



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Produkter av husdyrgjødsel

Nye foredlingsmetoder og produkter fra separert og biogassbehandlet husdyrgjødsel

NIBIO RAPPORT | VOL. 2 | NR. 161 | 2016



Arne Sæbø, Geo van Leeuwen, Tormod Briseid og Lars Nesheim, NIBIO
Divisjon for matproduksjon og samfunn/Eiendomsstab

TITTEL/TITLE

Produkter av husdyrgjødsel - nye foredlingsmetoder og produkter fra separert og biogassbehandlet husdyrgjødsel

FORFATTER(E)/AUTHOR(S)

Arne Sæbø, Geo van Leeuwen, Tormod Briseid og Lars Nesheim

DATO/DATE:	RAPPORT NR./ REPORT NO.:	TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY:	PROSJEKTNR./PROJECT NO.:	SAKSNR./ARCHIVE NO.:
06.03.2017	2/161/2016	Åpen	10375	17/00363
ISBN:	ISSN:	ANTALL SIDER/ NO. OF PAGES:	ANTALL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES:	
978-82-17-01766-0	2464-1162	19		

OPPDRAUGSGIVER/EMPLOYER:

Jæren Biogass AS

KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:

Olav Røysland

STIKKORD/KEYWORDS:

Biorest, separert husdyrgjødsel, gjødsel, vekstmedier

Digestate, separated manure, manure, fertilizers, growing substrates

FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK:

Fôr og husdyr

Grassland and Livestock

SAMMENDRAG/SUMMARY:

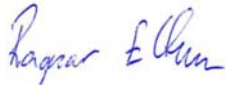
Rapporten gir resultater fra et forprosjekt finansiert av Jæren Biogass og VRI i Rogaland. Jæren Biogass skal separere husdyrgjødsel hos bønder og den tørre fraksjonen skal fraktes til et biogassanlegg. Den flytende fraksjonen skal imidlertid brukes som husdyrgjødsel på bruket der separasjonen blir gjort. I prosjektet har vi fått analysert innholdet av næringsstoffer i separert gjødsel. Resultatene viste at separeringen bevarte en betydelig mengde totalnitrogen og fosfor i den tørre fraksjonen. Dermed må en øke mengden flytende gjødsel tilført på bruket, dersom en skal kompensere for den næringen som forsvinner med den tørre fraksjonen til biogassanlegget.

Dersom bioresten etter biogassproduksjon ikke skal brukes på gården der gjødselen hadde sitt opphav, så må en finne nye bruksmarkeder for bioresten. Separert kugjødsel og biorest ble testet som ingredienser i vekstmedier. Resultatene viste at fraksjonene ikke var gode nok uten innblanding av andre komponenter, men tilveksten til plantene var tilfredsstillende i de beste blandingene. Imidlertid må en videreutvikle vekstmedier med bruk av gjødsel, kompost, biorest og andre komponenter for å kunne produsere optimale blandinger til de mest aktuelle plantene.

**NIBIO**NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

LAND/COUNTRY: Norge
FYLKE/COUNTY: Rogaland
KOMMUNE/MUNICIPALITY: Klepp
STED/LOKALITET: NIBIO Særheim

GODKJENT /APPROVED



RAGNAR ELTUN

PROSJEKTLEDER /PROJECT LEADER



ARNE SÆBØ



Innhold

1 Innledning.....	5
2 Mål og delmål for prosjektet.....	7
3 Materialer og metoder.....	8
4 Resultater fra analysene av husdyrgjødsel.....	9
5 Resultater fra forsøk med vekstmedier.....	14

