



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Fermenting av husdyrgjødsel:

En biologisk metode for redusert tap av ammoniakk til luft?

NIBIO RAPPORT | VOL. 6 | NR. 13 | 2020



Adam O'Toole ¹, Andreas Capjon ²

¹NIBIO, avdeling biogeokjemi og jordkvalitet, ²Bokashi Norge AS

TITTEL/TITLE

Fermentering av husdyrgjødsel: En biologisk metode for redusert tap av ammoniakk til luft?

FORFATTER(E)/AUTHOR(S)

Adam O'Toole, Andeas Capjon

DATO/DATE:	RAPPORT NR./ REPORT NO.:	TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY:	PROSJEKTNR./PROJECT NO.:	SAKSNR./ARCHIVE NO.:
28.01.2019	6/13/2020	Åpen	10858	17/02976
ISBN:	ISSN:	ANTALL SIDER/ NO. OF PAGES:	ANTALL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES:	
978-82-17-02512-2	2464-1162	40	1	

OPPDRAKSGIVER/EMPLOYER:

Bokashi Norge AS/NIBIO

KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:

Adam O'Toole adam.otoole@nibio.no

STIKKORD/KEYWORDS:

Fermentering, husdyrgjødsel, ammoniakk

Fermentation, manure, ammonia

FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK:

Miljø analyse av husdyrproduksjon

Environmental analysis within animal husbandry

SAMMENDRAG/SUMMARY:

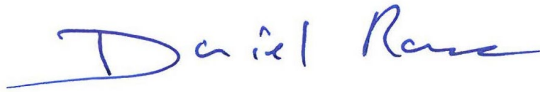
Fra 2017 til 2019, utførte partnere i dette prosjektet en rekke forsøk i ulike produksjonssystemer (Kyr, Gris, Kalkun, Mink, og sau) for å teste påstanden at behandling av husdyrgjødsel med kommersielle bio-preperater (bestående av Effektiv Microrganismer (EM) og melasse) kan føre til konservering av nitrogen via redusert tap av ammoniakk. Forsøkene fulgte doseringsråd og fremgangsmåte anbefalte EM-produkt leverandør for behandling av ulike fjøsopsett og husdyrgjødseltyper (f.eks. blaut, talle, strø). Målinger i de ulike forsøk inkludert kjemisk analyse av gjødsel, ammoniakk (NH₃) i fjøsluftet, dyrehelsevurderinger, subjektiv luktvurdering utført av bønder, og testing av effekt av behandlet husdyrgjødsel på grassavling og gjødselhåndtering. Tilbakemeldinger fra deltagerende bønder og NLR var at EM-behandlet husdyrgjødsel hadde bedre konsistens og var lettere å spre enn ubehandlet gjødsel. De opplevde også mindre sterkt lukt fra gjødsela enn de var vant til. I motsetning til det som var forventet hadde ikke bio-preperater noen effekt på verken nitrogeninnhold i gjødselen, grassavling, eller infiltrasjonstid for spredt husdyrgjødsel. Ammoniakknivået i fjøsluft var lavere i EM-behandlet kalkunfjøs enn i ubehandlet fjøs, men datavariabiliteten var for høy for å gi et sikkert svar på dette. En gjennomgang av publisert forskning på dette fagområdet bekrefter lite NH₃-reduserende effekt fra tilsetning av EM preperater (alene) til blautgjødsel. Dette er fordi blautgjødsel allerede har en rik og mangfoldig bakteriesammensetning hvor tilsatte bakterier har liten evne til å etablere seg. Men flere publisert forsøk viste at lacto-fermentering og bio-forsuring av husdyrgjødsel var mulig å oppnå hvis man tilsatte en tilstrekkelig mengde av enten glucose eller stivelse til husdyrgjødsel, som deretter stimulerte melkesyre-produserende bakterier som allerede er tilstede i gjødselen, og fører til en selv-forsuring og N-konservering av husdyrgjødsel. For videreføring av denne metoden i Norge, anbefaler

**NIBIO**NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

vi flere vitenskapelig forsøk og praktisk testing med tilsetning av sukker/stivelse i form av restråstoff fra primærnæringene eller matindustrien (f.eks. kornavrens, melasse, usalgbar frukt og grønt, o.a.) som et tiltak for bio-forsuring av husdyrgjødsel under lagring. Hvis bonden må betale for sukker til bioforsuring kan metoden bli for dyr å gjennomføre.

LAND/COUNTRY: Norge
FYLKE/COUNTY: Trøndelag
KOMMUNE/MUNICIPALITY: Steinkjer Kommune
STED/LOKALITET: Steinkjer

GODKJENT /APPROVED



DANIEL RASSE
AVDELINGSLEDER, BIOGEOKJEMI OG JORDKVALITET

PROSJEKTLEDER /PROJECT LEADER



ADAM O'TOOLE
FORSKER



Forord

Lakto-fermentering ble undersøkt som en metode for konservering av næringsstoffer og reduksjon i lukt og ammoniakk fra husdyrgjødsel. Lacto-fermentering brukes allerede i Norge for ensiliering av grasballer, men anvendelse av metoden til behandling av husdyrgjødsel er lite kjent. Dette prosjekt testet ut metoden i forskjellige husdyrfjøs og formidlet konseptet og resultatene fra forsøk til landbruksmiljøet i Norge. Prosjektet er ledet av Andreas Capjon fra Bokashi Norge As, og forsøkene er utført av flere samarbeidspartnere inkludert: NIBIO, avdelinger Biogeokjemi og Jordkvalitet, og Bioressurser (Adam O'Toole og Joshua Fenton Cabell), NORSØK (Anne-Kristin Løes), og NLR Rogaland (Ragnvald Gramstad). I tillegg har forsøk blitt utført på flere deltagende gårdsbruk, inkludert gårdene til Thor Harald Bjoner (Kalkunfjøs i Rakkestad, Østfold), Kolbjørn Anda (Kyr og gris, Randaberg kommune, Rogaland) og Alf Magne Haar (Kyr i Hå kommune, Rogaland), Kjell Odne (Mink i Klepp kommune, Rogaland), Kjell Borge (Økologisk ammeku i Gol kommune, Viken Fylke), og gris på Mære landbruksskole i Trøndelag (Gunnar Løe).

