



Foto: Anne Kjersti Bakken,

Grønngjødsel i økologisk korndyrking

- Resultat fra Byggro-prosjektet

Sissel Hansen og Randi B. Frøseth

Helårs grønngjødsel brukes for å bedre jordas fruktbarhet og sanere ugras. Det er mye næring i en slik grønngjødseleng. Mest mulig av denne næringen må være tilgjengelig når kornet trenger det. Dette for å sikre gode avlinger og unngå forurensing. I Byggro-prosjektet har vi prøvd ut ulike håndtering av helårsgrønngjødsel. Etter slått ble grønnmassen enten hakket og tilbakeført, fjernet eller fermentert i biogasreaktor og delvis tilbakeført som gjødsel til korn neste vår.

Resultat fra en del tidligere undersøkelser tydet på at i næringsrik jord vil kortvarig grønngjødseleng øke kornavlingene året etter like mye, enten den overjordiske plantemassen blir fjernet eller blir liggende. Samtidig er det vanlig å la

grønnmassen bli liggende etter slått. Vi ønsket derfor å undersøke effekt ulike grønngjødselhandtering på ulike jordarter og i ulikt klima og om grønnmassen kunne nyttes mer effektivt, gjennom biogasfermentering.



Korndyrking er en utfordring i husdyrløse økologiske driftssystemer og preges av lavt avlingsnivå med store årsvariasjoner og problem med lav hektolitervekt. En årsak er lav nitrogenmengde til plantene i tidlig vekstfase. Bygg tolererer dette dårligere enn andre kornarter. Foto: Oddvar Bjerke



Ettårig kløverrikt grønngjødseleng er mye brukt for å øke nitrogenmengden for påfølgende kornvekst, bedre jordstrukturen, sanere patogener og ugras. Plantematerialet er også fôr til meitemark og annet jordliv som trengs for å opprettholde ei levende jord. Foto: Anne Kjersti Bakken



Når plantemassen fra flere slåtter med grønngjødseleng blir liggende på bakken kan betydelige mengder nitrogen gå tapt i grønngjødselåret og påfølgende vinter. I tillegg til at tapene fører til redusert gjødsleffekt, kan næringsstoff på avveie forurense luft og vann. Foto: Anne Kjersti Bakken

Ved biogassfermentering dannes metan og ammonium ved at lett nedbrytbart organisk materiale i gjødsla omdannes anaerobt. Metanet (biogass) kan benyttes til produksjon av varme, elektrisk strøm eller til drivstoff. Bioresten er lettflytende, kan spres om våren når kornet har mest behov for næring og inneholder ammonium som er lett tilgjengelig for plantene. Men hva skjer med meitemarken når mye av maten blir tatt bort enten ved at den overjordiske grønnmassen blir helt fjernet, eller det lett nedbrytbart organisk materiale er tatt ut av bioresten?



I 2008 var det ugjødslet bygg (Sunnita) med undersådd grønn gjødsel på feltene. Her er det like før tresking på Apelsvoll. Kornavlingene var 194, 262, 240 og 202 kg tørrstoff per dekar for henholdsvis Kvithamar, Værnes, Apelsvoll og Ås. Foto: Oddvar Bjerke

Feltforsøk

Fire feltforsøk ble gjennomført i perioden 2008-2011. To av feltene lå i Midt-Norge, på siltig mellomleire på Kvithamar og siltig sand på Værnes. Et felt var på lett-leire ved Apelsvoll på Toten og ett på mellomleire på Ås.



I 2009 fikk grønn gjødselenga ulik behandling. For å kunne sammenligne med jord uten grønn gjødsel ble det dyrket havre (Gere) uten gjødsel. Grønn gjødselenga bestod av rødkløver, timotei, engsvingel og flerårig raigras. Foto: Oddvar Bjerke



Grønn gjødselenga ble slått tre ganger. Grønnmassen ble enten liggende på stubben for å råtne eller ble fjernet. Foto: Anne Kjersti Bakken



Halve arealet der den overjordiske grønnmassen ble fjernet i 2009, ble våren 2010 gjødslet med biorest fra fermentert plantemasse tilsvarende 11 kg totalnitrogen per dekar. Foto: Anne Kjersti Bakken