1 Innledning

Jæren Biogass AS er etablert for å produsere biogass fra husdyrgjødsel og annet organisk avfall fra gårdsbruk. Bedriftens anlegg er lokalisert på gården til Olav Røysland på Voll i Klepp kommune, ca. 600 m fra rågassnettet til Klepp Energi. Jæren Biogass har i dag etablert en våtreaktor (Telemarksreaktor) basert på husdyrgjødsel. Separering av husdyrgjødsel ble startet opp sesongen 2016. En tørreaktor ble installert våren/sommeren 2016. Høsten 2016 ble tørrfraksjonen av svinegjødsel plassert i containere for perkolasjon og fermentering i det nye anlegget bygd for produksjon av biogass. Perkolasjonen består i at den tørre fraksjonen av husdyrgjødsel blir tilført vann som siger gjennom biomassen og vasker ut energirike fraksjoner. Dette transporteres så med væskestrømmen til bireaktoren hvor biogassen produseres. Produktene fra denne behandlingen av husdyrgjødsel og andre organiske fraksjoner er, i tillegg til gass, også biorestene i tørr og våt fraksjon etter endt prosess.

Det meste av næringsstoffene i husdyrgjødselen blir bevart gjennom prosessen og utfordringen vil bli å disponere bioresten på best mulig måte; som gjødsel, jordforbedringmiddel eller nye produkter som kan selges med fortjeneste. Aktuelle kunder er landbruket, for eksempel kornbønder på Østlandet, eiere av privathager og offentlige aktører som etablerer og skjøtter ulike typer av grøntanlegg. Prosjektet skal gi kunnskap som grunnlag for verdiskaping og en bedre bruk av og resirkulering av ressursene som ligger i husdyrgjødsel på Jæren.

Dersom det skal være aktuelt å produsere og transportere gjødsel, så må husdyrgjødselen først bearbeides til produkter som det er vilje til å betale for. Slike produkter finnes, blant annet importert fra utlandet. Sannsynligvis ligger det godt til rette for å produsere handelsgjødsel som pelletert husdyrgjødsel, slik at produktene kan supplere og erstatte mineralgjødsel. Sammenliknet med mineralgjødsel, så vil husdyrgjødsel tilføre mikronæringsstoffer til plantene og organisk materiale som er «mat» for et bredt spekter av nyttige organismer i jorda. Det er stort behov for å finne erstatning for torv i vekstmedier. Satsing på flere produkter basert på restprodukter fra landbruket og bedre utnytting av husdyrgjødsel kan således begrunnes ut fra mer bærekraftige løsninger og økt verdiskaping innenlans.

Vi vet mye om innholdet av næring i husdyrgjødsel (Daugstad et al., 2012). Ved behandling i en biogassprosess vil det foregå en mineralisering under reduserende forhold og en andel av organisk nitrogen vil omdannes til ammonium. Også en del organisk bundet fosfor vil mineraliseres og danne ortofosfat. Man mister ikke nitrogen, kalium, fosfor eller andre mineraler under selve biogassprosessen, men under visse betingelser kan ammonium og fosfor sammen med magnesium felle ut som struvit. Noe «slimstoffer» vil også brytes ned slik at gjødsla blir noe mere tyntflytende og trenger således lettere ned i jordsmonnet ved spredning. På den annen side kan vi få en viss økning i pH, og man må være oppmerksom på at en noe større andel ammoniakk kan mistes til atmosfæren ved lagring og spredning. Disse forholdene vil i stor grad være avhengig av de tilførte substratene/råstoffene, selve prosessene en bruker i ulike typer biogassanlegg, samt hvordan den produserte bioresten håndteres ved lagring og spredning.

En prøveproduksjon av pellets basert på kugjødsel ble gjennomført i et tidligere VRI-prosjekt ved Norsk Naturgjødsel AS (Paulsen et al. 2015). I vårt prosjekt skulle en i tillegg teste produksjonen av pellets fra biorest av kugjødsel og svinegjødsel. Som en vil se av resultatene (Tabell 5) er bioresten vi arbeidet med fattig på næringsstoffer og er derfor lite egnet til produksjon av gjødsel. Derfor ble det ikke gjennomført pelletering av biorest i denne omgangen. Dersom det skal være interessant å lage pelletert gjødsel basert på biorest fra biogassproduksjonen, så må en i tilfelle anrike næringsinnholdet. En biorest fattig på plantenæring kan derimot være meget interessant når en skal lage nye vekstmedier eller strø.