Steinkjer, 10.02.20

Adam O'Toole, Forsker, NIBIO, avdeling biogeokjemi-og jordkvalitet

Innhold

Sammendrag	7
1 Prosjekt mål	8
2 Innledning	9
2.1 Lakto-fermentering	9
2.1.1 Effektive mikroorganismer (EM)	9
2.1.2 Bakteriegrupper som fremmer lakto-fermentering	9
2.1.3 Optimale forhold for lakto-fermentering	10
2.1.4 Viktige funn fra publiserte studier som har testet laktofermentering av husdyrgjødsel	10
2.1.5 Redusert lukt er ikke det samme som redusert ammoniakk	11
3 Forsøk utført i prosjektet	12
3.1 Forsøk 1. Kolbjørn Anda – ku og gris	12
3.1.1 Mål	12
3.1.2 Metoder	12
3.1.3 Bondens vurdering	13
3.1.4 Gjødseleanalyse	13
3.1.5 Gressavling	16
3.2 Forsøk 2. Gården til Kjell Hodne – Minkjødsel	16
3.2.1 Mål	17
3.2.2 Metoder	17
3.2.3 Bondens vurdering	17
3.2.4 Lukt og gjødselkonsistens	17
3.2.5 Gjødseleanalyse	17
3.3 Forsøk 3. Alf Magne Haarr – ku	19
3.3.1 Metoder	19
3.3.2 Bondens vurdering	19
3.3.3 Gjødseleanalyse	19
3.3.4 Effekt av tilspreddt gjødsel på infiltrasjon av vann i jorda	21
3.3.5 Avlingsmåling	21
3.3.6 Effekt av EM-behandling på partikkelstørrelsefordeling i kugjødselen	22
3.4 Forsøk 4. NIBIO/NORSØK Tingvoll – Blaut kugjødsel	23
3.4.1 Observasjoner	23
3.4.2 Kjemisk sammensetning av gjødsel	24
3.5 Forsøk 5. Thor Harald Bjoner – kalkun	25
3.5.1 Bondens vurdering	26
3.5.2 Gjødseleanalyser	26
3.5.3 Måling av ammoniakkavgassing	27
3.6 Forsøk 6. Forsøk med talle fra ku	29
3.7 Forsøk 7: Grisefjøs ved Mære landbruksskole	30
3.7.1 Hypotesen	30
3.7.2 Forsøksplan og metoder	30
3.7.3 Behandling av slaktegrisavdeling med EM	30
3.7.4 Innsett 1:	31

3.7.5	Innsett 2:	31
3.8	Resultater fra grisforsøk på Mære.....	31
3.8.1	Ammoniakk-konsentrasjoner i fjøsluft.....	32
3.8.2	Helseforhold i gris fra EM-behandling.....	33
3.8.3	Effekt av EM-behandling på slaktegris: Produksjonsnivå og økonomi.....	33
4	Diskusjon av samlede resultater fra forsøk.....	35
4.1.1	Nitrogeninnhold i EM-behandlet gjødsel	35
4.1.2	Luktvurdering.....	35
4.1.3	Måling av NH ₃ -konsentrasjoner	35
4.1.4	Gjødselkonsistens og skorpdannelse	35
4.1.5	Vekstforsøkene	35
4.1.6	Virkning av EM-preperater.....	35
4.1.7	Økonomi med bioforsuring av husdyrgjødsel	36
5	Konklusjon	37
6	Formidlingstiltak utført i prosjektet	38
	Referanser	39
	Appendix 1.....	41

Sammendrag

Fra 2017 til 2019 utførte partnere i dette prosjektet en rekke forsøk i ulike produksjonssystemer (kyr, gris, kalkun og mink) for å teste påstanden at behandling av husdyrgjødsel med kommersielle bio-preperater, bestående av Effektiv Micro-organismer (EM™) og melasse, kan føre til konservering av nitrogen via redusert tap av ammoniakk. Forsøkene fulgte doseringsråd og fremgangsmåte anbefalt av EM-produktets leverandør for behandling av ulike fjøsoppsett og husdyrgjødseltyper (f.eks. blaut, talle, strø). Målinger i de ulike forsøkene, inkludert kjemisk analyse av gjødsel, ammoniakk (NH₃) i fjøsluft, dyrehelsevurderinger, subjektiv luktvurdering utført av bønder, og testing av effekt av behandlet husdyrgjødsel på grasavling og gjødselspredning. Tilbakemeldinger fra deltagende bønder og Norsk lanbruksrådgivning var at lakto-behandlet husdyrgjødsel hadde bedre konsistens og var lettere å spre enn ubehandlet gjødsel. De opplevde også mindre sterkt lukt fra gjødselen enn de var vant til. I motsetning til det som var forventet hadde ikke bio-preperater noen effekt på verken nitrogeninnhold i gjødselen, grasavling, eller infiltrasjonstid for spredt husdyrgjødsel.

Økonomiaspektet ble undersøkt i griseforsøk på Mære landbrukskole. Her fant vi ingen forskjell i daglig tilvekst eller fôrutnyttelse hos gris som var EM-behandlet sammenlignet med gris som ikke var behandlet. Ammoniakknivået i fjøsluft var noenlunde lavere i EM-behandlet kalkunfjøs enn i ubehandlet fjøs, men datavariasjonen var for høy for å gi en sikkert svar på dette. En gjennomgang av publisert forskning på dette fagområdet bekrefter en liten NH₃-reduserende effekt av tilsetning av EM-preperater (alene) til blautgjødsel. Dette er fordi blautgjødsel allerede har en rik og mangfoldig bakteriesammensetning hvor tilsatte bakterier har liten evne til å etablere seg. Men lakto-fermentering og bio-forsuring av husdyrgjødsel var mulig å oppnå hvis man tilsatte tilstrekkelig mengder lett nedbrytbare karbohydrater til husdyrgjødsel, som deretter stimulerte melkesyreproduserende bakterier som allerede var tilstede i gjødselen, og førte til en selv-forsuring og N-konservering av husdyrgjødsel. Videre undersøkelser trengs for å kartlegge om det finnes tilstrekkelig mengder av karbohydratreststoff som kan brukes til bio-forsuring av husdyrgjødsel.

1 Prosjektmål

Prosjektets mål var å undersøke om melkesyrefermentering av husdyrgjødsel kan føre til redusert ammoniakk utslipp under lagringsperioden. Delmålene for prosjektet var:

1. Å formidle resultater fra våre forsøk til norske rådgivere, landbrukskontorer, og bønder
2. Å få erfaring med praktisk bruk av denne metoden i norske produksjonssystemer
3. Estimere effekt av metoden på driftsøkonomien

Prosjektet undersøkte om man kan oppnå en reduksjon i NH_3 -utslipp ved tilsetning av EM-preparater til dyrerom og gjødsellager. Dette gjorde vi ved å:

- måle innholdet av NH_3 i utluft fra dyrerom
- analysere gjødsel for å se om innhold av NH_4 og Organisk-N økte
- Be involverte bønder registrere hvordan de opplever intensiteten av gjødsellukten av i husdyrrom, i lager, og under spredning av gjødselen.

