



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Norskprodusert fôrprotein i økologisk landbruk

Høstraps og kløvergras som proteinkilde til svin

NIBIO RAPPORT | VOL. 10 | NR. 118 | 2024



Steffen Adler, Martha Ebbesvik, Ingvild Evju, Randi Berland Frøseth, Kari Ljøkjel,
Anders Mahlum Melås, Bjørn Inge Rostad, Tommy Ruud, Silja Valand
Divisjon for matproduksjon og samfunn

TITTEL/TITLE

Norskprodusert økologisk fôrprotein – Høstraps og kløvergras som proteinkilde til svin

FORFATTER(E)/AUTHOR(S)

Steffen Adler, Martha Ebbesvik, Ingvild Evju, Randi Berland Frøseth, Kari Ljøkjel, Anders Mahlum Melås, Bjørn Inge Rostad, Tommy Ruud, Silja Valand

DATO/DATE:	RAPPORT NR./ REPORT NO.:	TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY:	PROSJEKT NR./PROJECT NO.:	SAKSNR./ARCHIVE NO.:
25.10.2024	10(118) 2024	Åpen	52342	20/01135
ISBN:		ISSN:	ANTALL SIDER/ NO. OF PAGES:	ANTALL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES:
978-82-17-03588-6		2464-1162	38	0

OPPDRAKSGIVER/EMPLOYER:

Landbruksdirektoratet

KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:

Helge Vittersø

STIKKORD/KEYWORDS:

Økologisk landbruk, fôr, svin, grønn bioraffinering, oljevekster, protein, økonomi

Organic farming, feed, green biorefinery, oilseeds, protein, economy

FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK:

Bærekraftig jordbruk, planteproduksjon, husdyrernæring

Sustainable agriculture, crop production, animal nutrition

SAMMENDRAG/SUMMARY:

Det er mangel på norskproduserte proteinråvarer med aminosyresammensetning som dekker behovet til enmaga dyr i økologisk husdyrhold. Kravet til minimum andel egenprodusert fôr økte fra 20 % til 30 % for svin og fjørfe med virkning fra 1.1.2023. Regelverket for økologisk landbruk definerer «egenprodusert fôr» som fôr dyrket i Norge eller nærliggende regioner i naboland, men det siste er ikke tema i denne rapporten. Målet med prosjektet Norskprodusert økologisk fôrprotein til svin (NØFF) var å fremskaffe og formidle kunnskap om norsk produksjon av økologisk fôr som vil bidra til å sikre proteinforsyningen i økologisk svinehold i henhold til nytt økologiregelverk. Tiltakene i prosjektet var å fremskaffe og formidle kunnskap om 1) dyrkningsteknikk på høstoljevekster, 2) protein fra kløvergraseng, 3) beregning av fôrrasjoner med høy andel norskproduserte råvarer, 4) lønnsomhet ved produksjon av økologisk proteinfôr til slaktesvin, og 5) utfordringer og mulighetsrom i verdikjeden ved tilpasning til nytt regelverk. [Se side 4 for detaljert sammendrag.]

LAND/COUNTRY:

Norge

FYLKE/COUNTY:

Møre og Romsdal

KOMMUNE/MUNICIPALITY:

Tingvoll

STED/LOKALITET:

NIBIO Tingvoll

**NIBIO**

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

GODKJENT /APPROVED

Mats Höglind

NAVN /NAME

PROSJEKTLEDER /PROJECT LEADER

Steffen Adler

NAVN /NAME



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Sammendrag

Det er mangel på norskproduserte proteinråvarer med aminosyresammensetning som dekker behovet til enmaga dyr i økologisk husdyrhold. Kravet til minimum andel egenprodusert fôr økte fra 20 % til 30 % for svin og fjørfe med virkning fra 1.1.2023. Regelverket for økologisk landbruk definerer «egenprodusert fôr» som fôr dyrket i Norge eller nærliggende regioner i naboland, men det siste er ikke tema i denne rapporten. Målet med prosjektet Norskprodusert økologisk fôrprotein til svin (NØFF) var å fremskaffe og formidle kunnskap om norsk produksjon av økologisk fôr som vil bidra til å sikre proteinforsyningen i økologisk svinehold i henhold til nytt økologiregelverk. Tiltakene i prosjektet var å fremskaffe og formidle kunnskap om 1) dyrkningsteknikk på høstoljevekster, 2) protein fra kløvergraseng, 3) beregning av fôrrasjoner med høy andel norskproduserte råvarer, 4) lønnsomhet ved produksjon av økologisk proteinfôr til slaktesvin, og 5) utfordringer og mulighetsrom i verdikjeden ved tilpasning til nytt regelverk.

Vi anla feltforsøk for å få mer kunnskap om gjødslingsstrategier og bruk av samvekster til høstraps, men alle feltene utgikk pga. insektangrep av nepebladveps eller dårlig overvintring. Arbeidet med dette delmålet har vist at det er generelt stor risiko ved økologisk dyrking av høstraps. En intervjurunde med produsenter beskriver variasjonen ved dyrking av høstraps. Pressing av rapsprøver dokumenterer kjemisk innhold i olje og presskake.

Et forsøksfelt ble etablert for å undersøke om biomassen høstet fra kløvereng kan bli et proteinrikt fôr til svin. Vi hadde to frøblandinger, to høstemetoder og to prosesseringsmetoder (ribbehøsting og grønn bioraffinering). Den bladrike fraksjonen høstet med ribbehøster ble ensilert. Ved grønn bioraffinering ekstraherte vi protein som grasproteinkonsentrat. Grasproteinkonsentrat (GPK) kan erstatte importert protein i fôrblandinger, mens ensilerte blader vil antagelig bare egne seg som proteinrikt grovfôr til gris.

Det ble beregnet fôrresepter til slaktesvin med høy andel norskproduserte råvarer. Resepten inneholdt 18,2 % rapskake og 20 % GPK. Dette ville gitt en norskandel i slaktegrislefôr på 70 % sammenlignet med dagens resept som er basert på økologisk soyamjøl, og hvor norskandelen er på 32,7 %.

Dekningsbidragskalkyler viser at det er dårlig lønnsomhet for økologisk slaktegris. For å unngå det må økologiske slaktesvinprodusenter få kompensert for merkostnad til økologisk kraftfôr og lengre dietid som kreves ifølge økologiregelverket. I dag er det få produsenter og flere oppnår bedre lønnsomhet ved å selge slaktene privat.

Intervju med aktører i verdikjeden for økologisk slaktesvin viste at det er praktiske, økonomiske og politiske barrierer som gjør det mindre aktuelt for bønder å bruke egenproduserte åkervekster til å føre egne husdyr. Bøndene forventer at fôrprodusentene sørger for at kraftfôret de kjøper er i tråd med gjeldende regelverk. Flere av informantene pekte på at importen av innsatsfaktorer i kraftfôret var problematiske med tanke på økologiske prinsipper.

Prosjektgruppen konkluderer at økologisk norskprodusert presskake av høstraps og GPK er verdifulle proteinråvarer egnet til økologisk svinehold i Norge. Når fôrprodusentene har tilgang på norskprodusert raps og GPK, er det mulig å øke selvforsyningsgraden utover 30 % som er dagens krav i økologisk svinehold.

Forord

Norske økologiske proteinråvarer med aminosyresammensetning som dekker behovet til enmaga dyr er mangelvare. I 2020 var det forventet et nytt økologiregelverk med innskjerpet krav til egenprodusert fôr. Problemstillinger knyttet til de kommende regelverksendringene og proteinforsyning innen økologisk husdyrhold hadde prioritet da Landbruksdirektoratet i 2020 utlyste tilskudd til nasjonale prosjekter innen økologisk landbruk.

Utviklingsprosjektet Norskprodusert økologisk fôrprotein til svin (lenke: [NØFF](#)) gjennomført i 2021–2023, finansiert gjennom nevnte utlysning, har hatt som mål å fremskaffe og formidle kunnskap om norsk produksjon av økologisk fôr som skal bidra til å sikre proteinforsyningen i økologisk svinehold i henhold til nytt økologiregelverk. Målgruppa for prosjektet var økologiske svinekjøttprodusenter, produsenter av økologiske fôrvekster, fôrindustrien, rådgivningen samt andre aktører i verdikjeden.

Rapporten presenterer resultater fra hver av tiltakene i prosjektet, som var å fremskaffe og formidle kunnskap om 1) dyrkningsteknikk på høstoljevekster, 2) prosessering av bladprotein fra kløvergrasblandinger, 3) beregning av fôrrasjoner med 30 % eller 100 % norskproduserte råvarer, 4) lønnsomhet ved produksjon av proteinfôr og slaktesvin, og 5) utfordringer og mulighetsrom i verdikjeden ved tilpasning til nytt regelverk.

Rapporten er supplert med en undersøkelse av kjemisk innhold i rapsolje og rapskake av frøprøver fra økologiske rapsprodusenter. I tilknytning til dette ble det gjennomført en survey for å få mer informasjon om dyrkingsforholdene hos disse produsentene. Dette arbeidet var finansiert gjennom NIBIOs kunnskapsutviklingsmidler fra Landbruks- og matdepartementet øremerket å videreutvikle forskningsbasert kunnskap om økologisk landbruk.

Prosjektet NØFF var et samarbeid mellom NIBIO, Norsk senter for økologisk landbruk (NORSØK), Ruralis - Institutt for rural- og regionalforskning, Norsk Landbruksrådgiving (NLR) og Felleskjøpet Fôrutvikling. Forfatterne av rapporten, i alfabetisk rekkefølge, med deres bidrag til kapitler i parentes er følgende: Steffen A. Adler, NIBIO (1, 2.1, 2.2, 3, 4), Martha Ebbesvik, NORSØK (1.1, 2.1, 2.4, 3), Ingvald Evju, NLR (2.1, 3), Randi B. Frøseth, NIBIO (1, 2.1, 3, 4), Kari Ljøkjel, Felleskjøpet Fôrutvikling AS (1.2, 2.3, 3), Anders M. Melås, Ruralis (2.5), Bjørn Inge Rostad, NLR (2.1), Tommy Ruud, Ruralis (2.5), Silja Valand, NLR (2.1, 3). Takk til Hanne Mæhre og Anette Monica Heggem som utførte kjemiske analyser ved NIBIO i Bodø. Takk til Nils Ragnar Skjørholm, NIBIO, som gjennomførte survey av rapsprodusenter, samt ansatte ved NIBIOs stasjoner på Apelsvoll, Tingvoll og Steinkjer for hjelp med forsøksarbeid.

Vi retter en stor takk til økologiske rapsprodusenter og svineprodusenter for deres bidrag gjennom å være feltverter, bidrag til intervju og rapsprøver, deltakelse på fagdager.

Tingvoll, 24.10.24

Steffen Adler

Prosjektleder

Innhold

1	Innledning	7
1.1	Økologisk slaktegrisproduksjon	8
1.2	Råvarer til fôrprotein	8
2	Undersøkelser og resultater	9
2.1	Dyrking av høstraps	9
	Feltforsøk.....	9
	Survey av produsenter	13
	Kjemisk innhold i presskake og olje av økologisk rapsfrø	14
	Dekningsbidrag rapsdyrking.....	17
2.2	Protein fra engvekster til gris	18
	Ribbehøsting av kløvergras	18
	Ensileringsforsøk	21
	Grønn bioraffinering	22
2.3	Fôrrasjoner til svin med høy andel norskproduserte råvarer	26
2.4	Økonomien i slaktesvinproduksjon	26
	Dekningsbidrag slaktegris	28
2.5	Verdikjeden for økologisk slaktesvin	31
3	Diskusjon.....	32
3.1	Protein fra åkervekster eller engvekster?	32
3.2	Hvordan gjøre økologisk svinehold til en lønnsom produksjon?.....	33
4	Konklusjoner	34
	Litteraturreferanse	35

1 Innledning

Det er et mål at alt fôret til økologiske husdyr skal være økologisk og fra egen virksomhet eller regionen, som i praksis betyr norsk eller fra nærliggende områder i Norges naboland (Mattilsynet 2023). For norsk svinehold skal minst 30 % av fôret være produsert i Norge eller naboland. I utgangspunktet skal alt fôr være økologisk, men frem til 2026 gjelder et unntak for unge svin, definert som svin under 35 kg, som kan få inntil 5 % konvensjonelle proteinfôrmidler for å sikre et balansert innhold av aminosyrer i fôret. Det er ikke tillatt å tilsette syntetiske aminosyrer i økologisk fôr.

Økologisk slaktesvin er en produksjon som har hatt svak utvikling i landbruket i Norge. Det er registrert vel 2580 økologiske slaktesvin som tilsvarer 0,1 % av det totale antallet slaktesvin i landet (SSB 2023). Det er utfordringer knyttet til å dekke grisenes proteinbehov, lav pris for produktene og lav lønnsomhet (Knutsen mfl. 2016). Dette til tross for satsninger som for eksempel i Nortura i perioden 2009–2014. Samtidig viser produsenter bak Norsk Økoraps AS (etablert i 2017) at det er mulig å dyrke oljevekster økologisk i Norge, og det pågår forskning for å kunne ta i bruk nye proteinkilder (Adler mfl. 2018). Oljevekster og nye proteinkilder er ettertraktet for å kunne sikre proteinforsyning i økologisk husdyrhold generelt.

Unge griser har behov for høyt proteininnhold i fôret (ca. 25 % råprotein), men behovet minker gradvis til grisen blir slaktemoden (ca. 13 % råprotein) (NRC 2012). I tillegg er det viktig at aminosyresammensetningen er tilpasset dyrets behov. I fôrråvarer til slaktegris er det ofte lysin og metionin som er de første begrensende aminosyrene (Boisen mfl. 2000).

Proteinvekster som åkerbønner og oljevekster kan dyrkes i de klimatiske beste områdene for kornproduksjon på Østlandet og i Trøndelag. Areal kan derfor bli en begrensning for økologisk husdyrhold (Ebbesvik mfl. 2017). Kløver og gras kan dyrkes i hele landet og har derfor potensiale å øke den totale mengden fôrprotein for enmaga dyr. Både kjernebelgvekster, rapskake og rødkløver har høy andel lysin per totalt innhold av aminosyrer (Feedipedia 2020). Rapskake, rest etter at oljen er presset ut av rapsfrøene, er en god proteinkilde til husdyr. Det kan brukes inntil 10 % rapskake i rasjonen til slaktesvin (Edwards 2002). Høyere innhold kan gå ut over fôropptak og fordøyelighet.

Det økologiske arealet av oljevekster er i underkant av 2000 daa (Debio 2023). Det aller meste av dyrkingen foregår i fylkene rundt Oslofjorden, men det er også noen produsenter i Trøndelag og Innlandet.