I dette prosjektet var målet å dokumentere innholdet av næringsstoffer i ulike fraksjoner av husdyrgjødsel og i bioresten etter biogassproduksjon, samt en testing av effekter av slike fraksjoner brukt som gjødsel og tilslag i vekstmedier.

VRI-prosjekta skal også fungere som forprosjekt til større prosjekter. NIBIO har gjennom dette VRI-prosjektet etablert et samarbeid mellom Norsk Naturgjødsel a.s., Jæren Biogass a.s. og NIBIO for å videreutvikle produkter basert på separert husdyrgjødsel og biorest etter biogassproduksjon.

2 Mål og delmål for prosjektet

Hovedmål:

Foredle husdyrgjødsel som har gått gjennom en fase med biogassproduksjon til pelletert gjødsel, eller som bestanddel i et torvfritt vekstmedium.

Delmål:

Dokumentere næringsinnhold i husdyrgjødselfraksjoner etter separering, biogassfermentering og pelletering.

- Vurdere egnethet som gjødsel
- Vurdere bruksområdene for gjødselproduktene
- Teste ulike typer pelletert gjødsel og pilotblandinger av vekstmedier basert på lokale råstoffer.
- Forberede videre arbeider for å ta vare på verdifulle næringsstoffer (spesielt nitrogen og fosfor) i husdyrgjødsel, for å lage produkter som erstatning for importert hagegjødsel eller torvbaserte vekstmedier.

Ved å separere husdyrgjødsel, blir den tørre fraksjonen billigere å frakte inn til biogassanlegga. Dersom bioresten ikke blir tilbakeført til bruket der gjødselen er produsert, så blir spørsmålet hvordan det påvirker spredearealproblematikken. Bonden må i slike tilfeller enten kjøpe inn gjødsel for å kompensere for det som er fraktet ut av bruket, eller en kan bruke større mengder av den igjenværende flytende fraksjonen av husdyrgjødselen. Valg av separasjonsteknikk vil kunne påvirke i hvilken grad ammonium og kanskje i særlig grad fosfor fordeler seg mellom vandig og avvannet fase.

3 Materialer og metoder

Prøver ble samlet inn av separert gjødsel, samt prøver av husdyrgjødsel som har vært gjennom prosessene for produksjon av biogass. Prøvene ble analyserte for næringsstoffer og metaller av Eurofins.

Et forsøk med bygg, sommerblomster og tomat ble gjennomført i veksthus i perioden fra og med uke 41 til og med uke 46. Alle kulturene ble dyrket i 2 liters plastpotter, fylte med de respektive vekstmediene (Tabell 1). Tomatplantene ble plantet inn i pottene med de ulike vekstmediene 10 dager etter såing med 2 planter per potte. Bygg og en blanding av sommerblomster ble sådd direkte i potter med henholdsvis 5 frø og 0,25 gram frø per potte. Under spirefasen (10. – 27. oktober) var temperaturen i veksthuset 21°C (D/N), med tilleggsbelysning i 18 timer/døgn med høytrykks-natriumlamper. Fra 27. oktober til avsluttet forsøk 17. november, var temperaturen 19/17 °C (Dag/Natt) og tilleggsbelysning ble gitt i 12 timer/døgn. Plantene fikk vann etter behov. Sammensetning av standard torvmediet (Degerness Torvstrøfabrikk) var med 90% hvitmosetorv og 10% sand. pH i mediet var 5,5 – 6,5 og ledetall mellom 2,0 og 4,0 mS cm⁻¹. Gjennom forsøket fikk ikke plantene ekstra gjødsling. Det var tre gjentak for hver behandling.

Fem uker etter såing ble forsøket avsluttet med følgende registreringer for hver potte; plantehøyde (cm), bomasse (gram tørrmasse per potte), antall blader og klorofyllinnhold (relativ mengde, Hansatech CL-01).

Tabell 1. Forsøksblandingene til testing som vekstmedium. Blandinger i volum-%. Tørr svin og tørr ku er separert tørr fraksjon av henholdsvis svinegjødsel og kugjødsel.