Tabell 1. Ulike behandlinger av grønn gjødseleng i feltforsøk i 2008, 2009 og 2010

2008		2009		2010	
Bygg m/gjenlegg	Eng, 3 slåtter liggende	Bygg		Bygg	
Bygg m/gjenlegg	Eng, 3 slåtter fjernet	Bygg		Bygg	
Bygg m/gjenlegg	Eng, 3 slåtter fjernet	Bygg + biorest (11 kg N per dekar)		Bygg + biorest (11 kg N per dekar)	
Bygg m/gjenlegg	Eng, 2 slåtter fjernet, siste liggende	Bygg		Bygg	

Grønn gjødselavling og fôrverdi

Alle feltene overvintret bra og det ble store grønn gjødselavlinger. I gjennomsnitt for feltene inneholdt grønnmassen 920 kg tørrstoff per dekar totalt for tre slåtter. Liggende grønnmasse resulterte ikke i høyere avling i andre og tredje slått, men tendens til redusert mengde kløver i grønn gjødselenga. Så store avlinger gir mye godt grovfôr. Grønnmassen som ble fjernet, inneholdt i gjennomsnitt 920 FEm per dekar på Kvithamar, 790 FEm på Værnes, 660 FEm på Apelsvoll og 730 FEm på Ås, i sum for tre slåtter. Kvaliteten på grovfôret var god, som forventet av ei hyppig slått førsteårseng med gras og kløver. Grønnmassen inneholdt generelt mye energi og lite fiber. Proteininnholdet varierte mellom stedene og økte utover i sesongen.

Tabell 2. Konsentrasjon av energi (FEm), protein (Råprotein) og fiber (NDF) i tørrstoffet i høstet grønn gjødsel.

Sted	Slått	FEm / kg TS			Råprotein %			NDF %		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
Kvithamar		0.95	0.84	0.85	14	12	16	39	45	46
Værnes		0.94	0.81	0.86	15	12	16	38	45	42
Apelsvoll		0.94	0.84	0.98	13	15	19	36	41	34
Ås		0.94	0.86	0.85	11	16	15	44	40	41



Foto: Oddvar Bjerke



Utover sommeren ble det stor forskjeller i hvordan bygget vokste og trivdes. Her fra Kvithamar 10. juli 2010. Foto: Sissel Hansen



Her er bygget treskeklart på Værnes. Foto: Anne Kjersti Bakken.

Byggavling

Byggavlingene var størst der hele grønnmassen ble tilbakeført i grønn gjødsel året eller der halvparten av nitrogenet i grønnmassen ble tilbakeført som biorest.

Tabell 3. Byggavling* i kg per dekar året etter at slått grønn gjødsel enten ble liggende eller fjernet.

Handtering av grønnmasse	Tre liggende	Siste liggende	Fjernet	Fjernet + Biorest til bygg
Kvithamar	160	140	100	180
Værnes	380	300	250	420
Apelsvoll	370	300	290	400
Ås	290	290	280	360

På feltene med lett jord (Værnes og Apelsvoll) ble det betydelig lavere avlinger der grønnmassen ble fjernet. Til tross for tydelige tegn på nitrogenmangel tidlig i vekstsesongen på byggplanter som vokste på tung jord, ble det ikke høyere avling der grønnmassen ble liggende året før. Avlingene var noe høyere på Kvithamar der grønnmassen ble liggende, men det var stor variasjon mellom rutene. Gjødsling med biorest om våren ga like store kornavlinger på alle feltene som der hele grønnmassen hadde blitt liggende året før. På Ås-feltet ble ikke kornavlingen påvirket av grønn gjødselhandtering og gjødsling. Noe av

årsaken til manglende utslag på Ås kan være tap av korn på grunn av sen tresking.

Byggkvalitet

Fyllingsgraden i kornet var ikke tilfredsstillende der grønnmassen var fjernet på noe felt. Hektolitervekten var mindre enn 64, som er kravet til basiskvalitet for bygg. På Værnes var hektolitervekten 64 eller høyere for alle andre behandlinger. På Apelsvoll var hektolitervekten 64 der tre slåtter ble liggende. På Kvithamar og Ås var ikke fyllingsgraden tilfredsstillende for noen av behandlingene.