Prosjektet gjennomførte et vekstforsøk over 2 år med gras tilført EM-behandlet eller ubehandlet gjødsel.

2 Innledning

Norge er et land som er egnet til og avhengig av husdyrproduksjon basert på grovfôr for sin matforsyning. Med dette kommer store volumer av husdyrgjødsel, som ved lagring og spredning, fører til et betydelig utslipp av metan (CH₄) og lystgass (N₂O), tilsvarende 10 % av klimagassutslippene fra jordbrukssektoren (Landbruks- og Matdepartementet, 2019). Husdyrgjødsel er også hovedkilden til utslipp av ammoniakk (NH₃) i Norge (ca. 75 %) (Røhnbæk, 2019). Nedfall av ammoniakk bidrar indirekte til N₂O-utslipp og miljøskadelig forsuring av jord og vann. Ammoniakk tap reduserer nitrogengjødselvirkingen av husdyrgjødsel. Derfor kan tiltak som reduserer tap av NH₃ bidra til både bedre luftkvalitet, mindre klimagasser og bedre N-gjødslingseffekt.

Gjeldende anbefalinger for bevaring av nitrogen i husdyrgjødsel er at bonden bør spre husdyrgjødsel på et tidspunkt hvor plantene har evne til å ta det opp, og ved lagelige værforhold (ikke i sol og sterk vind, gjerne i lett regn, ikke rett før kraftig regn) (Røhnbæk, 2019). Rask nedmolding etter spredning reduserer også tap av NH₃. Disse tiltakene reduserer mengden NH₃ som tapes, men er ikke et svar på hvordan vi kan unngå at nitrogen blir så ustabil og går raskt kan tapes fra husdyrgjødsel. I andre land, for eksempel Danmark, er forsuring av husdyrgjødsel med sterke syrer (f.eks. H₂SO₄) en utbredt praksis for å stabilisere nitrogen. Det er fordi NH₃ (som er en gass) blir gjort om til NH₄ (som er et fast stoff) i stigende grad når pH-nivået senkes under 7. Men bruk av sterke syrer utgjør en HMS-risiko (Szogi, Vanotti, and Ro, 2015) og derfor kreves det investering i en spesielt utstyrt forsuringanlegg. Et biologisk alternativ til bruk av sterke syrer er stimulering av bakterier som kan produsere organiske syrer (melkesyre, eddiksyre, og propionsyre). Effekten av melkesyre fra biologisk fermentering er lite dokumentert som en metode for konservering av husdyrgjødsel og målet med dette prosjekt er å finne ut mer om dette.

2.1 Lakto-fermentering

Lakto-fermentering er en metabolsk prosess der melkesyrebakterier omdanner karbohydrater til cellenergi og melkesyre (også eddiksyre, etanol og CO₂). Melkesyre ble først beskrevet som et produkt fra gjæringsprosessen i 1857 av den berømte franske kjemikeren Louis Pasteur. Lakto-fermentering er best forstått i den eldgamle tradisjonen med fermentering av melk til yoghurt og bevaring av matvarer som surkål og syltede rotgrønnsaker. Bruksområdene for behandling av husdyrgjødsel og annet fast organisk avfall, f.eks. matavfall, er en tradisjonell praksis i Japan kjent som "Bokashi", som har blitt en populær metode over hele verden for å behandle kjøkkenavfall før det tilsettes jord.

2.1.1 Effektive mikroorganismer (EM)

Effektive mikroorganismer (EM) er et registrert trademerk for produkter som inneholder en blanding av bakterier som antas å virke i synergi for å tilveiebringe en kombinasjon av mikrobielle prosesser som kan være til nytte innen landbruk og miljø. Effective mikroorganismer og deres bruk blir fremmet først av Dr. Teruo Higa fra University of Ryukyus, Okinawa, Japan på 1980-tallet, som isolerte og dyrket kulturer av EM som hovedsakelig består av melkesyrebakterier, fotosyntetiske bakterier, gjær og strålesopp, og som fremmet hvordan disse kunne brukes til anvendelse innen økologisk landbruk.

2.1.2 Bakteriegrupper som fremmer lakto-fermentering

Mikrobielt inokulum som selges under EM-merket, beskrives som en blanding av melkesyrebakterier (*Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei*, *Streptococcus lactis*), fotosyntetiske bakterier (*Rhodospseudomonas palustris* og *Rhodobacter sphaeroides*), gjærsoppene *Saccharomyces cerevisia*, *Streptomyces albus* og *Streptomyces griseus*, og sopp *Aspergillus oryzae* og *Mucor hiemalis* (Xu 2001).

Lakto-fermentering fører til en reduksjon i gram negative bakterier (som inkluderer sykdomsfremkallende bakterier som finnes i husdyrgjødsel og menneskelig avføring), med tilsvarende økning i melkesyrebakterier (*Lactobacillus*). Studien fra Scheinemann et al. (2015) gir en god oversikt over hovedeffekter i en studie av desinfisering av kloakkslam og husdyrgjødsel via tilsetning av EM og karbohydrater (Tabell 1).

Tabell 1. Veiledende relative endringer i mikrobielle grupper under laktofermentering av husdyrgjødsel og slam (kilde: data fra Scheinemann et al. 2015)

Mikrobiell gruppe	Start		Etter 3 dagers gjæring	Etter 7 dagers gjæring
Gram-positive	10^6 - 10^8	↓	$<10^2$	$<10^2$
Bacillaceae	10^3 - 10^5	~	10^3 - 10^5	10^3 - 10^5
Gram-negative	10^5 - 10^7	↓	$<10^2$	$<10^2$
Enterococci	10^3 - 10^6	~	10^3 - 10^6	$<10^3$ - 10^4
Lactobacillaceae	10^3 - 10^4	↑	10^5 - 10^7	10^3 - 10^6
Gjær/Mugg	10^3 - 10^4	↓	$<10^2$	$<10^2$
Clostridaceae	10^3 - 10^6	~	10^3 - 10^5	10^3 - 10^6

2.1.3 Optimale forhold for lakto-fermentering

Lakto-fermentering skjer under anaerobe forhold, men bakteriene tåler en viss mengde oksygen. Dermed blir de ofte betegnet som lufttolerante anaerobier. Også viktig i prosessen er tilstedeværelsen av et substrat i lett nedbrytbar form. Den ideelle temperaturen for gjæring er mellom 20-25 °C.

Melkesyrebakteriene trenger et lett nedbrytbart substrat for å overleve og oppformere seg. Dette er grunnen til at det brukes substrater som hvetekli og melasse for å dyrke frem bakterier for bruk i Bokashi.