Mix	Tørr svin	Biorest svin	Tørr ku	Kompost	Sand	Torv*	Biokull
1	100						
2		100					
3			100				
4	30	30		20	15		5
5		30	30	20	15		5
6	45				10	40	5
7			45		10	40	5
8						100	

*Torvmediet var av kommersiell type tilpasset til planteproduksjon; kalka og gjødsla.

Dataene ble statistisk analysert med SAS proc GLM. De viktigste resultatene vises i det følgende.

4 Resultater fra analysene av husdyrgjødsel

Analyseresultatene av ulike opphav og fraksjoner av husdyrgjødsel er presentert i Tabell 2 og 3.

Tabell 2. Resultatene fra analyser av separert gjødsel fra tre besetninger med ku (Ku1, Ku2 og Ku3). Analyser for hver av de to separerte fraksjonene flytende (FI) og fast (Fa).

Parameter/prøve	KU1- FI	KU2- FI	KU3- FI	KU1- Fa	KU2 -Fa	KU3- Fa
Tørrstoff %	4,4	4,5	4,6	25,9	32,1	33,1
pH	7,29	7,04	7,48	8,57	8,06	8,44
C/N-forhold	6,3	6,2	6,3	24,1	29,5	30,4
NH4-N kg/tonn*	1,8	1,8	1,8	1,9	1,5	1,6
N kg/tonn	3,13	3,24	3,22	5,15	5,16	5,12
P kg/tonn	0,51	0,45	0,44	1,5	0,98	1,1
K kg/tonn	3,0	2,9	3,5	4,1	2,8	2,9
Cu mg/kg ts	56	45	43,0	15	12,5	15
Zn mg/kg ts	315	265	370	99	87,5	120
S kg/tonn	0,32	0,35	0,34	1,3	1,0	1,1
B mg/kg ts	23	23	22	23	17	12
Mn mg/kg ts	280	235	280	130	79,5	97
Fe mg/kg ts	850	760	1 500	520	735	1 000
Mg kg/tonn	0,53	0,57	0,59	1,4	1,1	1,1
Ca kg/tonn	0,89	0,75	0,83	2,1	1,5	1,7

*Våtvekt

Analysene viser at innholdet av de ulike komponentene varierer lite for gjødsel fra ulike besetninger når det gjelder makronæringsstoffene, mens variasjonen er relativt stor for enkelte av mikronæringsstoffene. Imidlertid har separasjonen også gitt forskjeller i tørrstoffinnhold i den tørre fraksjonen, med 7,2 prosentpoeng forskjell fra lavest (25,9 %) til høyeste tørrstoffinnhold (33,1 %). Ut fra variasjonen i analysene og usikkerhet rundt dette, vurderer vi variasjonen mellom de ulike gjødselkildene som relativt liten.

Tabell 3. Innholdet av næringsstoffer (kg/tonn) og mengde (kg) i den tørre og flytende fraksjon beregnet ut fra andelen hver utgjør i ett tonn useparert gjødsel. Ku-gjødsel fra melkebruka sine gjødselkjellere inneholder 6-7 % ts. Ut fra det, har vi beregnet at massen etter separering fordelte seg til rundt 216 kg i tørr fraksjon (dvs 21,6 % med 30 % ts) og 784 kg i den flytende delen (dvs 78,4 % med 4.5 % ts).

Gjødsel	Tot N	kg*	NH4-N	kg*	P	kg*	K	kg*
Useparert	3,3	3,3	1,8	1,8	0,59	0,59	3,7	3,7
Separert Flytende: 4,5% ts	3,2	2,5	1,8	1,4	0,47	0,37	3,1	2,4
Separert Tørr: 30% ts	5,1	1,1	1,7	0,4	1,2	0,26	3,3	0,7
Sum i to separerte fraksjoner	-	3,6	-	1,8	-	0,63	-	3,1

Ved å separere kugjødselen har en i henhold til de foreliggende analysetalla oppnådd å ta vare på følgende mengder næringsstoffer i den tørre fraksjonen: N 31%, for P = 41% og K = 23 % (Tabell 3). En har redusert mengde fosfor i den flytende delen av husdyrgjødselen med 41% og tilsvarende for nitrogen (total-N) med 30 %. Dermed kan en øke mengden flytende gjødsel tilført per daa med 30 – 40 %, uten at en øker total mengde nitrogen og fosfor tilført i forhold til husdyrgjødsel som ikke er separert. Det betinger imidlertid at den faste delen av den separerte husdyrgjødselen ikke føres tilbake til gårdsbruket som har levert gjødselen.