Det ble også analysert for innhold av mykotoksinene DON og T-2 i bygg i 2010. Innholdet var under deteksjonsgrensa på feltene i Trøndelag og lavt på Apelsvoll. På Ås var innholdet høyt, men forskjellene i nivå innenfor feltet var uavhengig av grønn gjødselhandtering.

Nitrogenets skjebne

Tabell 4: Mengde nitrogen i høstet korn og halm i 2010 i prosent av mengde nitrogen i grønnmassen som ble liggende i 2009 eller tilført med biorest våren 2010. En nitrogenmengde tilsvarende ugjødslet korn og halm er trukket fra i beregningene.

Handtering av grønnmasse	Tre liggende	Siste liggende	Fjernet+ biorest til bygg
Kvithamar	4	7	10
Værnes	9	1	16
Apelsvoll	10	16	24
Ås	2	5	15

Totalt ble rundt 30 kg nitrogen per daa bundet fra luften i grønn gjødselåret via symbiosen mellom kløver og rhizobiumbakterier. I tillegg ble en del nitrogen bundet også i anleggsåret 2008. Dette nitrogenet finnes i høstet grønnmasse, stubb og røtter og er tilført jorda. I de fleste tilfelle ble det tilført mer nitrogen enn det som ble fjernet med kornet, også der grønnmassen ble fjernet; 12 kg nitrogen per dekar på Kvithamar, 6 kg på Værnes, 5 kg på Apelsvoll og 1 kg på Ås. Lavt innhold av uorganisk nitrogen i jorda og bare små mengder som var tatt opp av kornet, tyder på at bare en liten

Utslipp av drivhusgassen lystgass (N_2O) ble målt hver uke i grønn gjødselåret 2009 og kornåret 2010 i feltet på Ås i den snøfrie perioden. Liggende grønnmasse førte bare til en liten økning i utslipp av lystgass i grønn gjødselåret enn der grønnmassen ble fjernet (+ 37g lystgassnitrogen per dekar). Ulik handtering av grønn gjødselengde i 2009 og tilførsel av biorest våren 2010 påvirket ikke utslippene av lystgass i kornåret 2010. Foto: Sissel Hansen.