2.1.4 Viktige funn fra publiserte studier som har testet laktofermentering av husdyrgjødsel

Amon et al. 2004 målte utslipp av NH_3 , N_2O og CH_4 kontinuerlig over 3 måneder fra 10 m³ slamtanker med ku- og grisemøkk. EM-tilsetning hadde ingen effekt på metan, men signifikant reduksjon i NH_3 (20 %) og N_2O (17 %) fra kumøkk tanken. Det var ingen reduksjon i NH_3 etter EM var tilsatt direkte til grismøkk, men forskere fant en 40% reduksjon i NH_3 fra grisemøkk når grisene først var fôret med en EM-holdig fôrprodukt.

To studier i vår gjennomgang, som hadde kontrollert for substrateffekten alene, viste at iboende melkesyrebakterier i husdyrgjødsel lett kan stimuleres til å vokse og dominere det mikrobielle samfunnet hvis et karbonsubstrat også er tilsatt eller tilstede (Bastami et al. 2016, og Scheinemann et al. 2015).

Det viktigste funnet fra Bastami 2016-studien var at blautgjødsel kan selvforsures etter tilsetning av bryggesukker (dekstrose) og stimulering av melkesyrebakterier som allerede er tilstede.

En dansk studie (Hjorth, 2015) undersøkte hvorvidt tilsetning av glukose eller cellulose (3-5 %) med eller uten melkesyrebakterier kan fungere som et biologisk alternativ til kjemisk forsuring (svovelsyre)

av svinegjødsel. Ved tilsetning av substratene falt pH fra 7,1 til mellom 4,3 (med sukker) og 6,5 (med cellulose). Det viste seg at tilsetning av bakteriekulturer ikke var nødvendig fordi disse bakteriegruppene allerede var tilstede i gjødselen fra før. For bio-forsuring i praksis, anbefalte de at man tilsetter 20-30 g karbohydrat per kg gjødsel for å redusere gjødselens pH til mellom 4,3-5,5. Det er nødvendig å holde pH <5,5, ellers kan det danne gunstige forhold for metanproduserende bakterier. Det er ikke ønskelig å redusere NH₃ for å så øke CH₄, som er et kraftig klimagass.

En annen studie undersøkte potensialet for bruk av melkesyrefermentering som hygieniseringsprosess for kloakkslam og husdyrgjødsel. Det ble funnet at melkesyrefermentering kan skje uten behov for å tilsette EM, så lenge et rikt mikrobiologisk samfunn er til stede i fekal materie eller husdyrgjødsel i materialet fra start. Det som var viktig var tilsetningen av hvetekli som et lett nedbrytbart karbohydratsubstrat (Scheinemann et al. 2015).

Van der Stelt et al. (2007) fant ingen betydelig effekt på NH₃ av å tilsette EM til flytende slamgjødsel i en 224-dagers laboratorieinkubasjon, hvor temperatur og blanding ble manipulert for fremme NH₃-frigjøring. Forfatterne antyder at det lave tørrstoffinnholdet i slammet (6 %) kan forklare hvorfor det ikke var noen spredning av melkesyrebakterier og lactofermentering i deres eksperiment. Her ble det ikke tilsatt sukker for å stimulere nye mikrobielle populasjoner.

For at bio-forsuring skal være et aktuelt tiltak for NH₃ reduksjon i norsk landbruk, er det avhengig av lett tilgang til restråstoff som er rikt på karbohydrater og som kan tilsettes til gjødsellagere. Kartlegging av slikt råstoff er en oppgave som ligger utenfor dette prosjekt.

2.1.5 Redusert lukt er ikke det samme som redusert ammoniakk

I og med at vi i prosjektet har hatt begrenset anledning til å ta direkte målinger av NH₃-utslipp i de ulike forsøkene, vi har vært avhengig av «lukttester» utført av deltagende bønder og rådgivere, som en indikator av hvorvidt EM-preperatene var effektive i å behandle gjødsel på en måte som reduserte utslipp. Men reduksjon i lukt betyr ikke nødvendigvis en reduksjon i NH₃ utslipp. Luktstoffene som er ansvarlig for den sterke lukten i blautgjødsel er hovedsakelig flyktige fettsyrer f.eks. valeriansyre.

3 Forsøk utført i prosjektet

Prosjektet har gjennomført flere forsøk med tilsetning av effektive mikroorganismer (EM) til ulike typer husdyrgjødsel eller fjøs, inkludert tilsetning til:

- Blautgjødaset fra ku eller gris på Vestlandet utført på gårdsbruket til Kolbjørn Anda og Alf Magne Haarr
- Minkfjøsstrø på Vestlandet utført på gårdsbruket til Kjell Hodne
- Kalkunfjøsstrø i Østfold på gårdsbruket til Thor Harald Bjornar. NH₃-måling utført av Adam O'Toole (NIBIO)
- Grisefjøs og bløtgjødsel på Mære landbruksskole, Trøndelag (Ansvarlig: Gunnar Løe, med Andreas Capjon og Adam O'Toole)
- Bløtgjødsel fra kyr på Tingvoll (utført av Anne-Kristin Løes, NORSØK, og Joshua Fenton Cabell, NIBIO); dette forsøket er beskrevet i en egen rapport (Cabell og Løes 2018)
- Kalkuntalle; tilført dyrerom, fôr og drikkevann
- Ku/grisegylle; tilført dyrerom og fôr
- Mink-gylle; tilført gjødsellager
- Sauetalle; sprayet over talle ukentlig

EM-produkter testet i prosjektet ble innkjøpt fra Agriton, et firma i Nederland som er forhandler av EM-produkter.

3.1 Forsøk 1. Kolbjørn Anda – ku og gris

Forsøket ble gjennomført hos Kolbjørn Anda, Randaberg kommune i Rogaland. Det er to avdelinger i fjøset, én avdeling for melkekyr (30 melkekyr og ca. 30 kalver) og én for slaktegris, ca. 150 slaktegris. Driften er økologisk. Gjødselen går gjennom spalter i gulvet ned i en flyterenne som tømmes ca. en gang om dagen ned i gjødselkjeller. Det er gasslås mellom kjeller og fjøs. Gjødselkjelleren er felles for de to avdelingene. Gården har også et eksternt gjødsellager på 600 m³. Gjødselen pumpes over hit når det begynner å bli fullt i lageret under fjøset.