Norsk Naturgjødsel lager pelletert gjødsel av en blanding av hønsegjødsel og kugjødsel og tørker ned massen til 90 % tørrstoff. Næringsinnhold er vist i Tabell 4.

Tabell 4. Innholdet (kg per tonn) av nitrogen, fosfor og kalium i en tørket og pelletert vare av separert (tørrfraksjon) av kugjødsel med 64 % tørrstoff.

Type gjødsel	Tot N	NO3 + NH4-N	P	K
Separert og tørket til 64%	36	7,2	9	18

Prosentvis innhold for N-P-K er således 4-1-2

C/N-forholdet:

Resultatene viser relativt stor forskjell i C/N-forholdet i den tørre fraksjonen for de ulike gjødselkildene. Det kan si noe om hvor stabile massene er i forhold til videre omsetning. Stabile masser har et C/N-forhold på rundt 20 eller lavere. En kan derfor vente at separerte masser, her med C/N-forhold på 25 og høyere, kan bli utsatt for mikrobiell omsetning og varmgang i massene.

Nitrogen (N):

Total nitrogen foreligger i mengder på om lag 3,1 – 3,2 kilo per tonn i den flytende delen av separert kugjødsel (30 % av nitrogenet i den separerte massen), mens i fast del er innholdet på 5,1 til 5,2 kilo per tonn (70% av det i useparert masse). NH4-N finnes i mengder på rundt 1.9 kg per tonn vare både i flytende og i fast fraksjon. For å kompensere lav nitrogenkonsentrasjon bør en øke mengden av flytende gjødsel ved gjødsling av nitrogenkrevende vekster, sammenliknet med det en tilrår for ikke-separert gjødsel.

Fosfor (P):

Basert på mengde per tonn vare er mengden fosfor i fast del om lag tredoblet av det i flytende del, med 1,2 kg per tonn i den tørre fraksjonen og 0,46 kg per tonn vare i den flytende fraksjonen. I den flytende delen er fosformengden redusert med 41 %. For å beholde samme gjødsling av fosfor fra den flytende fraksjonen som fra useparert gjødsel, så må en øke mengden tilført flytende gjødsel med om lag 40% ut fra tilrådning for bruk av storfe gjødsel.

Kalium (K):

Innholdet per tonn vare er om lag lik for flytende og fast fraksjon etter separering, med mengder mellom 2,8 og 4,1 kg per tonn gjødsel. Kalium foreligger som frie ioner (K⁺) i planteceller og i gjødsel og er regnet som lett løselig.

Mikronæringsstoffer:

Husdyrgjødsel inneholder alle stoffene som plantene har bruk for og som er tatt opp fra jorda før de gikk gjennom husdyra, der noen stoffer ble tatt opp under fordøyelsen av grovfôr og kraftfôr.

Virkingen av separering har gitt ulike utslag på hvor det er mest og minst næringsstoffer. Dette varierer sannsynligvis ut fra hvor næringsstoffene befinner seg, i løsning eller knyttet til fast stoff i gjødselen.

Tabell 5. Analyse av flytende og fast svinegjødsel etter separering, samt separert svinegjødsel etter 3 ukers perkolasjon for utvasking til biogassproduksjon.