Oljevekster er gunstig i vekstskifte med korn og andre åkervekster. De bidrar til sanering av vekstfølgesjukdommer og har positiv effekt på jordstrukturen, men oljevekstene er utsatt for insektangrep og spillfrø kan bli ugrasproblem (Olberg mfl. 2005). Til økologisk dyrking anbefales høstoljevekster framfor våroljevekster fordi det gir mindre problemer med skadedyr som rapsglansbille og jordloppe, og fordi det er mulig å gjøre tiltak for å hindre at spillfrø blir ugrasproblem. Det er imidlertid lite kunnskap om dyrkingsstrategier for økologisk produksjon av høstoljevekster, og spesielt for høstraps som har høyere avlingspotensial enn høstrybs (Lundon mfl. 2009).

Kløvergrasblanding kan gi større proteinavlinger enn frø av kjernebelgvekster og oljevekster, men det er nødvendig å prosessere avlingen om målet er å gjøre proteinet tilgjengelig for enmaga dyr. Rødkløver har en aminosyresammensetning som ligner på soyamel som importeres til norske kraftfôrblandinger (Stødkilde mfl. 2019; Adler og Løes 2014). Kløverblader har høyere proteininnhold og fordøyelighet i enmaga dyr enn hele planten (Stødkilde mfl. 2018). I prosjektet ProRefine ble det gjennomført forsøk med proteinkonsentrat fra rødkløver og luserne og ensilerte blader fra de samme vekstene i fôrrasjonen til slaktegris (CORE Organic Cofund 2020). Forsøk viste at proteinkonsentrat fra belgvekster er en egnet proteinkilde for svin (Renaudeau mfl. 2022). Høyt fiberinnhold i ensilasje og nedbryting av proteiner ved ensilering er årsaken. Denne konklusjonen var imidlertid ikke på plass da ideen til prosjektet NØFF ble utviklet. Ideen var å utvikle fôrrasjoner til økologisk slaktesvin basert

på norske råvarer og bruke dette i kunnskapsformidling. Intensjonen med å produsere både rapskake og kløverblader er å øke volumet av norsk fôrprotein og mangfoldet av råvarer, med ulike produktegenskaper som ikke konkurrerer om de samme arealressursene. Å fremskaffe og formidle ny kunnskap om dyrking av proteinvekster kan bidra til sikrere produksjon, høyere avlinger og flere produsenter, og vil ha overføringsverdi til andre husdyrproduksjoner. Målet med prosjektet NØFF var å utvikle, forbedre og formidle teknikker som bidrar til økt norsk proteinproduksjon slik at produsentene kan oppfylle fremtidige krav om økt andel norskprodusert fôr i rasjonen til økologisk svin.

1.1 Økologisk slaktegrisproduksjon

I svinehold er det vanlig å skille mellom smågrisproduksjon, slaktegrisproduksjon og kombinert produksjon. Smågrisproduksjon er å ale opp grisunger til ca. 30 kg. Slaktegrisproduksjon dekker perioden fra grisene er ca. 30 kg til slaktning. Kombinert produksjon vil si at en og samme produsent har både smågris- og slaktegrisproduksjon.

Debio sine statistikker over økologiske produsenter viser at det er få som driver med økologisk svinehold. I 2023 var det 20 produsenter som hadde godkjent økologisk slaktegrisproduksjon (Debio 2023). Av disse var det fire produsenter som hadde flere enn 200 slaktegriser årlig, to produsenter hadde 130–150, fire 40–100, fem hadde 15–30 slaktegriser og resten hadde færre enn 15 slaktegriser årlig.

Regelverket for økologisk drift stiller krav til at karenstiden for svin er 6 måneder. Karenstiden er den tiden grisene må stelles og føres etter reglene for økologisk produksjon før de kan selges som økologiske slaktegriser. Det er vanskelig, om ikke umulig, å få kjøpt økologiske smågriser for oppføring. Kjøper man inn konvensjonell smågris, blir oppføringstiden etter smågrisperioden 6 måneder. Det er uaktuelt med så lang fremføringstid i slaktegrisproduksjonen. I konvensjonell drift er slaktegrisene ferdig til levering når de er 4–4,5 måneder gamle. Regelen om karenstid gjør også at det er ingen som baserer økologisk slaktegrisproduksjon på innkjøpt smågris hvis de ikke kan kjøpe økologisk smågris. De fleste har derfor egne avlspurker og kombinert produksjon.

Regelverket for økologisk produksjon krever at pattedyr fra fødselen skal føres med naturlig melk, helst morsmelk, og for svin gjelder dette i minimum 40 dager (Mattilsynet 2023). På grunn av denne regelen blir avvenningstiden for økologiske smågriser nærmere 6 uker i kombinert produksjon.

Regelverket for økologisk produksjon setter krav til minsteareal både inne og ute for økologiske griser. Arealkravene er høyere enn for konvensjonelle griser. Som eksempel er det i konvensjonelt grisehold krav til at slaktegriser med levendevækt inntil 50 kg skal ha innendørsareal på minst 0,5 m² per dyr økende opp til 1,0 m² når levendevekten er over 110 kg (Landbruks og matdepartementet 2020). Plasskravene innendørs for økologiske slaktegriser er minimum 0,8 m² når grisene veier 50 kg og øker opp til 1,5 m² når levendevekten er over 110 kg. Dermed blir kravet til plass innendørs for økologiske slaktegriser er 50–70 % høyere enn for konvensjonelle slaktegriser.

1.2 Råvarer til fôrprotein

Det er kun Felleskjøpet Agri som produserer økologisk fôr til svin i Norge. I tabell 1 vises resepter til svin, og alle råvarer som er i bruk i dag. Norskandelen i reseptene ligger mellom 33 og 54 %. Resepten til slaktegris inneholder kun 32,7 % norske råvarer. Den viktigste proteinkilden er økologisk soyamjøl. Det brukes i tillegg økologiske erter samt litt rapskakemel som økologiske proteinkilder. Konvensjonelt fiskemel og potetprotein inngår i tillegg, spesielt i proteinkrevende blandinger til smågris. Den soyafrie varianten av slaktegrisefôr inneholder økologiske åkerbønner, men dette finnes det lite av. Omtrent halvparten av kornråvarene til økologisk svinefôr er importert.

Generelt så har de økologiske råvarene som er i bruk til gris opprinnelse som følger: rapskakemel kan være både norsk og importert, oftest svensk, erter og åkerbønner er norske, mens bygg er mest norsk, men noen ganger importert fra Sverige. Kornråvarer som økologisk hvete og havre er importert.

2 Undersøkelser og resultater

2.1 Dyrking av høstraps

For å fremskaffe mer kunnskap om økologisk dyrking av høstoljevekster, ble det anlagt dyrkingsforsøk med økologisk høstraps, samlet inn informasjon om praktisk drift gjennom intervjuer og en survey, samt målt oljeutbytte og kjemisk innhold av rapsprøver fra produsenter.

Feltforsøk

Det ble anlagt feltforsøk for å undersøke gjødslingsstrategier og samvekster (høstes ikke) til økologisk høstraps. I planen inngikk totalt 15 ledd med ulike kombinasjoner av husdyrgjødsel, svovelholdig gjødsel (Patentkali, 25 % kalium, 6 % magnesium, 17 % svovel, K+S Group, Tyskland), organisk handelsgjødsel (Grønn 8K, NPK 8-3-5, Grønn Gjødsel AS, Rakkestad) og samvekstene honningurt og blodkløver sådd samtidig som høstrapsen. Gjødslingsstrategiene var utvalgte kombinasjoner av 3 eller 6 tonn per daa av feltvertens type husdyrgjødsel, med og uten 50 kg per daa av Grønn 8K og med og uten 15 kg per daa av Patentkali. Honningurt (400 gram per daa) eller 50:50 blanding av honningurt og blodkløver (totalt 800 gram såfrø per daa) ble testet for noen utvalgte gjødsel-kombinasjoner. Høstrapssorten Mercedes ble brukt i forsøket. Feltene bestod av ruter på 1,5 m × 8 m med tre gjentak av leddene per felt. Jordarbeiding før anlegg ble gjort av feltvertene på samme måte som åkeren rundt. Overvintringsevne, konkurranse mot ugras, avling og frøkvalitet skulle måles.

Det var planlagt anlagt to felt i 2021 og tre felt i 2022. Fire felt ble anlagt, men alle felt utgikk av enten angrep av larver av nepebladveps (*Athalia rosae*) eller utvintring (tabell 2). Det femte feltet som skulle være i Østfold ble ikke anlagt fordi feltverten ikke rakk å så høstraps selv på arealet. Feltene ble etablert i åker med høstraps, på økologiske gårder i 2021 og konvensjonelt areal i 2022.

Tabell 1. Økologiske resepter til svin, med råvarer og opprinnelse per februar 2024.

	Opprinnelse	Natura Smågris	Natura Slaktegris	Natura Svin Die	Natura Svin Drektig	Natura Svin Soyafri
Råvarer, %						
Fiskemel LT ¹	Norsk	7,2				
Potetprotein	Norsk/dansk	4,3				
Soya ²	Import	6,0	22,8	14,6	3,1	
Rapskakemel ²	Norsk/svensk	2,0				5,0
Erter ²	Norsk		8,0	15,0	12,0	11,0
Åkerbønner ²	Norsk	5,0				12,0
Bygg ²	Norsk	21,3	24,0	23,0	34,1	30,0
Havre ²	Import	15,0	20,0	12,0	15,0	22,0
Hvete ²	Import	33,5	20,5	28,2	12,0	14,8
Melasse bete ²	Import	1,0	2,0	2,5	2,5	2,0
Lusernepellets ²	Import				19,0	
Rapsolje ²	Norsk/svensk	1,0		0,3	0,2	
Vitaminer & mineraler	Norsk/import	3,7	2,7	4,4	3,1	3,2
Kjemisk innhold og energikonsentrasjon, %						
Protein		21,5	19,1	17,3	13,7	14,3
Fett ³		4,6	4,1	3,6	2,9	3,2
Trevler		4,4	5,5	4,7	9,4	6,2
Aske		6,0	5,5	7,0	6,6	5,6
Stivelse		38,2	36,2	39,4	36,4	42,3
Fôrenheter, FEn/kg ⁴		1,09	1,05	1,05	0,94	1,04
Lysin		1,2	1,0	0,9	0,6	0,7
Metionin		0,4	0,3	0,2	0,2	0,2
Norsk korn, %						
		21,3	24,0	23,0	34,1	30,0
Norsk andel, %						
		34,0	32,7	39,2	46,1	53,7
Økologisk, % ⁵						
		77,8	83,7	85,1	82,9	84,5

¹ LT står for prosessering ved lav temperatur (ca. 70°C) for å bevare temperatursensitive aminosyrer.

² Økologisk.

³ Ekstraksjon etter syrehydrolyse.

⁴ Fôrenhet netto (FEn) tilsvarer 1 kg standardisert bygg = 8,8 MJ NE (nettoenergi).

⁵ På tørrstoffbasis.

Tabell 2. Oversikt over forsøksfeltene som ble anlagt med økologisk høstraps.

Felt	Etableringsår	Sådato	Sted	Årsak til utgang
1	2021	9. august	NLR Viken	Nepebladveps
2	2021	4. august	NLR Øst	Nepebladveps
3	2022	9. august	NLR Viken	Utvintring
4	2022	4. august	NIBIO Apelsvoll, Kapp	Nepebladveps



Figur 1. Feltet i Vestfold den 10. september 2021. Rapsplantene var spist av nepebladvepslarver. Det grønne var hovedsakelig ugras, men også samvekstene honningurt og blodkløver som slapp unna angrepet. Foto: Silja Valand, NLR

Felt 1 ble anlagt etter planen og hadde god oppspiring av både raps og samvekst, men var i starten av september fullstendig oppspist av larver av nepebladveps (figur 1).

Felt 2 ble anlagt etter planen og hadde god oppspiring. Her ble det også angrep av nepebladvepslarver. Selv om det ikke virket å være så omfattende angrep i starten, ble det utpå høsten klart at også dette feltet måtte kasseres (figur 2). Rapsåkeren rundt som var sådd 16. juli, 19 dager tidligere, tålte angrepet bedre, overvintret og ga god avling.



Figur 2. Rapsplantene på feltet i Østfold i november 2021 var ødelagt av larver av nepebladveps. Honningurt sådd som samvekst dominerte. Foto: Bjørn Inge Rostad, NLR

Enkelte år kan larver av nepebladveps gi sterke angrep i korsblomstra vekster. Årene forut hadde larver av nepebladveps gjort minimal skade i områdene rundt Oslofjorden, men med de varme og tørre forholdene i 2021 ble oppformeringa stor i august. Det satte et punktum for flere økologiske høstrapsåkre denne høsten siden det ikke finnes noen direkte tiltak mot skadegjøreren. NLR gjorde en enkel test med rapsolje blandet med fløte som emulgator. Effekten var god når larvene ble dyppet i løsningen, men ved sprøyting var alle larvene like friske. Det finnes imidlertid plantevernmidler godkjent i økologisk drift med effekt mot nepebladveps, men de mangler godkjenning for bruk i raps.

Felt 3 ble anlagt etter planen og åkeren stod fint ved innvintring i 2022 (figur 3). Dette feltet ble anlagt i en konvensjonell åker, for å sikre muligheten til å bekjempe nepebladvepslarvene og dermed kunne sikre resultater av forsøket. Vinteren 2022/2023 ble krevende for de høstsådde vekstene i Vestfold.



Figur 3. Rådgiver Ingvild Evju registrerer rapsplanter i høstrapsfeltet i Vestfold den 10. november 2022 (t.v.). Honningurt som samvekst med rapsplantene (t.h.). Foto: Silja Valand, NLR

Forsøket og åkeren rundt ble dekket av et tjukt islag gjennom vinteren, og våren kom seint. Dette førte til at majoriteten av de høstsådde vekstene i området, inklusiv forsøket og åkeren rundt utvintret.

Felt 4 på Kapp i Innlandet ble anlagt 4. august på et konvensjonelt areal med andre raps- og rybsfelt. Feltet etablerte seg bra, men ble angrepet av nepebladvepslarver uten at det ble gjort konvensjonelle tiltak (figur 4). Ved innvintring 15. november utgjorde plantebestanden på de enkelte rutene mellom 2 og 40 %. Ugras eller samvekst, spesielt honningurt tok overhånd. Selv om det var vekstkraftige planter om våren, var bestanden for ujevn innad og mellom ruter til at feltet kunne brukes.



Figur 4. Feltet hos NIBIO Apelsvoll 21. oktober, etter angrep av nepebladveps. Enkelte ruter ble hardere rammet enn andre, men det var også store forskjeller innen rutene. Frøugraset tok overhånd.
Foto: Annbjørg Øverli Kristoffersen, NIBIO

Nepebladveps er en skadegjører som framover må anses som en stor utfordring med tanke på etablering av økologisk høstraps. Tidlig såing kan være en strategi for at plantene skal være mer robuste mot angrep av larver av nepebladveps, men det kan også gjøre kulturen mer sårbar for frostskaider. Anbefalt plantestørrelse ved innvintring er 8 blad, 8 cm rot og 8 mm rothals, tilsvarende ca. 450–500 døgngader før vinteren. Ved tidlig såing må det sikres at potensielt store kraftige planter får plass nok, så det ikke blir for stor intern konkurranse mellom rapsplantene. En for tett bestand kan

føre til at plantene strekker seg og at vekstpunktet blir mer utsatt for frost og dør. Dette kan påvirkes med radavstand, såmengde og sort. Videre kan jordarbeiding, som harving eller pløying, etter tresking av oljevekster kan være gunstig, da det forstyrrer/dreper larver som har søkt ned i jorda.