3.1.1 Mål

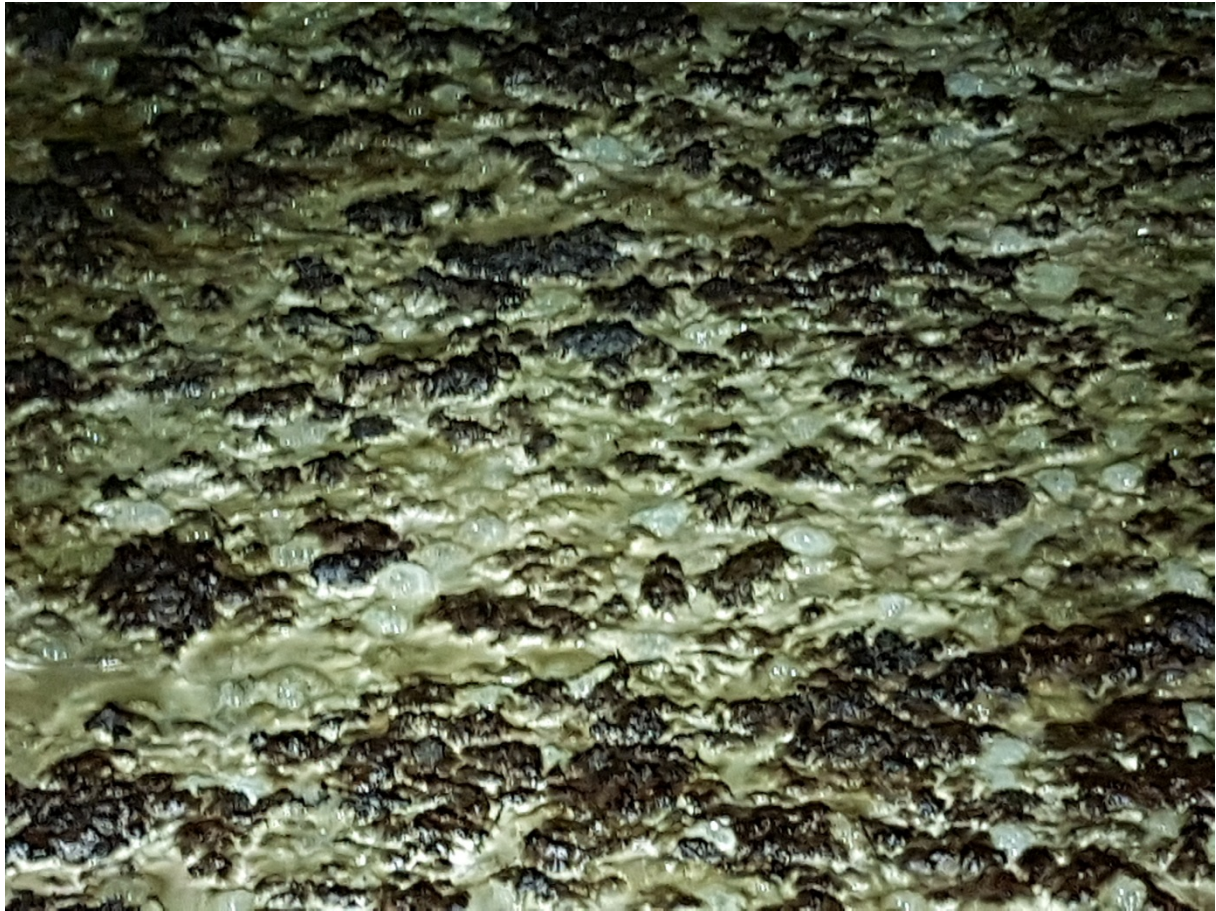
Målet med forsøket var å se om tilsetning av EM-preperater kunne redusere lukt og konservere nitrogen i gjødselen, samt fysisk forbedre gjødselens konsistens for videre spredning på jord (bedre flyt, mindre skorpe). Det ble antatt at konservering av N i gjødselen ville gi utslag på grasavlingen der gjødselen ble brukt.

3.1.2 Metoder

Det ble tilført effektive mikroorganismer (EM, produktnavn Microferm) i begge avdelingene fra midten av oktober 2017 og utover. Det ble tilført en startdose på 30 liter Microferm til sammen i de to avdelingene, deretter 5 liter per uke: produktene ble spredd rett på spaltegulvet i begge avdelinger.

3.1.3 Bondens vurdering

Omtrent 5 uker etter oppstart rapporterte NLR og bonden at det var dannet et tynt lag med små, grønne bobler øverst på gjødselen i lageret under fjøset (Fig. 1).



Figur 1. Overflate i gjødselkjelleren hos Anda, medio desember 2017. Bildet er tatt av NLR Rogaland

Det var svært lite skorpedannelse i lageret, omkring 5 cm relativt løs skorpe, da gjødselen skulle spres i april. Bonden opplyser at de normalt har 20–40 cm skorpe på dette tidspunktet, og denne typen småbobling som foregikk vinteren 2017-18 hadde de ikke sett før. Den lette boblingen fortsatte frem til gjødselen ble spredt i midten av april 2018. Omrøringen før spredning gikk dermed lettere enn normalt. Det luktet også annerledes av gjødselen enn bonden var vant med – en mer syrlig lukt, og mindre lukt av ammoniakk.

Bonden opplevde mindre fluer enn normalt i fjøset hos kuene i forsøksperioden, også i juli og starten av august når det normalt er mye fluer. I avdelingen med slaktegris så bonden ikke noen effekt av behandlingen på forekomsten av fluer.

3.1.4 Gjødselanalyse

NLR Rogaland gjennomførte flere analyser for å forsøke å dokumentere eventuelle forskjeller mellom behandlet og ubehandlet gjødsel.

Det ble tatt gjødselprøver i september 2017, før tilsetning av mikrober startet, og deretter i april 2018 etter at mikrober var tilført i 7 måneder. Her er det viktig å understreke at gjødselprøvene er tatt på forskjellig tidspunkt av året, og at den ubehandla gjødselen hadde vært lagret over sommeren i

gjødselkjeller under fjøset før prøven ble tatt. Fjøset består av en griseavdeling og en kuavdeling, hvor gjødselen faller i én felles gjødselkjeller. I september 2017 ble det rørt om i hele gjødselkjelleren, og tatt prøver fra gjødselen under henholdsvis kuavdeling og griseavdeling; i april 2018 ble det rørt om grundig i hele gjødselkjelleren, og tatt én prøve fra gjødselkjelleren der man pumper ut gjødselen. Tabell 2 viser resultatet av analysene.