Parameter/prøve	Svin –FI	Svin – Fa	Svin - Fa ⁻¹⁾	Svin biorest**	Grenseverdi tungmetaller*
Tørrstoff, %	2,5	29,9	29,9	44,2	-
pH	7,82	8,65	7,04	6,74	-
C/N-forhold	3,2	16,9	12	36,8	-
NH ₄ -N, kg/tonn	2,9	3,5	1,4	<0,5	-
N, kg/tonn	3,37	8,14	10,5	3,37	-
P, kg/tonn	1,4	2,8	5,7	4,5	-
K, kg/tonn	3,9	2,2	2,7	1,8	-
Cu, mg/kg ts	490	64	97	45	-
Zn, mg/kg ts	3 200	320	470	250	-
S, kg/tonn	1,66	2,2	2,9	1,2	-
B, mg/kg ts	120	57	53	20	-
Mn, mg/kg ts	1 300	210	430	540	-
Fe, mg/kg ts	4 900	3 100	2 400	12 000	-
Mg, kg/tonn	0,98	1,9	3,0	2,6	-
Ca, kg/tonn	2,3	4,7	11	12	-
Pb, mg/kg ts	-	-	0,39	2,6	40
Cr, mg/kg ts	-	-	1,9	8,5	50
Ni, mg/kg ts	-	-	1,6	5,2	20
Cd, mg/kg ts	-	-	<0,03	0,14	0,4
Hg, mg/kg ts	-	-	<0,03	<0,02	0,2

*Grenseverdiene er i henhold til gjødselvarerforskriftens verdier for slam og kompost klasse 0, som er den med minst innhold av tungmetaller. Jordforbedringsmidler i denne kvalitetsklassen kan brukes uten begrensninger så lenge mengdene ligger innenfor det pantene trenger. **Den tørre fraksjonen av separert svinegjødsel som har vært utvasket (ved perkolasjon) i tre uker som forbehandling til biogassproduksjon. ¹⁾: Fast svinegjødsel etter separering, levert til NIBIO Særheim fra Olav Røysland under etableringen av et forsøksfelt i regi av prosjektet «INTENSE».

Analyseresultatene varierer en del for noen av næringsstoffene i svinegjødsel (Tabell 5). Det ble heller ikke tatt ut prøver fra flere bruk for å kartlegge om det er store forskjeller i separerte masser mellom

produsenter. Så her bør en gjøre noen grundigere analyser enn vi har hatt kapasitet til i dette prosjektet.

Nitrogen (Total N og NH₄-N):

Det er stor variasjon i innholdet av N, med høyest innhold i den faste fraksjonen, der det finnes mellom 8 og 10 kg N per tonn. Nitrogeninnholdet i den flytende delen er i våre analyser på 3,4 kg per tonn væske. Det er mulig at en del NH₄-N er forsvunnet mellom tid for separering og tid for analyse, som følge av fordamping eller utvasking. Det kan i tilfelle forklare hvorfor det er ganske mye mindre NH₄-N i den ene av to faste fraksjoner.

I bioresten er mengden nitrogen sterkt redusert, spesielt for lettløselig ammonium (NH₄ – N), men også for total N sammenliknet med den faste fraksjonen som ikke har blitt utsatt for perkolasjon. Det kan tyde på at perkolasjonen tar med seg det meste av den lettløselige fraksjonen av nitrogen. Bioresten inneholder om lag samme mengde nitrogen per tonn (3,4 kg/tonn) som det en finner i den flytende fraksjonen av separerte svinegjødsele. Det må analyseres videre for å finne ut av totalregnskapet for næringsstoffene i systemet.

C/N-forholdet:

C/N-forholdet var lavt. Men for bioresten ligger C/N-forholdet betydelig høyere og en kan vente at varmgang intreffer i disse massene.

Fosfor (P):

Forskjellen er relativt liten mellom det en finner av P i separert gjødsel fra svin og i biorest av svinegjødsel. Således er det separasjonsprosessen som i størst grad påvirker innholdet av fosfor og ikke perkolasjonsprosessen.

Kalium (K):

Det meste av K finnes i den flytende gjødsel fraksjonen og perkolasjonen har vasket ut mye av næringsstoffet fra bioresten. Det stemmer med at kalium ikke er en del av strukturene i planter eller gjødsel, men finnes som løste ioner i plantecellene.