Produsenten som var vert for felt 2 hadde selv en fin åker med høstraps. Med sin kunnskap og erfaring om dyrking av høstraps bidro han til veiledningsvideoer (Botterli mfl. 2023), en reportasje (Serikstad & Adler 2022) og var vert for en markdag i august 2022. NIBIO og NLR har også utarbeidet en dyrkingsveiledning om økologisk høstraps (Frøseth mfl. 2024), samt at NLR publiserte en artikkel om skadeinsektet nepebladveps der tiltak etterspørres (Evju & Valand 2022).

Survey av produsenter

I 2023 gjennomførte vi telefonintervju med produsenter av økologisk raps og samlet inn avlingsprøver til kjemisk analyse. Vi valgte ut 6 produsenter som leverer til Norsk Økoraps AS, fire i Viken (Østfold) og to i Trøndelag. Intervjuet omhandlet dyrkingspraksis og erfaringer med høstraps. En av produsentene hadde mange års erfaring med dyrking av økologisk raps, mens resten hadde 1 til 3 års erfaring.

Nepebladveps

Larver av nepebladveps (*Athalia rosae*) kan gjøre skade i korsblomstrede kulturvekster. Larvene klekker fra egg som nepebladvepsen legger i lommer nederst på bladet nært bladfestet. Normalt har nepebladvepsen to generasjoner i året. Første generasjon svermer i slutten av mai. Temperaturen er styrende for utviklinga, 18–20 °C er optimalt. Egga vil ofte utvikle seg i løpet av 6–8 dager. Larvene skal så gjennom 5 stadier med nærings-opptak, og et sjettede stadie uten næringsopptak. Et stadie tar om lag 10 dager ved 20 °C, og larvene er ofte utvikla ferdig i løpet av 3–5 uker. Når larvene avslutter næringsopptaket og går inn i sjettede fase, søker de ned i jorda og danner kokong. Kokongstadiet tar om lag 3 uker, og andre generasjon nepebladveps klekker i slutten av juli. Disse er da klare for egglegging når høstrapsen spirer, og larvene vil være synlige på plantene utover i august-september. Denne andre generasjonen gjør større skade enn første. Larvene er glupske og spiser alle mjuke deler på plantene som blir stående igjen som skjelett, bare bladnervene er igjen.

Når næringsopptaket avsluttes om høsten, søker andre generasjonens larver ned i jorda og overvintrer ved 2–5 cm. Om våren danner larvene en kokong, og samme syklus kommer igjen. I noen få tilfeller kan det også forekomme en tredje generasjon om høsten. Det er ikke kjent at den kan utgjøre noen skade. Kilde:

Plantevernleksikonet, NIBIO



Larver av nepebladveps kan ta fullstendig knekken på små rapsplanter. Larver av plantevepser kan ligne på larver av sommerfugler, men plantveps har minst seks par vorteføtter, mens sommerfugl har maksimalt fem par. Insekter og deres larver har tre par vanlig bein. I første stadiet er larvene små og gråhvite. Etter hvert blir larvene større og mørkere. De fullvokste larvene er fløyelsaktig svarte og 15–18 mm lange. På hver side av kroppen har de en lys linje
Foto: Silja Valand, NLR (t.v.) og Erling Fløistad, NIBIO (t.h.)

Gårdene hadde et totalareal på 305 til 1690 daa. I 2022 ble det sådd høstraps på i gjennomsnitt 11 % av gårdenes totalareal (25 til 200 daa per gård). Til sammen hadde disse et areal med høstraps på over 600 daa. Det utgjorde om lag en tredjedel av det totale arealet med økologisk raps i Norge (Debio 2023).

Tre av produsentene hadde melkeproduksjon på gården, en hadde eggproduksjon og de to andre hadde ikke husdyr. Alle gårdene hadde eng i vekstskiftet og de som ikke hadde husdyr, solgte engavlingen. Høstraps ble dyrket etter eng eller bygg (høstbygg eller tidlig vårbygg). Vekstskifte med eng og tilgang på husdyrgjødsel er vanlig blant økologiske oljevekstprodusenter (Debio 2023). Gjødsel fra fjørfe og storfe ble brukt. Alle gjødslet før etablering og to overgjødslet i tillegg på våren, storfegjødsel eller Patentkali. Hybridsortene som ble sådd var Mercedes, Expat og Explicit. Sådato varierte mellom 28. juli og 17. august. Det ble sådd 280 til 450 g per daa.

Ingen rapporterte om plantesykdommer, men tre av produsentene i Viken hadde angrep av nepebladveps. Elg og rådyr var et problem på to av gårdene. Flere mente at eng som forgrøde var en god strategi mot ugras. To produsenter hadde god erfaring med radrensing.

I 2023 ble rapsen tresket midt i august på Østlandet og i første halvdel av september i Trøndelag. Avlingene lå mellom 220 og 360 kg per daa, men på en av gårdene var avlingen bare 87 kg per daa. Produsentene i Viken leverte direkte til Norsk Økoraps som har egen tørke. Produsentene i Trøndelag ettertørket avlingen på gården til 6,5–8,5 % vanninnhold.

Produsentene opplevde at det å få til et godt såbed med tilstrekkelig spirefuktighet, håndtering av angrep av nepebladveps og det å plassere raps i vekstskiftet som de største utfordringene. Fordeler med dyrking av raps var forgrødeverdien på jordstruktur og god økonomi når en lykkes. Produsentenes samlede erfaring var at 50–100 % av det sådde arealet ble høstet. Muligheten for å kunne så noe annet om våren dersom overvintringen var dårlig ble ansett til å redusere risikoen for økonomisk tap. Fire av produsentene hadde planer om å fortsette med økologisk høstraps mens to måtte evaluere flaskehalser før de eventuelt ville fortsette.

Kjemisk innhold i presskake og olje av økologisk rapsfrø

Vi samlet inn avlingsprøver av høstraps fra gårdene som deltok i surveyen og i tillegg en samleprøve fra Norsk Økoraps. Fem av prøvene var fra 2023, en fra 2022 og samleprøven var fra 2022. Hensikten var å dokumentere utbytte av olje og fettsyreprofil i olje og aminosyreprofil i presskake fra økologisk raps produsert i Norge.

Prøvene på 1–2 kg inneholdt noe rusk og ugrasfrø og ble derfor rensset med en LALS frørenser (KamasWestrup, Brdr. Westrup Maskinfabrikk A/S, Slagelse, Danmark, sold 1,0 mm) og deretter tørket til 7–9 % vann i varmluftsovn (40 °C). Tusenkornvekt i rensset frø ble målt ved hjelp av en frøteller (Falling Number AB, Stockholm). Hver prøve ble veid opp i to sett på ca. 400 g. Det ene settet ble kaldpresset og det andre ble ristet (160 °C × 15 min) og deretter presset med påmontert varmekappe med en temperatur på 90–100 °C (figur 5). Vi brukte en Täbypresse Type 20 (Skeppsta Maskin AB, Örebro, Sverige).



Figur 5. Renset rapsfrø, Täbypresse med varmekappe (messingfarget del) og rapsolje med sedimenter etter sentrifugering. Foto: Steffen Adler, NIBIO

Etter pressing ble oljen sentrifugert og veid etter at bunnfallet var fjernet. Bunnfallet utgjorde ca. 2 % av oljefraksjonen. Pressresten ble veid og tørrstoffinnholdet ble bestemt (varmluftsovn 105 °C). Prøver av sentrifugert olje ble analysert for fettsyresammensetning og presskaken ble analysert for fettinnhold, fettsyresammensetning og aminosyresammensetning. De kjemiske analysene ble utført ved NIBIO sin lab i Bodø. Utbytte av olje og pressrest ble basert på summen av sentrifugert olje, oljesediment og tørket pressrest.

Lipider ble ekstrahert fra homogeniserte prøver etter tilsetning av diklormetan og metanol (Folch mfl. 1957), med justeringer som beskrevet av Mæhre mfl. 2014). Fettsyresammensetning ble analysert som fettsyremetylestere (Stoffel mfl. 1959; Mæhre mfl. 2013) ved bruk av en Agilent 8860 gasskromatograf med flamme-ionisasjonsdetektor (Agilent Technologies Inc., Santa Clara, CA, USA). Separasjon av fettsyrene ble utført med en Agilent DB- FastFAME kapillærkolonne (30 m × 0,250 mm, 0,25 µm) og identifisering ble gjort ved sammenligning med kommersielle fettsyrestandarder fra Sigma (Sigma Chemicals Co., St. Louis, MO, USA) og Nu-Chek (Nu-Chek Prep Inc., Elysian, MN, USA).

Tabell 3. Tusenfrøvekt, tørrstoff og utbytte av olje og presskake (i tørrstoff) ved kaldpressing og varmpressing etter risting (160 °C × 15 min) av rapsfrø fra fem produsenter fra 2023, samt en prøve og en samleprøve fra 2022 (n = 7).

	Gjennomsnitt	Minimum	Maksimum	Standardavvik
Tusenfrøvekt, g	4,61	4,08	5,37	0,467
Tørrstoff frø, g/kg	927	913	935	6,6
Tørrstoff pressrest, g/kg	907	838	928	31,9
Tørrstoff pressrest etter risting, g/kg	955	949	959	3,1
Utbytte kaldpressing				
Olje, %	29,1	24,5	32,9	2,92
Pressrest, %	69,3	65,1	73,7	2,87
Sediment, %¹	1,63	0,96	2,19	0,418
Utbytte varmpressing				
Olje, %	30,7	27,7	33,0	1,68
Pressrest, %	67,4	64,9	70,2	1,69
Sediment, %¹	1,89	1,59	2,13	0,215

¹ Sedimenter etter sentrifugering av oljefraksjonen.

Opparbeiding av prøver til aminosyresammensetning ble utført som beskrevet av Mæhre mfl. (2014). Aminosyresammensetningen ble deretter analysert kromatografisk som beskrevet av Joseph mfl. (2021) ved bruk av en Vanquish Horizon fra Thermo Fisher Scientific Inc. (Waltham, MA, USA), utstyrt med en Acclaim™ 120 C18 Reverse Phase (150 × 2,1 mm, 2,2 µm) kolonne fra Thermo Fisher

Scientific Inc. Proteininnholdet ble beregnet som summen av aminosyreresidualer (molekylvekten til hver enkelt aminosyre fratrasket molekylvekten av vann).

Tusenfrøvekta varierte en del mellom partiene (tabell 3), og var i gjennomsnitt 0,2 g lavere enn gjennomsnittet i sortsforsøk med konvensjonell høstraps (Waaen & Olsen 2021). Tusenfrøvekt av høstraps fra de to gårdene i Trøndelag var lavest i vår undersøkelse. Oljeutbyttet var i gjennomsnitt 29,1 % ved kaldpressing og 30,7 % ved varmpressing etter risting av frøene. Vi målte ikke oljeinnholdet i frø, men om en rekombinerer fraksjonene blir gjennomsnittlig lipidinnhold 58 % i tørrstoffet, men her kan flere målefeil ha blitt akkumulert. Waaen & Olsen (2021) oppgir 51,1 % olje i høstrapsfrø. Hvis vi antar at oljeinnholdet var 51,1 % så har vår kaldpressing ekstrahert 57 % av oljen i frøene og varmpressing etter risting har ekstrahert 60 %.

Gjennom mer avansert prosessering som for eksempel fjerning av skall, koking og dobbel pressing kan en øke oljeutbytte og proteininnhold. Høy temperatur vil påvirke kvaliteten på oljen. Ekstrahering ved bruk av løsemidler er ikke tillatt i økologisk landbruk.

Oljesyre er med rundt 60 % den dominerende fettsyren i rapsolje (tabell 4). Linolsyre utgjør rundt 20 % og omega-3-fettsyren alfa-linolensyre utgjør rundt 10 % av fettsyrene. Andelen mettede fettsyrer er lav og ligger på rundt 6 %. Risting av frøene i kombinasjon med varmpressing har ikke hatt betydelig effekt på fettsyresammensetning i olje.

Kaldpresset rapskake inneholdt i gjennomsnitt 40,9 g (standardavvik (SD) 4,67) lipider per 100 g. Etter risting og varmpressing var lipidinnholdet 42,5 g/100 g (SD 2,35). Fettsyresammensetningen i rapskake skilte seg noe fra den i olje. Palmitinsyre, cis-vaksensyre og linolsyre økte i presskake sammenlignet med frø, mens andel oljesyre og alfa-linolensyre ble litt lavere. Det ser ut til at effekten var størst ved varmpressing.

Presskakens innhold av fett var høyt og innholdet av råprotein var lavt sammenlignet med det andre studier rapporterer (Johansson mfl. 2015, Ahlström mfl. 2022, tabell 5). Råproteininnholdet var i gjennomsnitt 21,3 % av tørrstoffet, mens andre rapporterer verdier rundt 30 %. Sammenlignet med tabellverdier (Feedipedia 2020) har prøvene undersøkt i dette prosjektet et lavt innhold av glutaminsyre og et høyt innhold av prolin. Det var litt lavere innhold av lysin og litt høyere innhold av metionin sammenlignet med tabellverdier. Når en sammenligner kaldpressing med risting pluss varmpressing så førte det til en reduksjon i andel metionin mens andel lysin gikk ned. Flere analyser er nødvendig for å kunne verifisere den litt avvikende aminosyreprofilen.

Tabell 4. Fettsyresammensetning i kaldpresset rapsolje fra økologiske gårder (n = 7).

Fettsyrer, g/100 g FAME ¹	Kjemisk formel	Gjennomsnitt	Minimum	Maksimum	Standardavvik
Palmitinsyre	C16:0	4,32	3,98	4,59	0,192
Stearinsyre	C18:0	1,63	1,51	1,83	0,117
Oljesyre	C18:1, n-9	61,3	59,2	62,9	1,246
Cis-vaksensyre	C18:1, n-7	2,82	2,47	3,23	0,274
Linolsyre	C18:2, n-6	18,8	17,8	19,5	0,518
Alfa-linolensyre	C18:3, n-3	9,75	8,84	10,8	0,572
Arakidinsyre	C20:0	0,515	- ²	0,530	0,0129
Eikosensyre	C20:1, n-9	1,14	1,05	1,23	0,0606

¹ FAME: analysert som fettsyremetylestere.

² Under deteksjonsgrensen.

Tabell 5. Innhold av råprotein og aminosyresammensetning i kaldpresset rapskake fra økologiske gårder (n = 7).