Tabell 2. Kjemisk innhold i kugjødsel per tonn TS på Anda gård 2017-2018

	2.1. Behandlet (2018)	2.2. Ikke behandlet ku (2017)	2.3. Ikke behandlet gris (2017)
Tørrstoff, TS (%)	7,5	7,4	7,1
Tot-Nitrogen (kg/tonn TS)	52,2	42,2	45,4
Organisk Nitrogen (kg/tonn TS)	23,8	22,1	22,0
Ammoniumnitrogen (kg/tonn TS)	28,4	20,1	23,4
Tot-karbon (kg/tonn TS)	464,1	472,0	464,5
Tot-C/Tot-N	8,9	11,2	10,2
Totalt fosfor (kg/tonn TS)	9,4	9,2	9,1
Totalt kalium (kg/tonn TS)	55,0	48,1	50,9
Totalt magnesium (kg/tonn TS)	7,2	7,2	7,0
Totalt kalsium (kg/tonn TS)	14,1	13,8	13,0
Totalt natrium (kg/tonn TS)	13,5	10,7	11,3
Totalt svovel (kg/tonn TS)	5,7	5,3	5,1
pH	7,2	7,6	7,4

Tørrstoffinnholdet (TS) var omtrent det samme i gjødsel lagret gjennom en hel sommer, som i gjødsel samlet opp gjennom vinteren. Siden det foregikk en gjæring, er det grunn til å tro at TS-innholdet om våren er noe lavere enn det ville ha vært uten denne gjæringen. Det er ikke usannsynlig at det foregikk en gjæring i gjødselen sommeren 2017 som ikke ble observert av bøndene. Gjødsel som utsettes for tilstrekkelig høy temperatur, f eks ved lagring i sommerhalvåret, vil begynne å gjære.

Total-N og ammonium, kalium og natrium var høyere i behandlet gjødsel enn ubehandlet (Tabell 3). For kalium og natrium er denne økningen i konsentrasjon sannsynligvis et uttrykk for tilfeldig variasjon, siden det ikke var en tilsvarende økning for P, Mg og Ca. Husdyrgjødsel er et heterogent materiale, og det er ikke enkelt å ta ut representative prøver fra et stort lager. Dette tilsier at resultatene også for nitrogen og ammonium må tolkes med stor forsiktighet.

Tabell 3. Kjemisk innhold i gjødsel, angitt i kilo per tonn gjødsel

Anda	Ku og gris	Behandlet (2018)	Ikke behandlet ku (2017)	2.3. Ikke behandlet gris (2017)
Tørrstoff, TS (%)		7,5	7,4	7,1
Tot-Nitrogen (kg/tonn TS)		3,9	3,1	3,2
Organisk Nitrogen (kg/tonn TS)		1,8	1,6	1,6
Ammoniumnitrogen (kg/tonn TS)		2,1	1,5	1,7
Tot-karbon (kg/tonn TS)		34,8	34,9	33,0
Tot-C/Tot-N		8,9	11,2	10,2
Totalt fosfor (kg/tonn TS)		0,7	0,7	0,6
Totalt kalium (kg/tonn TS)		4,1	3,6	3,6
Totalt magnesium (kg/tonn TS)		0,5	0,5	0,5
Totalt kalsium (kg/tonn TS)		1,1	1,0	0,9
Totalt natrium (kg/tonn TS)		1,0	0,8	0,8
Totalt svovel (kg/tonn TS)		0,4	0,4	0,4
pH		7,2	7,6	7,4

Kan fermentering forbedre husdyrgjødselens konsistens og nedtrenging i jord?

En av utfordringer med spredning av husdyrgjødsel kan være slemming av engoverflate som dermed kan redusere vanninfiltrasjon og øke risikoen for tap av NH₃. Vi hadde som hypotese at fermentering kan forbedre konsistensen av husdyrgjødsel, redusere TS-innholdet og dermed komme raskere ned i jorda enn ellers.

For å teste hypotesen utførte NLR en infiltrasjonstest ved bruk av dobbeltring-infiltrometermetoden¹. Tre dager etter spredning av gjødselen gjennomførte NLR en infiltrasjonsmåling. Målerør ble satt ned i bakken på de tre feltene. Deretter ble det helt vann ned i rørene og tida det tok før vannet var infiltrert i bakken ble målt. Hensikten med testen er å finne ut i hvilken grad den tilførte husdyrgjødselen har laget en hinne på overflaten, og/eller tettet porer i jorda som vil hemme infiltrasjon av vann. Lang infiltrasjonstid indikerer at husdyrgjødselen har dannet mer skorpe, som også har hindret infiltrering i jorda av gjødselen som er spredd. Dette kan hemme luftveksling i jord og skaper anaerobe forhold som kan gi dårlig rotvekst og økte utslipp av CH₄- og N₂O.

¹ <https://en.wikipedia.org/wiki/Infiltrometer>

Tabell 4. Infiltrasjon av vann 3 dager etter spredning av gjødsel i 2018

Vannsøyle høyde	Snitt tid (sekund)	
	5 cm (p=0,62)	10 cm (p=0,79)
Ubehandlet (Min-Max)	245 (215-300)	688 (540-840)
Behandlet (Min-Max)	216 (70-292)	601 (270-840)
Ikke gjødslet (Min-Max)	210 (135-610)	514 (377-651)

Det ble gjort 3 målinger på hvert felt, altså 9 målinger totalt. Tabell 4 angir snittet av de 3 målingene per felt. Det var ingen signifikant forskjell i infiltrasjonstid på ubehandlet, behandlet, eller ugjødselt jord ved 5 cm (p=0,62) eller 10 cm (p=0,79) søylehøyde.

3.1.5 Gressavling

NLR har også gjennomført avlingsmålinger og sammenlignet avling av gress på felt hvor det ble spredd ubehandlet gjødsel med felt der det ble spredd behandlet gjødsel. Gjødsel ble spredd på jorden i april 2018 etter følgende oppsett:

- Ubehandlet gjødsel (hentet fra eksternt gjødsellager på samme gård),
- behandlet/fermentert gjødsel
- Ingen gjødsel ble spredd,

Det ble slått 3 representative ruter på 8 kvm for hver. Tabellen under gir resultater av avlingsmålingene etter 1.slått

Tabell 5. Gressavling på 1. slått.

(n=3, ± = Standard avvik)

Ledd	Slått	Kg/daa	Maks (kg)	Min (kg)	% TS
Ubehandlet	1	1916 ±177	2072	1724	22 ±1
Behandlet	1	2039 ±117	2155	1921	22 ±0.4

Gjennomsnittsavlingen var noe høyere for behandlet gjødsel, men det var ikke statistisk sikker forskjell på TS innhold eller TS avling/daa mellom behandlede og ikke behandlede felt (p=0,32).