Andre elementer:

Analysene (Tabell 5) viser at innholdet av tungmetaller er svært lavt også om en legger til grunn grenseverdiene for avløps slam i kvalitetsklasse 0, som ikke utløser begrensninger for bruken av denne typen gjødsel i landbruksjord. Begrensningene for mengder tilført jord ligger da i det plantene har behov for av næring og organisk materiale.

Perkolasjonen (med vann) medfører stor utvasking av lettløselig næring fra den separerte gjødsele. Det er mulig denne utvaskingseffekten blir mindre når perkolasjonsvæsken etter hvert blir mer mettet med næringsstoffer. Men høy konsentrasjon av ioner og mye nitrogen i perkolasjonsvæsken kan muligens også gi uheldige virkninger på fermenteringsprosessen i reaktoren for gassproduksjon. Man skal være oppmerksom på at det under perkolasjonsprosessen sannsynligvis samtidig skjer en hydrolyse av organisk materiale som kan frigjøre næringssalter, nitrogen og fosfor i tillegg til det som allerede er vannløslig på forhånd. Dersom konsentrasjonen av ammonium blir svært høy i perkolatet (mer enn f.eks. 3 gram per liter, men det er store variasjoner i toleransen) vil det i visse tilfelle kunne hemme biogassprosessen (Anna Schnürer og Åsa Jarvis, 2009).

Sammenliknet med separert svinegjødsel, har perkolasjonen medført at de lettløselige ionene har blitt redusert i løpet av perkolasjonsprosessen, med 73% redusert innhold av Na, 54% for Cu, 68% for N, 47 % for sink. Derimot har mengdene av jern, bly, krom og nikkel økt.

Både separering av gjødsel og perkolasjon av biomasse innebærer prosesser som medfører endringer i tørrstoffinnhold og konsentrasjonen av næringsstoffer i gjødsel og biorest, sammenliknet med utgangspunktet husdyrgjødsel.

Analyseresultatene viser hvilke mengder en kan regne med blir igjen i de ulike fraksjonene av gjødsel etter en separeringsprosess. Det som mangler i dette regnskapet, er mengden næringsstoffer som befinner seg i den delen som går fra perkolasjon til biogassproduksjonen.

I et tidligere VRI-prosjekt, ble separering og pelletering av husdyrgjødsel behandlet. Vi viser til rapporten for beregninger av en del tall for kostnader knyttet til å utvikle handelsgjødsel fra husdyrgjødsel gjennom tørking og pelletering (Paulsen et al., 2015).

5 Resultater fra forsøk med vekstmedier

Tabell 6. Tilvekstdata og klorofyllinnhold for tomatplanter i de ulike jordblandingene.

Behandling	Høyde cm	Biomasse g/potte	Antall blader	Klorofyll*
1	13,3 abc	3,9 cd	6,0 ab	16,7 b
2	4,1 d	0,15 e	2,0 c	8,1 bc
3	11,7 bc	1,9 de	5,5 b	5,1 c
4	15,5 ab	5,3 bc	6,8 a	17,5 b
5	9,9 c	1,9 de	4,8 b	14,4 bc
6	17,0 a	6,5 ab	7,0 a	29,7 a
7	17,2 a	6,9 ab	7,0 a	33,4 a
8	16,3 a	8,2 a	7,2 a	30,8 a

*Relativ mengde målt ved Hansatech CL-01.

Tomatplantene i jordblandingene 2, 5 og 3 vokste dårlig, mens blandingene 6, 7 og 8 ga til dels meget god tilvekst i form av høydevekst og biomasseproduksjon (Tabell 6). Klorofyllinnholdet var også høyest i planter med de samme behandlingene. Typisk for de tre blandingene som har gitt godt resultat, er at de enten består av torv (gjødsla og kalka som ferdig utviklet vekstsubstrat), eller de består av en blanding av 40 % torv og 45 % separert svinegjødsl (6) eller kugjødsl (7). Det er ikke overraskende at blandingene med rein gjødsl har gitt dårlig resultat, mens det er en overraskelse at blanding 5, med flere aktuelle ingredienser har gitt såpass mye dårligere resultat enn blanding 4 som var temmelig lik. Den eneste forskjellen var at blanding 4 hadde svinegjødsl i blanding med biorest (svinegjødsl) og blanding 5 mest kugjødsl i blanding med samme biorest fra svinegjødsl. Ellers var mengder av kompost, sand og biokull den samme for de to blandingene.