	Gjennomsnitt	Minimum	Maksimum	Standardavvik
Råprotein, g/kg ts	213	176	247	22,6
Aminosyre, % av sum aminosyrer¹				
Histidin	6,0	5,2	7,4	0,72
Arginin	5,8	5,3	6,1	0,28
Serin	7,8	7,4	8,9	0,51
Glycin	7,4	7,2	7,6	0,18
Asparginsyre ²	0,9	0,1	2,2	0,67
Glutaminsyre ²	5,6	4,2	6,6	0,78
Treonin	3,6	3,4	3,9	0,19
Alanin	5,4	5,0	5,7	0,26
Prolin	16,1	14,4	17,4	1,22
Lysin	3,8	2,4	4,4	0,76
Tyrosin	4,5	4,1	4,9	0,27
Metionin	3,9	3,1	4,5	0,41
Valin	5,6	5,3	5,9	0,19
Isoleucin	6,4	6,2	6,6	0,15
Leucin	10,5	9,9	10,9	0,31
Fenylalanin	6,8	6,5	6,9	0,13

¹ Tryptofan ødelegges under syrehydrolysen og er dermed ikke analysert.

² Asparagin og glutamin omgjøres til henholdsvis asparaginsyre og glutaminsyre etter syrehydrolysering og tallene som oppgis er dermed summene av asparagin+asparaginsyre og glutamin+glutaminsyre.

Dekningsbidrag rapsdyrking

Norsk Økoraps (2023) har laget dekningsbidragsberegninger for dyrking av høstraps sesongen 2022 ved ulike avlingsnivå. Disse beregningene justert med priser fra høsten 2023 viser et dekningsbidrag på 2869 kr/daa for et lavt avlingsnivå, 180 kg/daa (tabell 6).

Tabell 6. Dekningsbidrag, kr per daa, for dyrking av økologisk høstraps ved lav avling.

	Mengde, kg/daa	Pris, kr/kg	Inntekt, kr/daa
Salg av rapsfrø til Norsk Økoraps	180	11,40	2052
AK-tillegg			594
Tillegg økologisk areal			600
Sum inntekter, kr/daa			3246
Variable kostnader:			
Såfrø	0,25	310	78
Husdyrgjødsel (kyllinggjødsel), m ³	1,2	100	120
Kalk, 350 kg/5 år	70	0,76	53
Sneglemiddel, Sluxx	0,7	87,72	61
Tørking	180	0,2	36
Frakt	180	0,16	29
Sum variable kostnader, kr/daa			377
Dekningsbidrag, kr/daa			2869

Et middels avlingsnivå på 270 kg/daa hadde ført til at dekningsbidraget ble 3830 kr/daa og en høy avling på 420 kg/daa hadde gitt 5460 kr/daa i dekningsbidrag. Da er det ikke tatt med forgrødeeffekt

for påfølgende kultur året etter raps. Til sammenligning ville en avling på 300 kg/daa med økologisk mathvete gitt 1965 kr/daa i dekningsbidrag (Hovland 2023). Dette viser at selv en lav avling med økologisk raps gir et godt økonomisk resultat.

Som nevnt tidligere er etablering og overvintring kritiske faktorer for om man lykkes med rapsdyrking. I praksis er det store årsvariasjoner i forhold til hvor høy avling man oppnår. Siden inntjeningen selv ved lavt avlingsnivå er bra, ligger det også til rette for å ta en viss risiko.

2.2 Protein fra engvekster til gris

Eng kan gi store proteinavlinger, men på grunn av høyt fiberinnhold med en stor andel av proteinet bunnet til fiberfraksjonen brukes engavlingen først og fremst til drøvtyggere og hester. Til mange enmaga dyr er engvekster et viktig tilskuddsfôr, men ingen viktig proteinkilde. Dersom en kan utvikle metoder som gjør protein fra engvekster tilgjengelig for enmaga dyr så ville det kunne øke selvforsyningsgraden i norsk husdyrhold. Vi har undersøkt to metoder for å øke proteininnholdet i fraksjoner fra kløvergras, mekanisk fraksjonering av proteinrik bladmasse høstet ved bruk av ribbehøster og termisk utfelling av protein fra pressaft, også kalt grønn bioraffinering. De to metodene ble tidligere sammenlignet i feltforsøk og pilotforsøk med fôringsforsøk i prosjektet ProRefine (Micke mfl. 2023a; Renaudeau mfl. 2022), men da med engbelgvekster i monokultur. Ribbehøsting av kløvergras har blitt testet i Sverige (Micke mfl. 2023b). Ribbehøstere av modell PremAlfa Mini (en elektrisk prototype til høsting av forsøksfelt, Trust'ing-Alf'ing, Nantes, Frankrike) ble brukt i Sverige og på Tingvoll (figur 6).

Vi anla et feltforsøk på Tingvoll gard i 2021. I forsøket ble to høstemetoder testet for to engfrøblandinger. Engfrøblandingene var sørlig øko Strand nr. 30 (timotei Grindstad 50 %, engsvingel Fure 20 %, engrapp Oxford 10 %, rødkløver Gandalf 15 %, hvitkløver Hebe 5 %, Norgesfôr) og flerårig raigras (Calibra 92 %, Felleskjøpet) med hvitkløver (Edith 8 %, Felleskjøpet). Såmengde var 2,5 kg/daa for Strand nr. 30 og 3,5 kg/daa for raigras-hvitkløverblandingen. Høstemetodene som ble sammenlignet i 2022 var ribbehøsting med etterfølgende slått av stengler med tohjulsslåmaskin og ribbehøsting uten slått av stengler. Hver behandling hadde tre gjentak og hver rute målte 1,5 × 10 m.

Ribbehøsting av kløvergras

Feltet ble høstet tre ganger i 2022, 13. juni, 28. juli og 7. september. Vi målte avlinger for begge fraksjonene, bladmasse og stengler, og analyserte disse for kjemisk innhold (Eurofins). Ved 3. slått gjennomførte vi i tillegg et ensileringsforsøk der bladmasse blandet med mel av tørket og knust brød ble ensilert i vakuumposer. Gjæringsprodukter og pH ble målt. Ved 3. slått ble det tredje gjentak ikke høstet pga. tekniske problemer med ribbehøsteren.



Figur 6. En ribbehøster ble brukt til å høste en bladrik masse. Stenglene ble høstet med slåmaskin eller forble uhøstet. Foto: Steffen Adler

Ved første slått var den høstede avlingen betydelig høyere når både blader og stengler ble høstet (gjennomsnitt for frøblandingene: 522 kg ts/daa vs. 79 kg ts/daa) enn når bare bladfaksjonen ble høstet. Ved andre og tredje slått ga høstemetoden uten slått av stengler høyest avling, men den totale årsavlingen var likevel høyest når både blader og stengler ble høstet (875 vs. 532 kg ts/daa). Om en er bare er interessert i å høste bladmasse så ga høstemetoden uten slått av stengler størst avling på årsbasis (529 vs. 222 kg ts/daa).

Frøblanding hadde ingen effekt på totalavling (gjennomsnittsavlinger per slått: 144 vs. 109 kg ts/daa, $P = 0,06$), men Strand nr. 30 ga høyere bladavlinger og lavere stengelavlinger enn blandingen med flerårig raigras og hvitkløver.

Ribbehøsteren er designet for å høste biomasse med høy andel blader og unge skudd mens stenglene skal stå igjen. I fraksjonene som ble høstet plukket vi fra hverandre plantedeler og sorterte disse i åtte kategorier. Først skilte vi mellom kløver, gras, urter og dødt plantemateriale. Deretter delte vi kløver opp i blad, stengel og blomsterknopp, og gras delte vi opp i blad, stengel og aks.

Der det ble brukt ribbehøster og slåmaskin ved hver slått ble det observert forskjeller mht. arter og plantedeler mellom fraksjonene og mellom slåttene (figur 7). Avlingen høstet med ribbehøster var betydelig mindre enn restavlingen og spesielt ved første slått der restavlingen var i gjennomsnitt 444 kg ts/daa, mens bladmassen var på 78 kg ts/daa i gjennomsnitt for frøblandingene

Ribbehøsteren var mest effektiv til å skille bladmasse fra stengler ved første slått. Det skyldtes sannsynligvis endringer i fysiologisk utviklingstrinn og botanisk sammensetning utover i vekstsesongen. En stor andel av kløverbladene havnet i den bladrike fraksjonen, men maskinen klarte ikke å skille grasblader fra grasstengler. Derimot hadde den bladrike fraksjonen en høyere andel kløverblomster, grasaks og andre urter enn kløver enn restavlingen. Ved andre og tredje slått ble det en god del dødt plantemateriale i den bladrike fraksjonen.

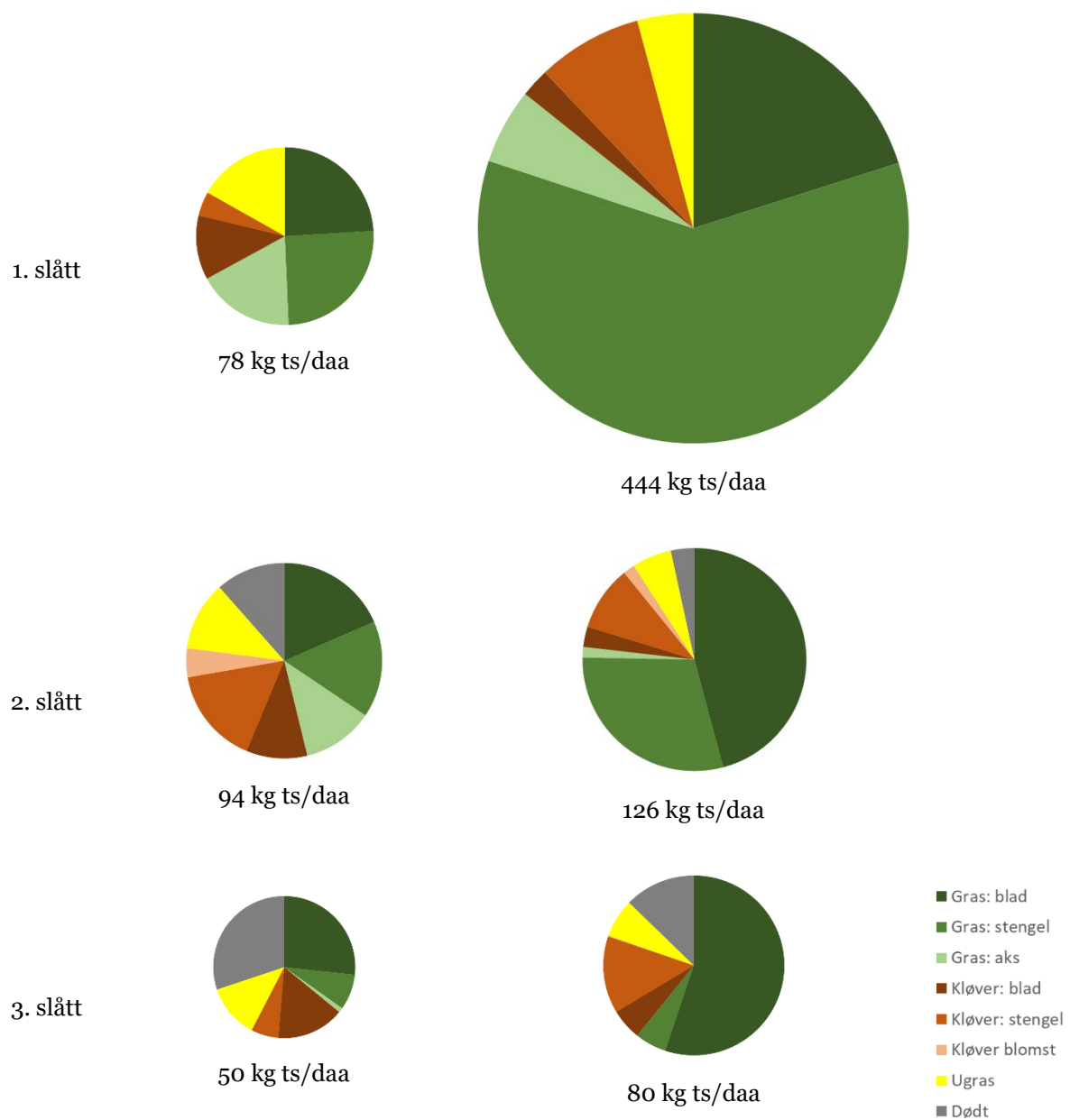
Innholdet av råprotein, nøytralt løselig fiber (NDF) og syreløselig fiber (ADF) ble påvirket av slåttnummer og fraksjon, men ikke av frøblanding. Tredje slått hadde høyest innhold av råprotein og lavest innhold av fiber (tabell 7). Innholdet av aske og mineraler var høyest i tredje slått. Innhold av fosfor, magnesium, kalsium og svovel var høyest i bladfraksjonen og innholdet av kalium var høyest i stengelfraksjonen.

Høstemetoden påvirket avlingsmengden og sammensetningen i avlingen høstet med ribbehøsteren. Når stenglene ikke ble fjernet, ble andelen kløverblader lavere og andelen med dødt plantemateriale økte betydelig.

Dette viser at ribbehøsteren, slik den er bygget og slik den ble brukt, selekterte blader av kløver, andre urter og dødt materiale. I restfraksjonen fant vi stor andel grasstengler, grasblader og kløverstengler.

Ribbehøster

Rest



Figur 7. Fraksjoner i avlingen og avling høstet med ribbehøster og resten høstet med slåmaskin ved 1. 2. og 3. slått. Størrelsen på kakediagrammene er proporsjonal til avlingene. Gjennomsnitt av tre gjentak.

Tabell 7. Kjemisk innhold i bladfraksjoner og stengelfraksjoner fra tre slåtter høstet i et feltforsøk på Tingvoll gard i 2022.

	1. slått	2. slått	3. slått	Blad- fraksjon	Stengel- fraksjon	SEM ¹ slått	SEM ¹ fraksjon	P-verdi slått	P-verdi fraksjon	Samspill
Råprotein, % av ts	12,2	12,2	15,6	15,8	10,9	0,79	0,67	0,006	<0,001	-
NDF, % av ts	52,2	50,9	42,8	45,4	51,9	1,49	1,22	<0,001	<0,001	-
ADF, % av ts	30,0	29,3	25,0	25,7	30,6	1,02	0,83	0,006	<0,001	-
Vannløselige karbohydrater, % av ts	16,9	16,4	15,1	13,0	19,3	2,43	2,34	0,49	<0,001	-
P, % av ts	0,28	0,28	0,33	0,32	0,27	0,008	0,007	<0,001	<0,001	-
Mg, % av ts	0,13	0,19	0,20	0,21	0,14	0,012	0,010	<0,001	<0,001	Slått × fraksjon
Ca, % av ts	0,45	0,60	0,76	0,79	0,42	9,013	6,220	<0,001	<0,001	Slått × fraksjon
K, % av ts	3,36	3,26	3,73	3,30	3,61	0,071	0,061	<0,001	<0,001	-
S, % av ts	0,20	0,19	0,22	0,23	0,18	0,006	0,005	0,012	<0,001	-

¹ Standardfeil.