3.2 Forsøk 2. Gården til Kjell Hodne – Minkgjødsel

Forsøket ble gjennomført hos Kjell Hodne, Klepp kommune i Rogaland, som driver med mink. Gjødselen var EM-behandlet i bløtgjødsellageret hvor gjødselen fra tre av minkhusene samles. Resten av husene er tilknyttet et annet bløtgjødsellager, der vi ikke gjorde tilsetninger. Minken ble gitt samme fôr, slik at det ga et godt sammenligningsgrunnlag for å vurdere eventuelle forskjeller mellom behandlet og ubehandlet gjødsel.

3.2.1 Mål

Målet med forsøket var å se om tilsetning av EM-preparater kunne redusere lukt i minkhusene og konservere nitrogen i gjødselen.

3.2.2 Metoder

Det ble tilsatt tre forskjellige produkter i gjødselen: Microferm (Effektive Mikroorganismer, EM) og ProMest (steinmelblanding), samt fototrofe bakterier (*Rhodopseudomonas palustris*, *Rhodobacter sphaeroides*). Følgende tilsetninger ble gjort direkte i gjødsellageret:

Start: 2 liter ProMest fortynnet med 20 liter vann.

Etter 1 uke: 10 liter Microferm fortynnet med 10 liter vann.

Etter 2 uker: 1 liter fototrofe bakterier tynnet i 10 liter vann.

Deretter:

- én gang hver uke: 0,5 liter ProMest fortynnet med 5 liter vann.
- én gang hver måned: 5 liter Microferm fortynnet med 5 liter lunkent vann.
- Etter 5 uker: 0,5 liter fototrofe bakterier fortynnet med 10 liter vann

Tilsetningene ble gjort direkte i gjødsellageret tilknyttet de tre husene, fra midten av september 2017 til slutten av november 2017, da minken ble slaktet. Deretter ble det ikke tilsatt mer i gjødsellageret før det ble spredd på jordene i midten av april 2018.

3.2.3 Bondens vurdering

Etter omtrent 4 uker fra oppstart, observerte bonden bobling på overflaten til gjødseltanken med behandlet gjødsel. Denne boblinga gjorde at det ikke dannet seg skorpe på toppen av gjødselen, slik det normalt skjer. Det var et ca. 5 cm tykt lag av hår/halm som fløt på toppen, men ingen hard skorpe av stivnet møkk. Det var tydelig mindre lukt i tanken med behandlet gjødsel i forhold til gjødselen i ubehandlet gjødseltank. Behandlet gjødsel luktet fremdeles, men mer syrlig og mindre lukt av ammoniakk.

3.2.4 Lukt og gjøselkonsistens

Gjødsel ble spredd i april 2018, med to personer fra NLR tilstede. De rapportert en tydelig forskjell i lukt mellom behandlet og ubehandlet gjødsel. Den behandlede gjødselen hadde svakere lukt, og med en mer syrlig karakter. Ubehandlet gjødsel hadde en sterkere lukt, og luktet mer av ammoniakk og hydrogensulfid.

NLR vurderte også at behandlet gjødsel var mer homogen og tyntflytende enn ubehandlet. Det var mindre flytelag og skorpe på den behandlede gjødselen i lageret, enn i lageret med ubehandlet gjødsel.

3.2.5 Gjødselanalyse

Etter god omrøring i lageret, ble det tatt ut én gjødselprøve fra behandlet og ubehandlet gjødseltank. Prøvene ble tatt i april 2018, etter at gjødselen i behandlet lager var tilsatt ulike preparater fra september til desember 2017, og deretter lagret uten videre behandling.

Tabell 6. Kjemisk innhold i minkgjødse (kg per tonn TS)

	Behandlet	Ikke behandlet
Tørrstoff, TS (%)	2,7	6,3
Tot-Nitrogen	188,8	136,2
Organisk Nitrogen	35,7	39,4
Ammoniumnitrogen	153,1	96,8
Tot-karbon	400,4	361,2
Tot-C/Tot-N	2,1	2,7
Totalt fosfor	28,3	46,9
Totalt kalium	26,0	11,6
Totalt magnesium	5,9	5,9
Totalt kalsium	88,8	117,5
Totalt natrium	17,0	10,5
Totalt svovel	10,3	8,8
pH	7,5	7,3

Tørrstoffinnholdet var betydelig lavere i tanken med behandlet gjødse (Tabell 6). For totalt nitrogen og ammonium er verdiene per kg TS høyere i behandlet gjødse. Omregnet til kg per tonn, så er N innhold i behandlet gjødse betydelig lavere enn i ubehandlet gjødse (Tabell 7). Det vil si at man burde forvente en reduksjon i gjødseeffekt med behandlet gjødse.

Tabell 7. Kjemisk innhold i Minkgjødse på Hodne gård (Kg tonn⁻¹)

	Behandlet	Ikke behandlet
Tørrstoff, TS (%)	2,7	6,3
Tot-Nitrogen (kg/tonn TS)	5,1	8,6
Organisk Nitrogen (kg/tonn TS)	1,0	2,5
Ammoniumnitrogen (kg/tonn TS)	4,1	6,1
Tot-karbon (kg/tonn TS)	10,8	22,8
Tot-C/Tot-N	2,1	2,7
Totalt fosfor (kg/tonn TS)	0,77	2,95
Totalt kalium (kg/tonn TS)	0,70	0,73
Totalt magnesium (kg/tonn TS)	0,16	0,37
Totalt kalsium (kg/tonn TS)	2,40	7,40
Totalt natrium (kg/tonn TS)	0,46	0,66
Totalt svovel (kg/tonn TS)	0,28	0,55
pH	7,5	7,3

3.3 Forsøk 3. Alf Magne Haarr – ku

Forsøket ble gjennomført hos Alf Magne Haarr, Hå kommune, Rogaland, som driver med melkekyr (60 melkekyr og ca. 50 ungdyr). Driften er konvensjonell. Gjødselelen går gjennom spalter i gulvet ned i en flyterenne som tømmes ned i gjødseleljkjeller omtrent annen hver uke. Det er vakumtrekk mellom kjeller og fjøs.

3.3.1 Metoder

Det ble tilsatt to forskjellige produkter i gjødselelen: Microferm (Effektive Mikroorganismer, EM) og ProMest (steinmelblanding). Følgende tilsetninger ble brukt:

Uke 0 : 5 liter ProMest tynnet i 20 liter vann.

Uke 1: 20 liter Microferm tynnet med 10 liter vann.

Deretter:

- én gang hver uke: 0,5 liter ProMest tynnet i ca 5 liter vann.
- én gang hver 12.uke: 5 liter Microferm tynnet i ca 10 liter lunkent vann.