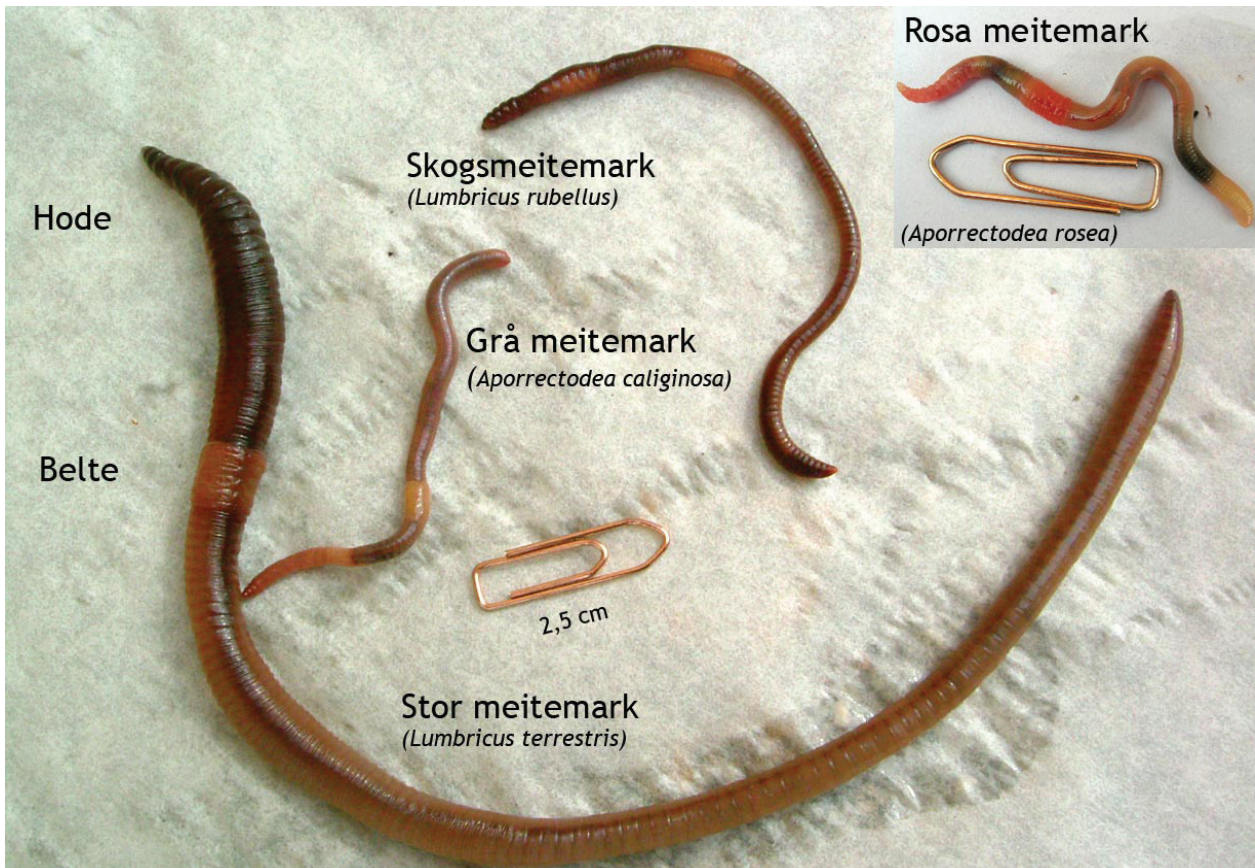
Det ble tilbakeført rundt 22 kg nitrogen per dekar der grønn gjødselengde ble liggende, men bygget inneholdt bare 0,5-2 kg nitrogen mer per dekar der grønnmassen ble liggende enn der den ble fjernet. Det er dermed rundt 20 kg nitrogen per dekar fra liggende grønnmasse som ikke har blitt tatt opp av bygget.

var plantetilgjengelig de to årene vi registrerte dette. Mesteparten av det uorganiske nitrogenet var i det øverste jordlaget. Gjødsling med biorest våren 2010 der grønnmassen ble fjernet i 2009, økte innholdet av uorganisk nitrogen i de øverste 20 cm av jorda to uker etter at bygget spirte. Det ble ikke registrert noe tilsvarende økt innhold av uorganisk nitrogen i jorda der grønnmassen ble liggende i 2009.





Det var tydelig forskjell i jordstruktur og tekstur mellom de ulike feltene. Til venstre leirjord fra Kvithamar og til høyre sandjord fra Værnes. Stabile jordaggregat er viktig for en god jordstruktur. På alle felt var jordaggregatene mer stabile der grønnmassen ble fjernet og det ble gjødslet med biorest våren 2010, enn der grønnmassen ble liggende. På Ås var det en markert økning i antall jordaggregat etter grønnmjødsling, men ikke på de andre stedene. Foto Reidun Pommeresche



Det ble funnet mest grå meitemark. Den er vanlig i Norge og henter næring i jorda. I tillegg ble det funnet en del skogsmeitemark som lever ved jordoverflata og henter næring der. Noen rosa meitemark og stor meitemark ble også funnet. Foto: Reidun Pommeresche

Meitemark

Høsten 2009 var det flere og større meitemark der grønnmassen ble liggende sammenlignet med der den ble fjernet. På Kvithamar, høsten 2010, var det fortsatt flere meitemark der grønnmassen fra

grønn gjødsel ble liggende i 2009, men i sandjorda på Værnes var det ingen forskjell. Antall og biomasse av meitemark ble ikke påvirket av gjødsling med biorest våren 2010 noen av stedene.