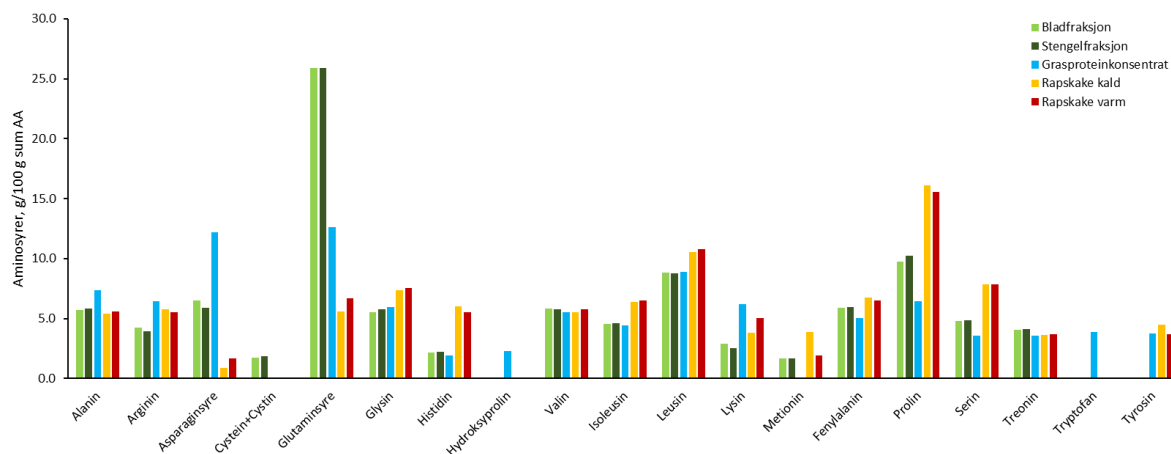
Ensileringsforsøk

Ferskt materiale av tredje slått i 2022 høstet med ribbehøster ble ensilert med tørket og knust brød i vakuumposer. Brødfraksjonen som besto i stor grad av hvete og havre. Tilsatt brødmengde ble beregnet slik at tørrstoffinnholdet i blandingen skulle bli omtrent 35 %. Vi preparerte 2–4 vakuumposer med avling fra 8 ruter.

Tørrstoffinnholdet i blandingen var noe høyere enn beregnet (40,1 %, SD 0,0472). Blandingene inneholdt i gjennomsnitt 53,4 % (SD 0,0658) brød på tørrstoffbasis.

Alle prøver var tilsynelatende vel preservert i vakuumposer. pH var i gjennomsnitt 4,6. Ensilert bladfraksjon hadde noe lavere pH enn ensilert stengefraksjon (4,4 vs. 4,9, SEM 0,06, P = 0,002). Innholdet av melkesyre og eddiksyre var høyere i ensilert bladfraksjon enn ensilert stengelfraksjon. For innholdet av smørsyre var det motsatt; raigras-hvitkløverblandingene inneholdt også mer smørsyre enn Strand nr. 30. Innholdet av sukker (60,4 g/kg ts) og stivelse var ikke påvirket (232 g/kg ts).

Brød i blandingen forklarer høy andel glutaminsyre (figur 8). Det var små forskjeller mellom fraksjonene, men det kan se ut til at bladfraksjonen inneholdt en større andel asparaginsyre og lysin og en mindre andel prolin enn stengelfraksjonen. Råproteininnholdet i bladfraksjonen var høyere enn i stengelfraksjonen og Strand nr. 30 over flerårig raigras med hvitkløver (tabell 8). Det var også mer løselig råprotein i bladfraksjonen enn i stengelfraksjonen. Vi fant ingen forskjell på nitrat og ammonium-nitrogen.



Figur 8. Amininosyreprofil i presskake av rapsfrø etter kald og varmpressing (n = 7), bladfraksjon og stengelfraksjon i tredje slått som gjennomsnitt av to frøblandinger (n = 2) i tillegg til grasproteinkonsentrat produsert av andre slått på Tuv forsøksgård i Trøndelag (n = 3).

Tabell 8. Nitrogenforbindelser i ensilerte fraksjoner av kløvergras

Frøblanding	Strand nr. 30		Flerårig raigras + hvitkløver		SEM		P-verdi	
Fraksjon	Blad	Stengel	Blad	Stengel	Frøblanding	Fraksjon	Frøblanding	Fraksjon
Råprotein, g/kg ts	174	142	161	122	4,0	4,0	0,025	0,0011
Løselig råprotein, g N/kg ts	483	415	445	438	12,1	12,1	0,17	<0,001
Nitrat, g/kg ts	0,4	0,3	0,4	0,45	0,053	0,053	0,36	0,75
Ammonium-N, g/kg N	56,3	42,9	48,6	46,7	2,78	2,78	0,64	0,11

Grønn bioraffinering

I 2023 høstet vi 6 ruter, som ble høstet med bladhøster og slåmaskin i 2022 med slåmaskin. Hensikten med prosesseringen var å ekstrahere protein med metoder som brukes ved grønn bioraffinering (se faktaboks). Høstedataene var 15. juni, 28. juli og 10. september 2023. Vi registrerte ruteavlingen og tok prøver til vurdering av botanisk sammensetning og utviklingstrinn, analyse av kjemisk innhold og til bioraffinering for å måle utbytte av proteinkonsentrat, fiberfraksjon og grasmyse.

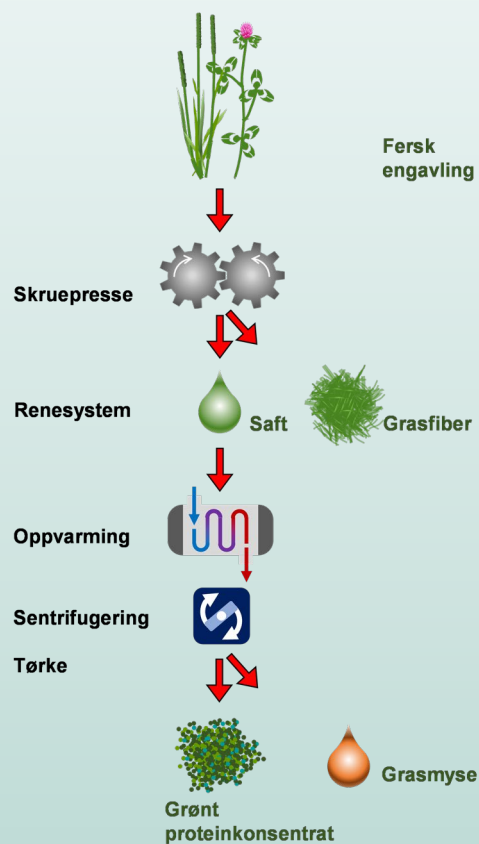
Prøvene ble oppbevart i fryser (-20 °C) frem til prosessering på laben. Prøvene ble tint og presset i en skruepresse (Angel 7500, Angel Corporations Limited, Sør-Korea) som resulterte i to fraksjoner, grassaft og en fiberrik pressrest (figur 9). Grassaften ble filtrert for å fjerne fiberrester. Filtratet ble varmet opp til 85 °C i en mikrobølgeovn (900 W) og deretter kjølt ned til ca. 40 °C i isbad. Deretter ble saften sentrifugert (4000 × g, 5 min, Hettich, Rotofix 32 A, Andreas Hettich GmbH & Co. KG, Tyskland). Det proteinrike sedimentet kalles grasproteinkonsentrat (GPK). Alle fraksjoner ble tørket og veid for å beregne massebalanser og prøver av fraksjonene ble analysert for kjemisk innhold.

Årsavlingen målt i tørrstoff var på 654 kg for Strand nr. 30 og 586 kg for raigras-hvitkløverblandingen. Førsteslått utgjorde i gjennomsnitt 49 %, andreslått 30 % og tredjeslått 22 % av årsavlingen. Ved førsteslått var kløverandelen lavest og andelen av andre urter høyest. Det var ingen effekter av frøblanding på avling og botanisk sammensetning, men kløverandelen varierte mye (8,3 til 77 % av tørrstoffet, tabell 9).

Grønn bioraffinering

En enkel definisjon av grønn bioraffinering er prosessering av grønn biomasse til ulike produkter. Ekstrahering av protein har historisk sett vært hovedmotivasjonen. Proteinekstraksjon fra blader ble første gang beskrevet på 1700-tallet (Rouelle, 1773). I perioden 1940 til 1960 var målet å utvikle storskalaproduksjon av bladprotein til fôr og mat (for eksempel Pirie, 1942). Nye råvarer og metoder ble testet i perioden 1970 til 1990, men økt tilgang og lave priser på fôrprotein førte til at interessen avtok. Økt konkurranse om protein og mer fokus på selvforsyning har ført til mye forskningsaktivitet på grønn bioraffinering det siste tiåret (for eksempel Gaffey mfl. 2023).

I tillegg til grønt proteinkonsentrat frembringer grønn bioraffinering en fiberrik fraksjon og en sukker- og mineralrik væske. Produktene kan prosesseres videre til mange ulike applikasjoner. En skematisk fremstilling av grønn bioraffinering med skruapresse og termisk proteinutfelling er vist i figuren.



Prinsipp for grønn bioraffinering av fersk engavling i to trinn, separasjon av saft og grasfiber i en skruapresse og separasjon av grønt proteinkonsentrat og grasmyse etter oppvarming.

Ved pressing hadde graset et gjennomsnittlig tørrstoffinnhold på 15,7 % (SD 1,91). Tørrstoffinnholdet var 40,0 % i grasfiber, 19,7 % i proteinkonsentrat og 6,9 % i grasmyse. Grasfiber var i gjennomsnitt den største fraksjonen med 58 % på tørrstoffbasis når (figur 10). GPK sto for 13 % og grasmyse for 23 % av tørrstoffet. Prosessering av små mengder på labbskala førte til et tap på 7 % av tørrstoffet. Det var ingen effekt av frøblanding, men andel GPK økte fra første til andre og tredje slått. Andel grasmyse var høyest ved første slått, regnet på tørrstoffbasis. På råproteinbasis utgjorde GPK 28 %.

Årsavlingen av GPK ble i gjennomsnitt 75,7 kg ts per daa. Vi brukte faktor 6,25 til å beregne råproteininnhold basert på nitrogenanalyser (Dumas-metoden, analysert ved NIBIO Steinkjer). Råproteininnholdet i gras var i gjennomsnitt 15,2 %, i grasfiber 13,3 %, i GPK 33,0 % og i grasmyse 7,7 % (tabell 10). Forskjellen mellom gras og grasfiber var mindre ved andre og tredje slått enn ved første. I andre studier er det er det funnet mellom 40 og 50 % råprotein i GPK og det pågår utviklingsarbeid for å øke proteininnholdet.

I vårt forsøk fordelte råproteinet seg likt mellom grasfiberfraksjonen (49,7 %) og grassaft (50,3 %).



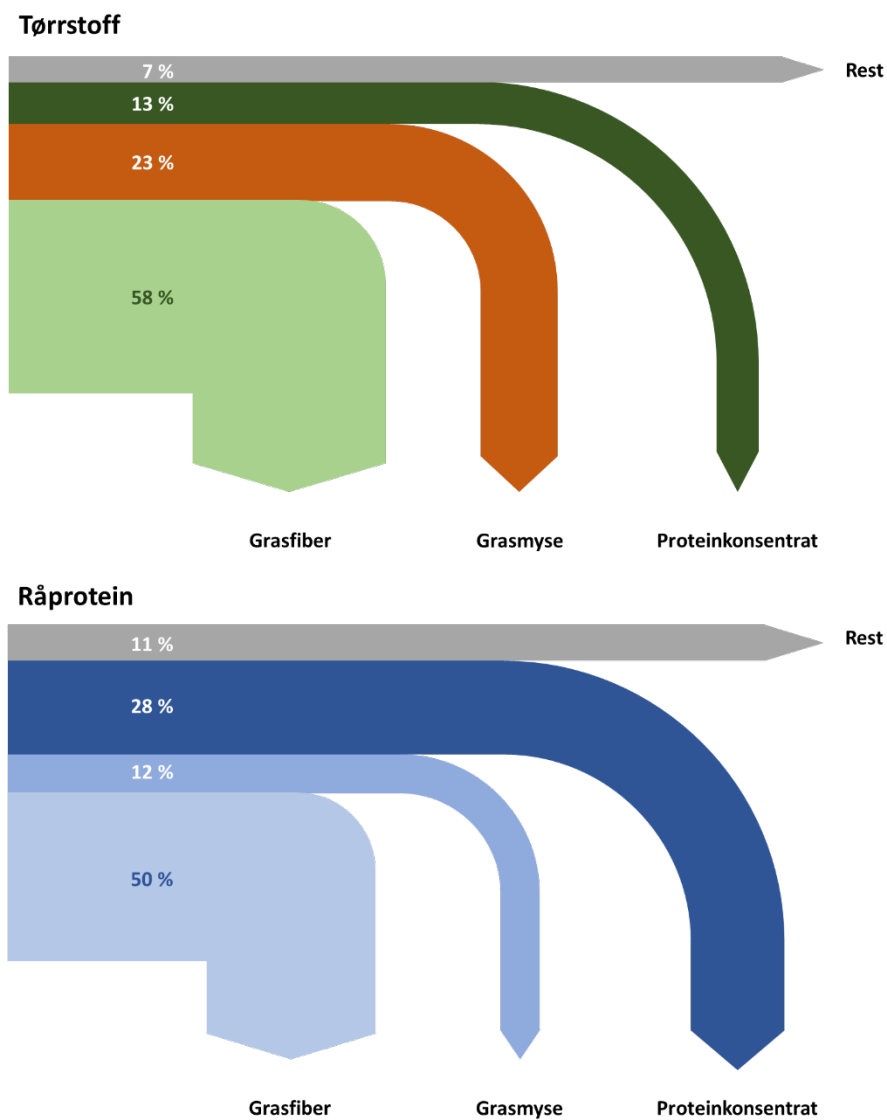
Figur 9. Prøver av avlingen fra feltforsøket ble presset (t.v.), filtrert, varmet opp i mikrobølgeovn og sentrifugert og deretter separert i grasproteinkonsentrat (grønt sediment) og grasmyse (brunt) (t.h.). Foto: Steffen Adler

Tabell 9. Avlinger og botanisk sammensetning i feltforsøk 2023.