Tabell 7. Tilvekstdata for byggplanter i de ulike jordblandingene.

Behandling	Høyde cm	Biomasse g/potte	Klorofyll*
1	30,0 cd	0,52 cd	6,4 cd
2	28,3 d	0,26 d	1,2 d
3	30,7 bcd	0,91 bcd	5,2 cd
4	42,0 ab	1,38 abcd	18,5 ab
5	39,7 abc	1,27 abcd	11,9 bcd
6	41,8 ab	2,53 ab	18,2 ab
7	41,7 ab	2,15 ac	22,8 a
8	43,8 a	2,84 a	21,3 a

*Relativ mengde målt ved Hansatech CL-01.

For bygg ble det funnet minst tilvekst og til dels dårlig utvikling i blandingene 1, 2 og 3, med 100 % av henholdsvis fast fraksjon svinegjødsel, biorest av svinegjødsel og fast fraksjon kugjødsel (Tabell 7). Middels tilvekst finner en for blanding 4 og 5, der en har erstattet torv med kompost. Best tilvekst finner en i blandinger med vekstmediet basert på torv. Men forskjellene mellom de tre sistnevnte vekstmediene (6, 7 og 8) var ikke statistisk sikre.

Tabell 8. Tilvekstdata i sommerblomster i de ulike jordblandingene.

Behandling	Høyde, cm	Biomasse g/potte	Klorofyll*
1	9,3 d	0,53 de	7,3 ab
2	5,3 e	0,34 de	2,8 b
3	5,0 e	0,22 e	2,1 b
4	14,3 bc	1,93 c	5,5 ab
5	11,2 cd	0,91 d	5,6 ab
6	18,5 ab	2,84 b	8,3 a
7	16,0 ab	2,67 b	8,4 a
8	19,0 a	4,06 a	10,3 a

*Relativ mengde målt ved Hansatech CL-01.

For blandingen av blomsterplanter (Tabell 8) fant en samme utviklingsmønster som for bygg, med best resultat av blanding 8 som har gitt bedre tilvekst (biomasse) og innhold av klorofyll enn blandingene 6 og 7, som har både fast gjødsel og torv. Middels tilvekst ble observert for blandingene 4 og 5, og svært dårlig tilvekst ble observert i blandingene med rene varer av henholdsvis tørrfraksjonen av svinegjødsel, biorest av svinegjødsel og tørrfraksjonen av kugjødsel.

Utvikling av vekstmedier krever mer arbeid enn det har vært rom for i dette prosjektet. En bør teste flere komponenter og andre blandinger. Imidlertid mener vi at resultatene er lovende og en bør kunne videreutvikle gjødselslag og vekstmedier tilpasset en rekke planter basert på ingrediensene vi har prøvd her.

Litteratur

Daugstad, K., Kristoffersen, A. Ø. og Nesheim, L. 2012. Næringsinnhold i husdyrgjødsel. Analyser av husdyrgjødsel frå storfe, sau, svin og fjørfe 2006-2011. Bioforsk Rapport 7 (24). 29 sider.

Paulsen G, M. Størseth og O.G. Fuglestad, 2015. Forprosjekt Utvikling av gjødsel for hageeigarar og anleggsgartnarar gjennom varmebehandling og pelletering av kugjødsel (QPellets). VRI rapport.

Schnürer, A. og Jarvis, Å. 2009. Mikrobiologisk handbok för biogasanläggningar. Svens Gastekniskt Center AB (SGC) och Avfall Sverige – utveckling, ISSN 1103-4092.

NOTATER

NOTATER

NOTATER

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 og et avdelingskontor i Oslo.