Når kan grønnmassen fjernes uten at det går ut over jordfruktbarhet og kornavling året etter? Her orienterer Anne Kjersti Bakken om resultatene på Kvithamarfeltet. Foto: Sissel Hansen

Anbefalinger for grønn gjødselenga

I Byggro fant vi at på de fleste feltene var byggavlingene lavere der grønnmassen fra grønn gjødsel ble fjerna enn der den ble tilbakeført. Dette samsvarer med en del undersøkelser, men ikke alle. I noen forsøk på næringsrik jord har grønn gjødsel gitt like god avlingseffekt på korn året etter

enten grønnmassen har blitt fjernet eller tilbakeført. Dersom grønn gjødsel først og fremst brukes for å øke jordas fruktbarhet i jord som er mindre næringsrik, vil det i de fleste tilfelle være aktuelt med en eller annen form for tilbakeføring av grønnmasse fra grønn gjødsel. Enklest

og rimeligst er det å la hele eller deler av plantemassen bli på jordet. Fordi det er så mye næring som blir samlet i en grønngjødseleng, kan det være hensiktsmessig å høste en eller flere slåtter og la noe bli igjen. På lett sandjord kan liggende plantemasse lett føre til utvasking. På lett jord vil det derfor være rett å bruke en annen tilbakeføringsstrategi enn å la grønnsaksplanten ligge. For å sanere flerårig ugras er det viktig at grønngjødselenga blir slått på riktig tidspunkt.

Bruk av høstet grønnsaksplantemasse

Gras og kløver i blanding er vanlig i helårs grønngjødsel. Ikke overaskende fant vi i Byggro-prosjektet at det her er snakk om mye og godt grovfôr. Der det finnes drøvtyggere, vil et samarbeid med nærmeste husdyrprodusent være en rimelig og god løsning. Grønnsaksplantemassen blir da brukt direkte som fôr, samtidig som det er husdyrgjødsel tilgjengelig til å gjødsle kornet med.

Grønnsaksplantemassen kan også ensileres eller tørkes og selges fra gården. På grunn av hyppig slått for ugrassanering er det imidlertid ofte lite aktuelt med høy. Ei engavling fører bort mye næringsstoff, spesielt lett tilgjengelig kalium. I områder med lite kalium vil det derfor kunne bli kalium-mangel for etterfølgende korn dersom det ikke tilføres ny næring.

For å kunne bruke plantemassen som gjødsel året etter må den oppbevares over vinteren. Dette kan gjøres ved at plantemassen fra grønngjødsel tørkes, ensileres, komposteres eller omdannes anaerobt i biogassanlegg. Både tørket og ensilert gras brytes sakte ned og er derfor lite egnet som vårgjødsel til korn.

I områder uten husdyr vil det være kom-

postering eller biogassfermentering som er aktuelt. Kompostering krever ikke så kostbare anlegg som biogassfermentering og kan gjøres på den enkelte gård ved å blande grønnsaksplantemasse og jord, snu det ofte de første 3 ukene og dekke med presenning eller annet for å beskytte mot regn og sol. Komposten vil kunne være et godt jordforbedringsmiddel. Spesielt på lett sandjord kan dette være viktig. For å kunne få en god kornavling, er det imidlertid viktig at det også finnes lett tilgjengelig nitrogen på våren.

Biorest

I biorest fra biogassproduksjon er nitrogenet mer tilgjengelig enn i kompost. Biorest er det som blir igjen når lettløselige karbohydrater er omdannet til metan i et biogassanlegg. Da vi startet dette prosjektet, så vi for oss at sommerens grønnsaksplantemasse kunne omdannes i ei jernku (enkelt biogassanlegg) over vinteren. Men for å kunne lykkes med et biogassanlegg er det mye som må være på plass, blant annet en kontinuerlig tilførsel av lett tilgjengelige karbohydrater. Å tilpasse biogassbehandling til mindre, husdyrløse gårdsbruk i Norge innebærer derfor en del utfordringer:

- Å hindre at det blir for surt for metanbakteriene på grunn av melkesyreproduksjon slik at prosessen stopper opp
- Å sikre høy nok temperatur
- Enkle anlegg kan gi metanlekkasje - og dermed klimagassutslipp
- Liten kontinuitet i biogassproduksjonen gjør det vanskeligere å utnytte gassen.