Frøblanding	Sørlig øko Strand nr. 30			Flerårig raigras + hvitkløver			SEM	P-verdi		
								Blanding (B)	Slått nr. (S)	S×B
Slått nr.	1	2	3	1	2	3				
Avling, kg ts/daa	325	197	132	279	172	135	33,8	0,60	0,0002	0,58
Botanisk sammensetning										
Gras, % av ts	31,7	20,2	24,6	37,8	30,7	25,7	5,52	0,41	0,06	0,50
Kløver, % av ts	43,7	67,9	52,5	20,4	46,6	47,8	8,56	0,22	0,0005	0,08
Andre urter, % av ts	24,6	11,9	22,9	41,8	22,8	26,6	5,98	0,24	0,003	0,16

Frøblanding hadde ingen effekt på avlinger og fraksjoner beregnet på tørrstoffbasis eller på råproteinbasis. Massebalansen basert på gjennomsnittstall viser at 58 % av tørrstoffet og 50 % av råproteinet havnet i grasfiberfraksjonen. Grasmysefraksjonen utgjorde 23 % av tørrstoffet og 12 % av råproteinet. Grasprotein utgjorde 13 % av tørrstoffet og 28 % av råproteinet. Tapet var forholdsvis stort i dette forsøket. Det skyldes sannsynligvis estimerer basert på relativt små prøver. Ved oppskalering fra lab skala til fullskala vil en antageligvis ha mindre rester, men samtidig er store skruepresser mindre effektive og en må derfor regne med noe mindre utbytte. Innholdet av råprotein i de ulike fraksjonene er vist i tabell 11.

Råproteininnholdet i engavlingen økte fra første til andre og tredje slått. Økningen fra første til andre slått kan forklares med lav mineralisering tidlig på året og lav andel kløver i avlingen. Økningen i råproteininnhold fra første til andre og tredje slått gjenspeiles i alle fraksjonene. GPK hadde i gjennomsnitt 33,0 % råprotein (SD 3,91). Råproteinavlingen per slått ble likevel ikke påvirket fordi førsteslått hadde høyest og tredje slått hadde lavest avling. I gjennomsnitt frembrakte bioraffinering en avling på 25,1 kg råprotein på dekar i årsavlingen som var på 620 kg ts/daa.



Figur 10. Massebalanser for tørrstoff og råprotein ved pressing av kløvergras og ekstrahering av proteinkonsentrat fra pressaft fra to engfrøblandinger og ved tre slåtter i 2023.

Tabell 10. Konsentrasjon av råprotein i engavlingen (g/kg tørrstoff) og i fraksjoner etter bioraffinering. Feltforsøk med to frøblandinger i 2023 (n = 3).

Frøblandinger	Sørlig øko Strand nr. 30			Flerårig raigras + hvitkløver			SEM	P-verdi	
	1	2	3	1	2	3		Blanding	Slått
Engavling	11,9	15,6	19,2	10,7	14,8	18,9	0,98	0,54	<0,001
Grasfiber	9,4	13,5	17,4	8,3	13,4	18,0	0,93	0,87	<0,001
Grasproteinkonsentrat	31,7	33,6	35,7	29,1	31,1	36,6	1,95	0,49	0,04
Grasmyme	6,5	7,6	10,0	5,4	7,3	9,6	0,72	0,42	0,002

Saftpressen som ble brukt i forsøket gir større utbytte enn skruepresser som brukes i pilotanlegg eller kommersielle anlegg. Det betyr at grasfiber produsert på større anlegg har typisk et noe lavere tørrstoffinnhold og et noe høyere næringsinnhold. Følgelig er saftutbyttet noe lavere, men næringsinnholdet i grassaft ser ut til å være mindre påvirket.

For å gjøre grønn bioraffinering mer interessant må det spesielt jobbes med to aspekter, større utbytte og høyere proteininnhold i GPK.

GPK er produktet som ble brukt i fôrreseptene i kapittel 2.3.

2.3 Fôrrasjoner til svin med høy andel norskproduserte råvarer

I forbindelse med dette prosjektet er det laget en kraftfôrresept til slaktegris som baseres på rapskakemel og GPK som proteinkilder og som er vist i tabell 11.

Råvaren GPK som ble brukt i test-optimeringen inneholdt 90 % tørrstoff, 44 % råprotein, 11 % fett, 1,2 % trevler, 6 % aske, 2,4 % lysin, 0,88% metionin og var beregnet til 1,05 fôrenheter pr kg. Det ble brukt data fra flere kilder som grunnlag (Stødkilde mfl. 2018 og Renaudau mfl. 2022).

Det ble laget en resept med 20 % GPK og 18,2 % rapskakemel. Beregningsmessig er det ingen problemer med å ta inn både GPK og mer rapskakemel. GPK kan inneholde antinæringsstoffer. Det er behov for flere undersøkelser, men per i dag er det ingen indikasjoner på at antinæringsstoffer har negativ effekt ved lav innblandingsgrad. Begrensningen i bruk av store mengder rapskakemel er innholdet av glukosinolater, som bl.a. kan redusere smakeligheten av fôret. Dette er stoffer fôrprodusenter analyserer for, og inngangen vil begrenses avhengig av nivå i hver type eller batch. Den største forskjellen i reseptene er innholdet av råprotein. Med de råvareverdiene vi har brukt, så vil innholdet av råprotein i fôret øke sammenlignet med soyamjøl. Dette skyldes trolig mindre gunstig aminosyresammensetning i de to proteinråvarene sammenlignet med soyamjøl. I økologisk kraftfôrproduksjon er det ikke tillatt å bruke syntetiske aminosyrer for å balansere ut aminosyreprofilen i fôret, som under konvensjonell produksjon vil holde råproteininnholdet lavere. Norsk eller svensk rapskakemel inngår i resepter til smågris og i en soyafri variant av slaktegrislefôr i dag.

Dersom vi antar at disse råvarene er norske vil vi få en norskandel i slaktegrislefôret på 70 % sammenlignet med dagens resept som er basert på økologisk soyamjøl, og hvor norskandelen var på 32,7 %. For å øke norskandelen ytterligere ville vi hatt behov for norsk økologisk hvete og havre, men dette var ikke tilgjengelig på optimeringstidspunktet. Alternativt kunne det ha vært brukt enda høyere andel norsk økologisk bygg dersom det var tilgjengelig.

Ved formulering uten beskrankninger, så ville GPK blitt tatt inn i resepten automatisk dersom den hadde en pris under 8,30 kr pr kg. Med en pris over dette må råvaren tvinges inn ved dagens prisbilde (februar 2024).

2.4 Økonomien i slaktesvinproduksjon

I dette avsnittet beskriver vi ulike driftsmåter og fôrrasjoner for økologisk slaktesvinproduksjon og analyserer faktorer som har betydning for økonomisk resultat.

På bakgrunn av spørreskjema har vi laget et gjennomsnitt av produksjonsdata fra tre økologiske slaktegrisprodusenter som leverer 75–100 slaktegriser i året. Deretter har vi beregnet dekningsbidrag per årspurke. Med utgangspunkt i data fra Ingris 2022, har vi også beregnet dekningsbidrag for tilsvarende konvensjonell drift som sammenligning.

Tabell 11. Dagens kommersielle slaktegrisresept og en testresept basert på proteiner fra grasproteinkonsentrat og rapskakemel.

	Opprinnelse	Natura Slaktegris	Natura Slaktegris m/grasproteinkonsentrat og rapskakemel
Råvarer, %		%	%
Soya ¹	Import	22,8	
Grasproteinkonsentrat	Norsk		20,0
Rapskakemel¹	Norsk/svensk		18,2
Erter ¹	Norsk	8,0	8,0
Bygg ¹	Norsk	24,0	24,0
Havre ¹	Import	20,0	9,9
Hvete ¹	Import	20,5	15,1
Melasse bete ¹	Import	2,0	2,0
Vitaminer & mineraler	Norsk/import	2,7	2,8
Kjemisk innhold og energikonsentrasjon, %			
Protein		19,1	21,4
Fett ²		4,1	6,2
Trevler		5,5	5,4
Aske		5,5	5,8
Stivelse		36,2	28,6
Fôrenheter, FEn/kg ³		1,05	1,05
Lysin		1,0	1,1
Metionin		0,3	0,4
Norsk korn, %		24,0	24,0
Norskandel, %		32,7	70,2
Økologisk, %⁴		83,7	82,7

¹ Økologisk.

² Ekstraksjon etter syrehydrolyse.

³ Fôrenhet netto (FEn) tilsvarer 1 kg standardisert bygg = 8,8 MJ NE (nettoenergi).

⁴ På tørrstoffbasis.

Tabell 12. Gjennomsnittstall fra tre økologiske besetninger med kombinert produksjon og 75 til 100 slaktegriser årlig sammenlignet med tall fra Ingris 2022.

	Snitt 3 økobruk	Ingris 2022
Årspurker	11	
Kull/årspurke	1,8	2,23
Leverte slaktegriser/kull	12	13,1
Slaktet/årspurke	21,6	29,2
Avvenningsalder, uker	8	4,7
Alder ved slakting, dager	165	118
Slaktevekt, kg	84,7	85,7
Slaktefôrdager	109	85
Kjøttprosent slaktegris, %	58,5	60,5

I 2022 var gjennomsnittlig slaktevekt for griser her i landet 85,7 kg (Ingris 2023) og kjøttprosenten var 60,5. Antall fôrdager for slaktegriser var 85 både i 2021 og 2022. I tillegg kommer smågrisperioden som i snitt var 35 dager i 2022 og 37 i 2021. Den konvensjonelle slaktegrisens liv har da vart i 4–4,5 måneder fra fødsel til slakting. Tabell 12 viser at for de tre økologiske grisebesetningene var slaktegrisene omtrent 5,5 måneder når de ble slaktet.

Økobrukene i tabell 12 har færre kull og færre slaktede griser per årspurke sammenlignet med tall fra Ingris. På grunn av at økologiske smågriser skal die i minst 40 dager blir de avvent tidligst ved 6 ukers alder. Praksis på de tre økobrukene i tabell 12 er 8 uker. Dette fører til at de økologiske slaktegrisene er eldre når de slaktes enn de konvensjonelle. Slaktevekten er ikke høyere selv om oppfôringstiden er lengre i de økologiske besetningene enn i Ingris 2022. Daglig fôrstyrke i de økologiske besetningene har vi ikke opplysninger om, men antar at fôrstyrken blant annet har vært tilpasset økt energibehov på grunn av utegange.

Grovfôr skal inngå i dagsrasjonene til økologiske griser (Mattilsynet 2023). Siden gris i vekst har stor vekstevne og trenger mye næring, og grisen fordøyer grovfôr dårlig, bør mengden til slaktegris begrenses. Gjefsen (2017) mener at ferskt gras, surfôr eller høy kan utgjøre inntil 15 % av fôrmengden til slaktegris. Svenske anbefalinger er 15–20 % surfôr i rasjonene til slaktegris som er over 30 kg (Jordbruksverket 2023), se tabell 13. Grovfôr egner seg bedre som fôr til purker, særlig gjeldpurker, fordi de har bedre evne til å fordøye og utnytte grovfôret, og fordi gjeldpurkene har moderat næringsbehov. Grovfôr til disse dyrene vil også øke metthetsfølelsen.

Tabell 13. Svenske anbefalinger for maksimalt innhold av surfôr i rasjonen til ulike grupper av griser (Jordbruksverket 2023).

	Prosent, %
Smågris	5–10
Slaktegris over 30 kg	15–20
Diende purker	10
Gjeldpurker	40–50

Råd fra dansk praksis er at grovfôret ikke må være for tørt, tørrstoffinnhold fra 25 til 30 % er passelig. Purker kan spise store mengder grovfôr, opptil 12 kg per dag. Slaktegriser som er over 30 kg kan spise 1–2 kg grovfôr daglig og smågriser 200–500 g daglig (Center for frilandsdyr og Seges 2019).

I våre beregninger med mest grovfôr i rasjonen ved økologisk drift, har vi antatt at 5 % av rasjonen til smågrisene er grovfôr, 15 % for slaktegrisene, 10 % for diende purker og rekrutteringspurker og 40 % for gjeldpurkene.

Økologiske griser skal ha tilgang til uteareal. Utendørs er grisene mer aktive enn om de ikke er ute. Dermed øker også fôrbehovet. Grisene bruker ekstra energi både for å holde varmen når det er kaldt og for å kvitte seg med varme når det er varmt. I en rapport der utedrift blir sammenlignet med innedrift legger Hegrenes og Vennesland (2020) til grunn 15 % større fôrbehov for griser som er ute i forhold til gris som er innendørs. De referer til forsøk i Danmark som har funnet at frilandsgriser har 12 % høyere fôrforbruk per kg tilvekst enn griser som er inne i fjøs. Ifølge Gjefsen (2017) trenger griser som oppholder seg mye ute 15–20 % mer energi enn dyr som går inne.

I våre beregninger har vi lagt til grunn 15 % høyere fôrbehov på grunn av utedrift.

Dekningsbidrag slaktegris

Dekningsbidraget viser hvor stor del av salgsinntektene som er igjen til å dekke de faste kostandene og en eventuell fortjeneste (avkastning). Dekningsbidraget kan variere gjennom året og over år. Det

varierer også mye mellom produsenter, blant annet på grunn av ulike produksjonsresultater, størrelse på produksjonen, priser på innsatsfaktorer og på leverte produkter (Norsvin 2023).

Forutsetninger for økonomiske beregninger

Dekningsbidrag er beregnet på bakgrunn av data som er gjennomsnitt fra tre økologiske bruk og sammenlignet med data fra Ingris 2022, se tabell 12 og 13. Fôrbehovet til de ulike aldersgruppene er hentet fra Norsvin (2023) og Hovland (2022).

Oppnådd slaktevekt var 1 kg lavere for det økologiske alternativet i forhold til snittet fra Ingris 2022 (tabell 14). Prisene på kjøttet er hentet fra Nortura november 2023 og kraftfôrpriser fra Felleskjøpet i november 2023. Det blir ulik pris på konvensjonell og økologisk slaktegris på grunn av differanse i leveranser som påvirker kombinert-, pulje- og kvantumstillegget. Nortura gir ikke merpris for økologisk svinekjøtt.

Tabell 14. Nøkkeltall for konvensjonell slaktegris i kombinert produksjon basert på Ingris 2022 og gjennomsnitt fra tre økologiske bruk med kombinert produksjon og 75 til 100 slaktegriser årlig. Alternativ med høy andel grovfôr er vist for de ulike gruppene av økologiske griser.

	Konvensjonell	Økologisk
Slaktet/årspurke, antall	29,2	21,6
Slaktevekt, kg	85,7	84,7
Betaling for slaktegris, kr/kg	38,10	37,45
Betaling for purkeslakt, kr/kg	17,22	17,22
Økt fôrforbruk ved utegange, %		15
Grovfôrandel i alternativet med mest grovfôr, %:		
Rekrutteringspurker		10
Drektige purker		40
Diende purker		10
Smågris		5
Slaktegris		15

Det økologiske kraftfôret koster mer per FEn (fôrenhet netto som tilsvare 1 kg bygg med 86 % tørrstoff = 8,8 MJ NE (nettoenergi)) enn det konvensjonelle. Lavest forskjell er det for kraftfôr beregnet til drektige purker og størst for kraftfôr til smågris. Økologisk kraftfôr til slaktegris kostet 2,52 kr mer per FEn enn det konvensjonelle i november 2023. Prisen på grovfôr har vi satt til 0,90 kr per FEn.

