M. F.; Verardo, V., Phenolic Compounds in the Potato and Its Byproducts: An Overview. *International Journal of Molecular Sciences* **2016**, *17*.
31. Gowe, C., Review on potential use of fruit and vegetables by-products as a valuable source of natural food additives. *Food Science and Quality Management* **2015**, *45*.

## 15 Vedlegg 1. Skjema for definering av restprodukt som enten avfall eller biprodukt



[http://ec.europa.eu/environment/waste/framework/pdf/guidance\\_doc.pdf](http://ec.europa.eu/environment/waste/framework/pdf/guidance_doc.pdf)

## 16 Vedlegg 2. Spørsmål sendt til frukt og grønt, samt grønnsak og potet industrien

### Kartlegging av restråstoff av frukt, bær og grønnsaker hos Næringsmiddelindustrien

#### Hensikt:

Få oversikt over restråstoff som oppstår under industriell bearbeiding av frukt, bær og grønnsaker inkl potet hos de største næringsmiddelbedriftene i Norge.

#### 1. Type og mengde restråstoff og evt. sesongvariasjoner

Art (f.eks. salat, gulrot, etc)	Hvor er råvarene fra (f.eks. norsk, importert)	Type restråstoff (f.eks. avskjær, skall, etc.	Når (år/måned)	Volum råvare inn (tonn)	Prosent restråstoff (i prosess)	Mengde restråstoff av ulike typer per år (tonn)	Kommentarer, for eksempel årsvariasjoner

#### 2. Hva gjøres med restråstoffet i dag

- Hvordan håndteres restråstoff i dag?
- Er det kostnader ved å bli kvitt restråstoffet? I tilfelle, hvor mye?

#### 3. Har dere ønsker eller planer for bruk av restråstoff i framtida?