Det er ennå ikke funnet gode tekniske løsninger på dette. Å behandle grønn gjødsel i store sentrale anlegg er et alternativ, enten ved at flere gårder slår seg sammen eller å samarbeide med eksisterende biogassanlegg der slike finnes i rimelig nærhet til gården. Selv om bruken av biorest ser lovende ut

gjenstår det derfor fortsatt en del utprøvinger. Fordi karbonet som fjernes ved biogassfermentering er en viktig energikilde for organismene i jord, trengs det mer langvarige utprøvinger for å kunne si noe om effekt på jordlivet.

En vil kunne få økte kornavlinger dersom grønnmassen blir liggende på jorda etter slått, med størst effekt der jorda har minst næring. Hvor stor del av grønnmassen som kan bli liggende uten fare for utvasking, avhenger av jordart og klima. I sandjord kan næringen i tilført grønnmasse raskest kunne bli tilgjengelig for kornet, samtidig er faren for utvasking størst i sandjord. For å opprettholde jordfruktbarheten uten fare for utvasking kan grønnmassen behandles ved kompostering eller biogassfermentering og tilbakeføres som næring til korn året etterpå.



Takk til

Norges forskningsråd, Forskningsfondet, Jordbruksavtalens forskningsmidler, Bioforsk, UMB, Felleskjøpet Agri, Norgesfôrog Fiskå Mølle som har finansiert prosjektet «Improving barley yields in organic stockless farming systems through innovations in green manure management, BYGGRO».

Forskergruppen Anne Kjersti Bakken, Marina Bleken, Hugh Riley, Reidun Pommeresche, Ove Bergersen, Tormod Briseid, Kristian Thorup Kristensen, Kjell Christensson, til våre teknikerne, spesielt til Anne Langerud, Oddvar Bjerke og Torill Trædal som har vært ansvarlig for den praktiske gjennomføringen av feltarbeidet, og for innspill fra Einar Strand, Anders Eggen-og, Johan Swärd i prosjektets referansegruppe.

Her kan du lese mer

www.agropub.no - Tema grønn gjødsel <http://agropub.no/id/10436>

Temaark om økologisk kornproduksjon. <http://www.agropub.no/id/165.2>

S.Dahlin, M.Stenberg, H.Marstorp og B.Stenberg, 2011. Kvævefixering i rödklöverrika vallar - kvantifisering av N i hela växten samt N utsöndrat från rötter. <http://www.greppa.nu/omgreppa/nyheter/putsningokarkvavefixeringigrongodslingsvallar.5.1fec19c313cf285924f8000130.html>

G. Serikstad, S.Hansen og A. de Boer, 2013. Biologisk nitrogenbinding - belgvekster som kilde til nitrogen. Bioforsk Fokus vol 8, nr 3, 30 s. [http://www.bioforsk.no/ikbViewer/Content/102572/Bioforsk%20FOKUS%208%20\(3\)%20Biologisk%20nitrogenbinding-web.pdf](http://www.bioforsk.no/ikbViewer/Content/102572/Bioforsk%20FOKUS%208%20(3)%20Biologisk%20nitrogenbinding-web.pdf)

L.O. Brandsæter, K. Mangerud, S.M. Birkenes, G. Brodal og A. Andersen, 2009. Plantevern og plantehelse i økologisk landbruk. Bind 3 - Korn, oljevekster og kjernebelgvekster. Bioforsk Fokus vol 4, nr 4. www.bioforsk.no/ikbViewer/page/tjenester/publikasjoner/publikasjon?p_document_id=39021

S.Nadeem, S. Hansen, M. Azzaroli Bleken og P. Dörsch, 2012. N₂O emission from organic barley cultivation as affected by green manure management. *Biogeosciences*, 9, 2747-2759

W.Stinner, K.Moller og G.Leithold,2008. Effects of biogas digestion of clover/grass-leys, cover crops and crop residues on nitrogen cycle and crop yield in organic stockless farming systems. *Eur. J. Agron.* 29, 125-134.

BIOFORSK TEMA
vol 8 nr 2
ISBN-13 nummer: : 978-82-17-01090-6
ISSN nummer: ISSN 0809-8654
Layout: Anita Land
Fagredaktør:
Atle Wibe
Ansvarleg redaktør:
Forskningsdirektør Nils Vagstad