I rasjonen med økologisk drift og minst grovfôr er andelen grovfôr redusert med 37 % i forhold til alternativet som gir mest grovfôr. Andel grovfôr til de ulike gruppene av griser i alternativet med mest grovfôr er vist i tabell 15.

Tabell 15 viser at det økologiske alternativet med lavest andel grovfôr i rasjonen gir et negativt dekningsbidrag på -2100 kr per årspurke, mens det konvensjonelle har dekningsbidrag som er 41 700 kr per årspurke. Hvis man i det økologiske alternativet bytter ut kraftfôr med andelen grovfôr vist i tabell 15, kan dekningsbidraget bli positivt. Våre beregninger viser 7 900 kr per årspurke inkludert tilskudd. Hvor stor andel av kraftfôret som kan byttes ut med grovfôr avhenger mye av grovfôr kvaliteten, og vil variere fra år til år og fra gård til gård. Men det viser at å øke grovfôr andelen er et aktuelt tiltak for å unngå negativt dekningsbidrag, forutsatt at tilskuddene til økologiske griser opprettholdes på dagens nivå.

Tabell 15. Dekningsbidrag per årspurke i kombinert produksjon for konvensjonell og økologisk drift. Konvensjonell produksjon basert på tall fra Ingris 2022. For økologisk drift er det tatt utgangspunkt i gjennomsnittstall fra tre økologiske slaktegrisprodusenter og gjort beregninger for lite og mye grovfôr i rasjonen. Fôrbehov, priser for kjøtt og på innsatsfaktorer er hentet fra Norsvins prognose andre halvår 2023 og Hovland (2022).

	Konvensjonell	Økologisk med lite grovfôr	Økologisk med mer grovfôr
Produksjonsinntekter, kr:			
Slaktegris	95 340	68 520	68 520
Slaktegris (rekr.purke 95 kg)	270	260	260
Purkeslakt	1 870	1 870	1 870
SUM INNTEKTER	97 480	70 650	70 650
Variable kostnader:			
Kraftfôr	46 480	69 730	59 180
Grovfôr	440	880	1 400
Tilskuddsfôr	270	270	270
Bedekn., småpurke, forsikring, veterinær, strø m.m.	9 460	9 460	9 460
SUM VARIABLE KOSTNADER	56 650	80 340	70 310
DEKNINGSBIDRAG PER ÅRSPURKE (DB)	40 830	-9 690	340
Produksjonstilskudd	910	800	800
Tilskudd økologisk avlsgris		520	520
Tilskudd økologisk slaktegris		6 240	6 240
DB per årspurke inklusivt tilskudd	41 740	-2 130	7 900

Med gjennomsnittstallene vi har fra tre økologiske svineprodusenter viser dekningsbidraget at hvis man som økologisk produsent selger slaktegrisene gjennom de vanlige kanalene uten merpris eller kompensasjon for dyrere kraftfôr og lengre oppfôringstid blir det økonomiske resultatet negativt eller svakt positivt når noe av kraftfôret byttes ut med godt grovfôr. Negativt dekningsbidrag er uaktuelt i praksis, det samme er alternativet som viser 7 900 kr per årspurke. Tilskuddene som gis til økologiske slakte- og avlsgriser er ikke høye nok til å unngå så lavt dekningsbidrag at økologisk slaktegrisproduksjon blir uaktuelt.

Dagens økologiske slaktegrisprodusenter har derfor enten avtale med mottaker om kompensasjon for merkostnader eller de selger en del av slaktene privat. Eksempel på mottaker som har inngått avtale med økologiske produsenter er Kolonihagen AS (del av Rema Industrier AS) som leverer videre til Rema 1000 og bruker produkter i egen restaurant. Andre økologiske bønder betaler slakteriet for slakting og eventuelt partering, tar slaktene i retur og selger dem privat.

Hvis bøndene tar tilbake parterte eller uparterte slakt, kan disse selges til en høyere pris per kg enn slakteriet betaler. I 2023 kostet hel eller halv upartert økologisk gris 175–179 kr/kg, partert kostet 200 kr/kg. Ved å selge en del av slaktene privat, øker gjennomsnittsprisen til bonden betraktelig i forhold til slakteriets betaling.

Tabell 16. Dekningsbidrag per årspurke i kombinert produksjon for konvensjonell og økologisk drift, men i de to økologiske alternativene tas en del av slaktene i retur og selges privat (basert på tabell 15).

	Konvensjonell	Økologisk med lite grovfôr	Økologisk med mer grovfôr
Andel solgt til slakteri, %	100	85	85
Andel tatt i retur, %		15	15
Kjøtt i retur, kg		274	274
Kjøttpris ved privat salg, kr/kg		175	175
Snitt salgspris inkl. privat salg, kr/kg		63,70	63,70
SUM INNTEKTER	97 480	118 610	118 610
SUM VARIABLE KOSTNADER	56 650	83 110	72 560
DEKNINGSBIDRAG PER ÅRSPURKE (DB)	40 830	35 500	46 050
DB inkl. prod.tilskudd og tilskudd økologisk gris	41 670	43 050	53 600

Betaling for slakting er medtatt i de økologiske eksemplene i tabellen ovenfor. Jo flere slakt man tar tilbake, jo høyere blir gjennomsnittsprisen. I eksemplene våre øker gjennomsnittsprisen med 70 % når 15 % av slaktene tas i retur og selges privat til 175 kr per kg. Men arbeidsmengden øker også. Det krever ekstra tid og arbeid å selge slakt privat. Arbeidskostnader er ikke tatt med i tabell 16. Dette viser at for å få samme eller høyere dekningsbidrag ved økologisk drift enn ved konvensjonell, må minst 15 % av slaktene tas i retur og selges privat til en vesentlig høyere pris enn det slakteriet betaler. For å dekke arbeidskostnadene ved privat salg, bør mer enn 15 % av slaktene tas i retur. Best resultat gir det økologiske alternativet som selger 15 % av slaktene privat og bytter ut kraftfôr med så mye grovfôr som mulig i fôringen av grisene.

Siden kraftfôr utgjør den største andelen av fôret til slaktegriser, påvirker kraftfôrprisen dekningsbidraget i stor grad. Hvis det økologiske kraftfôret til griser blir billigere enn dagens Natura blandinger med høyere norskandel, blir også dekningsbidraget høyere enn hva som er vist i tabell 16 og motsatt.

Norskandelen i dagens økologiske kraftfôr til svin er ca. 33 %. Som nevnt i kapittel 2.3 kunne andelen økt til 70 % hvis GPK med prisbilde i februar 2024 kostet under 8,30 per kg og norsk økologisk rapskagemel ble tatt inn i kraftfôret. Det økologiske alternativet med høyest grovfôrandel kunne da kommet opp i 75 % norskandel når egetprodusert grovfôr blir medregnet. Hvis GPK ikke fører til mye lavere kraftfôrpris enn i eksemplene vi har regnet på, endres ikke det faktum at merkostnader med økologisk kombinert svineproduksjon må kompenseres, eller bøndene må selge en del av svinelaktene privat til en vesentlig høyere pris enn slakteriene tilbyr.

2.5 Verdikjeden for økologisk slaktesvin

Det ble gjort en analyse av utfordringer og muligheter for økt produksjon av norsk proteinfôr i verdikjeden for økologisk slaktesvin gjennom intervjuer med produsenter av fôr og fôrindustrien, svineprodusenter, rådgivingen i landbruket og interesseorganisasjoner (Ruud & Melås 2023). Undersøkelsen er nærmere beskrevet i rapporten «Muligheter og utfordringer for økt produksjon av økologisk svinefôr» utgitt av Ruralis. Kort oppsummert viser resultatene av undersøkelsen at det er praktiske, økonomiske og politiske barrierer som gjør det mindre aktuelt for bønder å bruke egenproduserte åkervekster til å fôre egne husdyr. Dette innebærer at det kan kreve merarbeid, det er usikkerhet rundt det å opprettholde en jevn kvalitet på fôret, det kan være mer økonomisk gunstig å levere åkervekstene til en fôrprodusent for deretter å kjøpe inn ferdigprodusert fôr til egne husdyr på grunn av ordninger som prisnedskriving på korn, eller at det å produsere matkorn gir en større økonomisk gevinst. Videre finner vi at bøndene forventer at fôrprodusenter sørger for at kraftfôret de

kjøper er i tråd med gjeldende regelverk. Funnene tilsier at strengere regelverk eller økt etterspørsel på norske, økologiske animalske varer vil føre til økt behov for egenprodusert fôr eller økt import fra regionen. Tidligere studier og noen av våre informanter anser det som mer hensiktsmessig at økningen i norskprodusert kraftfôrråvare heller kommer i form av økt økologisk kornproduksjon enn økt proteinproduksjon. Flere av informantene pekte også på at importen av innsatsfaktorer i kraftfôret var problematiske med tanke på økologiske prinsipper.

3 Diskusjon

3.1 Protein fra åkervekster eller engvekster?

Norskproduserte proteinvekster inngår i de økologiske fôrreseptene til svin, men tilgangen på råvarene er begrenset. Dyrking av klassiske proteinvekster som erter, åkerbønne eller oljevekster passer godt inn i vekstskifte med korn, en bruker stort sett samme type utstyr, verdikjeden er eksisterende og fôrprodusenter er vant til å prosessere denne typen råvare. Begrensningene ved dyrking av oljevekster er at de krever lang vekstsesong og et vekstskifte på 5–6 år for å hindre plantesykdommer som angriper korsblomstra vekster. Risikoen ved dyrking av økologisk høstraps er først og fremst forbundet med skadedyr i etableringsfasen og overvintring (Frøseth mfl. 2024). Dette fører til stor variasjon i avling mellom år. Erfaringene med dyrking av høstraps og forsøk viser viktigheten av å få på plass tiltak mot nepebladveps for å sikre videre dyrking av økologisk høstraps. Videre kan utvikling av nye sorter, mer kunnskap om dyrkingsstrategier, varmere klima og økt etterspørsel etter proteinvekster føre til en vekst i produksjonen av rapsfrø. Abrahamsen mfl. (2019) estimerte at det er mulig å øke proteinproduksjonen på norske kornarealer (uavhengig av driftsform) med ca. 10 % ved å bruke høy andel proteinvekster. En av grunnene til det moderate potensialet er at økt andel proteinvekster går på bekostning av kornvekster som også bidrar til proteinproduksjon. En annen grunn er mangel på areal i soner egnet for krevende åkervekster. Vi ser at dagens produksjon av økologisk høstraps stort sett foregår på gårdsbruk som har eng i vekstskiftet. Pløying av enga gir mulighet til å få sådd tidlig nok. Rapsdyrking i kombinasjon med husdyrproduksjon kan ytterligere avgrense hvor stor produksjon av raps en kan forvente fremover.

Proteinkonsentrasjonen i produktet er også av betydning for fôrindustrien. Selv om mesteparten av norsk fôrprotein til enmaga dyr kommer fra kornvekster så trenger fôrprodusentene mer konsentrerte proteinkilder for å kunne lage fôrblandinger med et proteininnhold som dekker dyrenes behov. Overfôring med protein for å kompensere for ikke balansert aminosyreprofil er lite økonomisk og kan ha negative miljøkonsekvenser.

Frø av oljevekster inneholder ca. 23 % råprotein og etter kaldpressing er proteininnholdet i presskaken på ca. 30 %. I våre forsøk på labbskala var innholdet av råprotein lavere og innholdet av fett høyt. Årsaken kan være at vi brukte småskalautstyr for pressing under ikke optimale forhold. Det finnes metoder for å øke proteininnholdet i rapskake ytterligere. Ahlstrøm (2022) brukte en prosesseringsmetode for rapskake som økte proteininnholdet fra 30 til ca. 50 %.

Mens NØFF-prosjektet ble utviklet ble fôringsforsøk med gris i prosjektet ProRefine analysert. Renaudeau mfl. (2022) konkluderte at blader av engbelgvekster ensilert med byggkorn var mer som et energifôr å regne enn et proteinfôr. Årsaken er at innholdet av plantefiber er høyt, selv når en bare høstet bladfraksjonen. Forsøk i NØFF med frøblandinger som inneholdt engbelgvekster og gras i blanding underbygget konklusjonen. Vi antar at ensilasjen av bladfraksjonen og knust brød vil være et godt grovfôr til gris, men det vil ikke være et proteintilskudd av betydning til slaktesvin. Slaktesvin og særlig purker kan med fordel ha en del grovfôr i rasjonen og det kan en utnytte når en utvikler grasbaserte proteinfôr til gris. I andre forsøksåret endret vi derfor forsøksbehandlingen. Spørsmålet var hvor mye protein egnet til gris en kan ekstrahere fra engavlinger.

Produksjon av proteinkonsentrat fra engvekster er ikke kommersielt iverksatt i Norge. NIBIO har nylig åpnet et pilotanlegg for grønn bioraffinering¹. I Danmark eksisterer to kommersielle anlegg, men forretningsmodellen kan ikke overføres direkte til norske forhold. Dyrking og høsting av engvekster vil sannsynligvis ha mye tilfelles med tradisjonell engdyrking, men prosessering og ekstraksjon av protein vil kreve spesielle metoder og utstyr. Prosessen krever mye energi, men ingen spesielle tilsetningsstoffer, og det er ikke noe som skulle tilsi at bruk av GPK er i konflikt med økologiregelverket. I forskningsprosjektet OneTwo² jobbes det med å utvikle aktuelle forretningsmodeller tilpasset norske forhold. Prisen på GPK vil være avhengig av faktorer som utnyttelse av sidestrømmer, kvalitet og hvordan verdikjeden bygges opp. Vi beregnet at GPK vil være konkurransedyktig opp til 8,30 kr per kg.

Eng kan dyrkes i hele landet og engvekster utnytter en mye større andel av sollyset gjennomvekstsesongen enn ettårige åkervekster. Det at eng er en flerårig kultur med innslag av nitrogenfikserende belgvekster gjør at dyrkingen på generell basis er mindre ressurskrevende og har mindre negative miljøeffekter. Samtidig er forventningen at en kan høste like store proteinavlinger ved grønn bioraffinering som en kan få til ved dyrking av tradisjonelle proteinvekster. Forsøket i dette prosjektet viste en beskjeden proteinavling på 25 kg råprotein per daa, fordelt på tre slåtter. Det er behov for mer utviklingsarbeid før GPK kan bli en virkelighet. Vi trenger mer forskning på hele verdikjeden. For å kunne utvikle en lønnsom produksjon av grasprotein må en samtidig utnytte alle sidestrømmer og oppgradere de til høyest mulig verdi.

Det er behov for mange ulike proteinråvarer som utfyller hverandre. Ved å blande ulike råvarer kan en balansere aminosyresammensetningen til ulike dyreslag. Har fôrindustrien tilgang på mange råvarer kan de justere reseptene når det er mangel på noen råvarer eller om råvareprisen varierer. Det er spesielt viktig i økologisk produksjon der en ikke kan tilsette syntetiske aminosyrer.

Det er derfor ikke spørsmål om enten eller, men at en bør legge til rette for økt produksjon av tradisjonelle proteinvekster og samtidig utvikle nye proteinråvarer som for eksempel GPK.

Dagens krav er 30 % norskprodusert i økologisk svinefôr. Det er mulig å lage blandinger som inneholder en betydelig høyere norskprodusert og økologisk råvare. Men økologisk svineproduksjon er veldig liten og om det blir vekst blir det mangel på råvarer. Veksten skjer ikke så lenge lønnsomheten og etterspørselen er liten.

Det er også konkurranse mellom dyregrupper. Areal fordeles mellom ulike vekster og fôret mellom ulike dyregrupper. Ernæringsmessige krav og økonomi spiller inn.

3.2 Hvordan gjøre økologisk svinehold til en lønnsom produksjon?

Bøndene får ikke merpris for økologiske griseslakt når de leverer til Nortura, og tilskuddene som gis til økologiske griser er ikke høye nok til at dekningsbidraget blir like bra som for konvensjonelle slaktegriser i kombinert produksjon. Ved å bruke grovfôrandeler på 5 % for smågris, 15 % for slaktegriser over 30 kg, 10 % for diende purker og 40 % for gjeldpurker kan andelen innkjøpt kraftfôr reduseres og man kan oppnå et positivt dekningsbidrag per årspurke i økologisk produksjon. Dekningsbidraget er likevel mye lavere enn ved konvensjonell drift og for lavt til at det er økonomisk interessant. Hvis økologiske slaktegrisprodusenter skal få like bra dekningsbidrag per årspurke som konvensjonelle, må enten merkostnadene kompenseres via avtaler med mottaker av slakt, eller en del av slaktene tas tilbake og selges privat. Ved å selge griseslaktene privat, kan det tas en mye høyere pris per kg enn om man leverer til slakteri. Privatsalg fører til merarbeid, men kan også gi like godt eller bedre

¹ <https://www.nibio.no/nyheter/med-gronn-bioraffinering-kan-gris-kylling-og-fisk-spise-gress-og-alger?locationfilter=true>

² <https://www.nibio.no/prosjekter/en-avling-to-forrasjoner-lokalprodusert-for-fra-bioraffinerte-engvekster-til-melkekyr-og-slaktekylling-onetwo?locationfilter=true>

dekningsbidrag enn konvensjonelle produsenter oppnår, avhengig av hvor stor andel av slaktene som tas i retur og selges privat.

I dag er økologisk svinekjøtt en nisjeproduksjon. Om det blir flere produsenter, kan det bli vanskeligere å selge direkte. Privatsalg vil derfor antagelig ikke bli en løsning for alle. Merpris ville gi flere muligheten.

4 Konklusjoner

Prosjektgruppen konkluderer at økologisk norskprodusert presskake av høstraps og GPK er verdifulle proteinråvarer egnet til økologisk svinehold i Norge. Når fôrprodusentene har tilgang på norskprodusert raps og GPK, er det mulig å øke selvforsyningsgraden utover 30 % som er dagens krav i økologisk svinehold.

Økologisk rapsdyrking er en liten, men lønnsom produksjon selv ved lav avling. Gårdbrukere beskrev etablering av høstraps, håndtering av nepebladvepsangrep og plassering av raps i vekstskiftet som de største utfordringene i praksis. Tiltak som reduserer risikoen ved dyrkinga kan bidra til mer norsk rapskakemel tilgjengelig i kraftfôrblendingene.

Ensilasje av bladfraksjonen fra eng er mest å regne som et energifôr til svin. Når en høster kløverblader med ribbehøster som grovfôr til gris er det viktig å fjerne stenglene for å unngå legde og høy andel dødt plantemateriale i neste slått.

Verdikjede for grasprotein er ikke etablert, men kan ha et potensial dersom en lykkes med å utvikle kommersielt interessante modeller. Dersom GPK har en pris over 8,30 kr pr kg råvaren «tvinges inn» ved dagens prisbilde (2024).

De som driver med økologisk slaktesvin, må bruke alternative salgskanaler for å kunne oppnå god inntjening. For at økonomien i økologisk slaktegrisproduksjon skal bli like god som i konvensjonell, må økologiske produsenter få kompensert for merkostandene i produksjonen.

Det finnes praktiske, økonomiske og politiske barrierer som gjør at selvforsyningsgraden er lavere enn den kunne ha vært. Vekst i antall produsenter og samtidig økt selvforsyningsgrad krever utviklingsarbeid i et verdikjedeperspektiv.

Forsknings- og utviklingsspørsmål som kom fram i prosjektet:

- Hvordan unngå at nepebladveps blir en utfordring ved dyrking av økologisk høstraps?
- Hvordan kan en øke utbytte og proteinkonsentrasjon i proteinkonsentrat fra engvekster?
- Hvordan kan en bærekraftig verdikjede for grønn bioraffinering se ut i Norge?

Litteraturreferanse

- Adler, S.A., Johansen, A., Ingvoldstad, A.K., Eltun, R., & Gjerlaug-Enger, E.J. 2018. Forages - a local protein source for growing pigs, in: Udén, P., Eriksson, T., Spörndly, R., Rustas, B.-O., Liljeholm, M. (Eds.), Proceedings of the 9th Nordic Feed Science Conference, Uppsala, Sweden, June 12-13 2018. Swedish University of Agricultural Sciences Uppsala 2018, Department of Animal Nutrition and Management, pp. 61–65.
- Adler, S., & Løes A-K. 2014. - Vet du hva som er i kraftfôret? Økologisk Landbruk 2014(2):20–23.
- Ahlström, C., Thuvander, J. & Rayner, M. m.fl. 2022. Pilot-Scale Protein Recovery from Cold-Pressed Rapeseed Press Cake: Influence of Solids. Recirculation. Processes, 10(3).
<http://dx.doi.org/10.3390/pr10030557> .
- Boisen, S., Hvelplund, T., & Weisbjerg, M.R. 2000. Ideal amino acid profiles as a basis for feed protein evaluation. Livest. Prod. Sci. 64:239–251. doi:10.1016/S0301-6226(99)00146-3
- Botterli, V., Adler, S.A., Frøseth, R.B., & Lund, T. 2023. Dyrking av økologisk fôrprotein i Norge, 12 videoer. YouTube, 31. juli 2023.
<https://www.youtube.com/playlist?list=PL7djK2lU32SMHFQliyTd5P72hFmzWjCLO>
- Center for frilandsdyr og Seges. 2019. Grovfoder til grise. <https://www.frilandsdyr.dk/wp-content/uploads/2019/04/Grovfoder-til-grise-A4-haefte-web.pdf>
- CORE Organic Cofund. 2020 (1. september). ProRefine
<https://projects.au.dk/coreorganiccofund/core-organic-cofund-projects/prorefine>
- Debio. 2023. Debio ressurser. <https://portal.debio.no/certsearch/no>
- Ebbesvik, E., Frøseth, R.B., & Strøm, T. 2017. Økt egetprodusert fôr i økologisk husdyrhold. Utredning. NORSØK Rapport 2(6). 50 s. <https://orgprints.org/id/eprint/32646/>
- Edwards, S. 2002. Feeding organic pigs. A handbook of raw materials and recommendations for feeding practice. University of Newcastle upon Tyne. 61 p.
- Evju, I., & Valand, S. 2022. Spikeren i kista for øko-høstraps? Økologisk Landbruk 2022(1):30–31
- Feedipedia. 2020. Animal feed resources information system. 1. September.
<https://www.feedipedia.org/>
- Frøseth, R.B., Abrahamsen, U., Adler, S.A., Evju, I., Grieu, C., Rostad, B.I., Waalen, W. 2024. Økologisk produksjon av høstraps. NIBIO POP 10(24) <https://hdl.handle.net/11250/3134728>
- Gaffey J., Rajauria G., McMahon H., Ravindran R., Dominguez C., Ambye-Jensen M., Souza M.F., Meers E., Aragon 'es M.M., Skunca D., Sanders J.P.M. 2023. Green Biorefinery systems for the production of climate-smart sustainable products from grasses, legumes and green crop residues. Biotechnology Advances 66 (2023) 108168. <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2023.108168> .
- Gjefsen, T. 2017. Fôr og fôring av gris. <https://www.agropub.no/fagartikler/for-og-foring-av-gris>
- Hegrenes, A. og Vennesland, B. 2020. Utegris samanlikna med innedrift. Investeringsbehov og dekningsbidrag. NIBIO Rapport (6)158.
- Hovland, I. 2022. Handbok for driftsplanlegging. NIBIO BOK 8(3).
- Hovland, I. 2023. Handbok for driftsplanlegging. NIBIO BOK 9(6).
- Ingris 2023. Årsstatistikk 2022.
<https://www.animalia.no/contentassets/28e0db72674d496186f0570a9e606fca/arsstatistikk-2022.pdf>

- Johansson B., Kumm K.-I., Åkerlind M. & Nadeau E. 2015. Cold-pressed rapeseed cake or full fat rapeseed to organic dairy cows—milk production and profitability. *Organic Agriculture*, 5:29–38. <https://doi.org/10.1007/s13165-014-0094-y>.
- Jordbruksverket 2023. Vägen till ekologisk grisproduksjon. Jordbruksinformasjon 12.
- Knutsen, H., Haukås, T., Kårstad, S., & Milford, A.B. 2016. Økonomien i økologisk jordbruk. NIBIO Rapport 2(124). 80 s.
- Landbruks- og matdepartementet. 2020. Forskrift om hold av svin. <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2003-02-18-175>
- Lundon, A.R., Henriksen B.I.F., Abrahamsen, U., Eltun, R., & Bjerke, O. 2009. Næringsforsyning til økologiske oljevekster. *Bioforsk FOKUS* 4(1):155–159.
- Mattilsynet 2023. Regelverksveileder Økologisk landbruk. Utfyllende informasjon om regelverket for økologisk landbruksproduksjon. Versjon 05.12.2023. <https://www.mattilsynet.no/planter-og-dyrking/okologisk-landbruk/veileder-okologisk-landbruk>
- Micke, B., Adler, S., Forkman, J. & Parsons, D. 2023. Production and nutrient composition of forage legume fractions produced by juicing and leaf stripping. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B — Soil & Plant Science*. 73: 199-212 <https://doi.org/10.1080/09064710.2023.2265147>
- Micke, B., Bergqvist, S., Adler, S., Morel, J., Parsons, D. 2023. Fractionation of mixed grass and clover stands using a leaf stripper. *Grass Forage Sci.*79: 158-169. <https://doi.org/10.1111/gfs.12623>
- Maehre H.K., Hamre K. & Elvevoll E.O. 2013. Nutrient evaluation of rotifers and zooplankton: feed for marine fish larvae. *Aquacult Nutr*, 19:301-311.
- Norsk Økoraps. 2023. Gode dekningsbidrag. <https://www.okoraps.no/hvorfor-raps-2/>
- Norsvin 2023. Prognose 2. halvår 2023. Dekningsbidragskalkyle for kombinert produksjon
- NRC (National Research Council). 2012. Nutrient Requirements of Swine. 11th rev. ed. Natl. Acad. Sci., Washington, DC. 400 p.
- Olberg, E.K., Strøm, T., Rogneby, T.J., Abrahamsen, U., & Eltun, R. 2005. Produksjon av proteinråvarer til økologisk kraftfôr. *Planteforsk, Grønn kunnskap*, 9(104). 25 s. <http://hdl.handle.net/11250/2505645>
- Pirie, N.W. 1942. The direct use of leaf protein in human nutrition. *Chemistry & Industry*. 61, pp. 45-48.
- Renaudeau, D., Jensen, S.K., Ambye-Jensen, M., Adler, S., Bani, P., Juncker, E., & Stødkilde, L. 2022. Nutritional values of forage-legume-based silages and protein concentrates for growing pigs. *animal* 16(7):100572. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2022.100572>
- Rouelle, H.M. 1773. Observations sur les féculs ou parties vertes des plantes, & sur la matiere glutineuse ou végétale animale. De l'Imprimerie de Vincent.
- Ruud, T., & Melås, A.M. 2023. Muligheter og utfordringer for økt produksjon av økologisk svinefôr. *Ruralis Rapport* nr. 7/2023. <https://ruralis.no/wp-content/uploads/2024/01/r-7-23-muligheter-og-utfordringer-for-okt-produksjon-av-okologisk-svinefor-t--ruud-og-a-m--melas.pdf>
- Serikstad, G.L., & Adler, S.A. 2022. Dyrking av høstraps. *Agropub*, 7. juli 2022. <https://www.agropub.no/fagartikler/dyrking-av-okologisk-hostraps>
- SSB. 2023. Statistikkbanken husdyrhald. <https://www.ssb.no/statbank/table/12663/>
- Stoffel W., Chu F., Ahrens E.H. 1959. Analysis of Long-Chain Fatty Acids by Gas-Liquid Chromatography - Micromethod for Preparation of Methyl Esters. *Anal Chem*, 31:307-308.

Stødkilde, L., Damborg, V.K., Jørgensen, H., Lærke, H.N., & Jensen, S.K. 2018. White clover fractions as protein source for monogastrics: dry matter digestibility and protein digestibility-corrected amino acid scores. *J. Sci. Food Agric* 98:2557–2563. doi:10.1002/jsfa.8744

Stødkilde, L., Damborg, V.K., Jørgensen, H., Lærke, H.N., & Jensen, S.K. 2019. Digestibility of fractionated green biomass as protein source for monogastric animals. *Animal* 13(9):1817–1825. doi:10.1017/s1751731119000156

Waalén, W., & Olsen, A.K.B. 2021. Sortsforsøk i høstraps. *NIBIO BOK* 7(1):152–154.
<https://hdl.handle.net/11250/2837047>

Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) ble opprettet 1. juli 2015 som en fusjon av Bioforsk, Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (NILF) og Norsk institutt for skog og landskap.

Bioøkonomi baserer seg på utnyttelse og forvaltning av biologiske ressurser fra jord og hav, fremfor en fossil økonomi som er basert på kull, olje og gass. NIBIO skal være nasjonalt ledende for utvikling av kunnskap om bioøkonomi.

Gjennom forskning og kunnskapsproduksjon skal instituttet bidra til matsikkerhet, bærekraftig ressursforvaltning, innovasjon og verdiskaping innenfor verdikjedene for mat, skog og andre biobaserte næringer. Instituttet skal levere forskning, forvaltningsstøtte og kunnskap til anvendelse i nasjonal beredskap, forvaltning, næringsliv og samfunnet for øvrig.

NIBIO er eid av Landbruks- og matdepartementet som et forvaltningsorgan med særskilte fullmakter og eget styre. Hovedkontoret er på Ås. Instituttet har flere regionale enheter.