Tilsetningene ble gjort med håndholdt vannkanne, og spredt jevnt over spaltene i gulvet. Rett under spaltene er det en flyterenne. Gjødselelen blir samlet opp og oppbevart i denne flyterenna til denne er full, og blir så rørt om og sluppet ned i gjødselellageret som ligger rett under husdyrrommet. Tilsetningene ble gjort fra midten av september 2017 og frem til spredning på jordet i april 2018.

3.3.2 Bondens vurdering

Etter omtrent fire uker fra oppstart rapporterte bonden at han så at det boblet på gjødselelen i flyterenna, og at de hørte «pibbling» i gjødselelen. Etter ca. seks uker hadde gjødselelen fra flyterenna blitt sluppet ned i gjødseleljkjelleren, gjødselelen viste tegn til gjæring med observasjon av bobling på overflaten. Det var ikke rørt i gjødselelen siden lageret ble tømt i september 2017. Det var ikke tatt gasmålinger men vi antar at gassene hovedsakelig var CO₂.

Det var noe mindre bobling i gjødselelen fra januar og frem til gjødselelen ble spredt i midten av april 2018. Det ble etter hvert dannet en lett skorpe på gjødselelen i lageret, og det var ca. 5 cm relativt løs skorpe i april før det ble rørt opp for å spre gjødselelen.

Det er godt med lufting i det nye fjøset, så lukt er ikke noen utfordring i hverdagen. Bonden har allikevel merket at det har luktet annerledes når de har sluppet gjødselelen ned i gjødselellageret; noe mer syrlig lukt enn før. Det er vanskelig å si noe om mengden fluer i fjøset i forsøksperioden ettersom fjøset er nytt, så bonden ikke har så mange år å sammenlikne med.

3.3.3 Gjødselelanalyse

NLR Rogaland har gjennomført flere analyser for å forsøke å dokumentere eventuelle forskjeller mellom behandlet og ubehandlet gjødselel. Gjødselelprøver var tatt i september 2017, før vi begynte å tilsette mikrober (Tabell 8.1), og deretter i april 2018 etter at mikrober var tilført i sju måneder (8.2). Her er det viktig å understreke at gjødselelprøvene er tatt på forskjellig tidspunkt av året, og at den ubehandlede gjødselelen hadde vært lagret i gjødseleljkjeller under fjøset over sommeren 2018 før prøven ble tatt.

Tabell 8. Kjemisk innhold i Kugjødsel hos Haarr Gården (kg tonn⁻¹TS)

	8.1 Ubehandlet (2017)	8.2 Behandlet (2018)	Ubehandlet (2018)
Tørrstoff, TS (%)	7,4	5,1	4,3
Tot-Nitrogen	46,0	54,4	61,0
Organisk Nitrogen	24,1	26,1	25,1
Ammoniumnitrogen	22,0	28,3	35,9
Tot-karbon	465,7	460,4	451,2
Tot-C/Tot-N	8,5	8,5	7,4
Totalt fosfor	7,7	8,4	7,5
Totalt kalium	50,8	64,2	73,7
Totalt magnesium	7,4	8,8	8,9
Totalt kalsium	11,5	15,3	15,0
Totalt natrium	15,8	24,0	20,4
Totalt svovel	6,1	6,5	6,3
pH	7,5	7,4	7,5

Tørrstoff var en god del lavere i gjødsel tatt ut i 2018 (drøyt 2%). Innholdet av karbon i TS er noe lavere, og innholdet av mineraler som P, K, Mg, Ca og Na har økt. Alt dette peker i retning av at gjødselen fra 2018 har hatt en reduksjon i TS som skyldes gjæring. Samtidig har innholdet av totalt N og ammonium økt mer enn feilmarginen.

Tabell 9. Kjemisk innhold i Kugjødsel på Haarr gård (kg per tonn kugjødsel)

	<u>Ubehandlet</u> <u>(2017)</u>	<u>Behandlet (2018)</u>	<u>Gjødsel</u> <u>ubehandlet</u> <u>nabogård (2018)</u>
Tørrstoff, TS (%)	<u>7,4</u>	<u>5,1</u>	<u>4,3</u>
Tot-Nitrogen	3,4	2,8	2,6
Organisk Nitrogen	1,8	1,3	1,1
Ammoniumnitrogen	1,6	1,4	1,5
Tot-karbon	34,5	23,5	19,4
Tot-C/Tot-N	10,1	8,5	7,4
Totalt fosfor	0,6	0,4	0,3
Totalt kalium	3,8	3,3	3,2
Totalt magnesium	0,5	0,5	0,4
Totalt kalsium	0,8	0,8	0,6
Totalt natrium	1,2	1,2	0,9
Totalt svovel	0,4	0,3	0,3
pH	7,5	7,4	7,5

3.3.4 Effekt av tilspredt gjødsel på infiltrasjon av vann i jorda

Tre dager etter spredning av gjødsla gjennomførte NLR en infiltrasjonsmåling. Målerør ble satt ned i bakken på de tre feltene. Deretter ble det helt vann ned i røret og det ble målt hvor mye tid det tok før at vannet infiltrert ned i bakken. På Haarr gård målte vi hvor mye vann som ble infiltrert ned i vannsøylerøret etter henholdsvis 5 og 10 min. Tabell 10 angir snittet av de 3 målingene per felt. Det var ikke gjort statistiske analyser på tallene i Tabell 10, men hovedresultat er at infiltrasjon er bedre på gjødselet jord enn ugjødselt jord. I dette tilfellet gikk infiltrasjon ikke fortere pga. gjødselbehandling.

Tabell 10. Infiltrasjon av vann 3 dager etter spredning av gjødsel

	Snitt infiltrasjon (cm)	
	etter 5 min	Etter 10 min
Ikke behandlet	0,83 cm	1,2 cm
Behandlet	0,75 cm	1,25 cm
Ikke gjødset	0,67 cm	1,0 cm

3.3.5 Avlingsmåling

NLR målte gressavling på felt hvor det ble spredd enten lakto-behandlet eller ubehandlet gjødsel. Gjødsel ble spredd på jordet i april 2018 etter følgende oppsett: Ett felt ikke-behandlet gjødsel (hentet fra nabogård med melkekyr og tilnærmet lik føring), ett felt der ingen gjødsel ble spredd, og ett felt der behandlet/fermentert gjødsel ble spredd. Feltene hadde en bredde på 9 meter. På disse feltene er det gjort forskjellige analyser. Resultat (Tabell 11) viser at det var ingen signifikant forskjell.

Tabell 11. Gressavling på 1. slått, 2018

(n=3, ± = Standardavvik)

	Slått	Kg daa ⁻¹	Maks kg	Min kg	% TS
Ikke behandlet	1	3868 ±290	4116	3550	14
Behandlet	1	3737 ±361	4132	3422	14

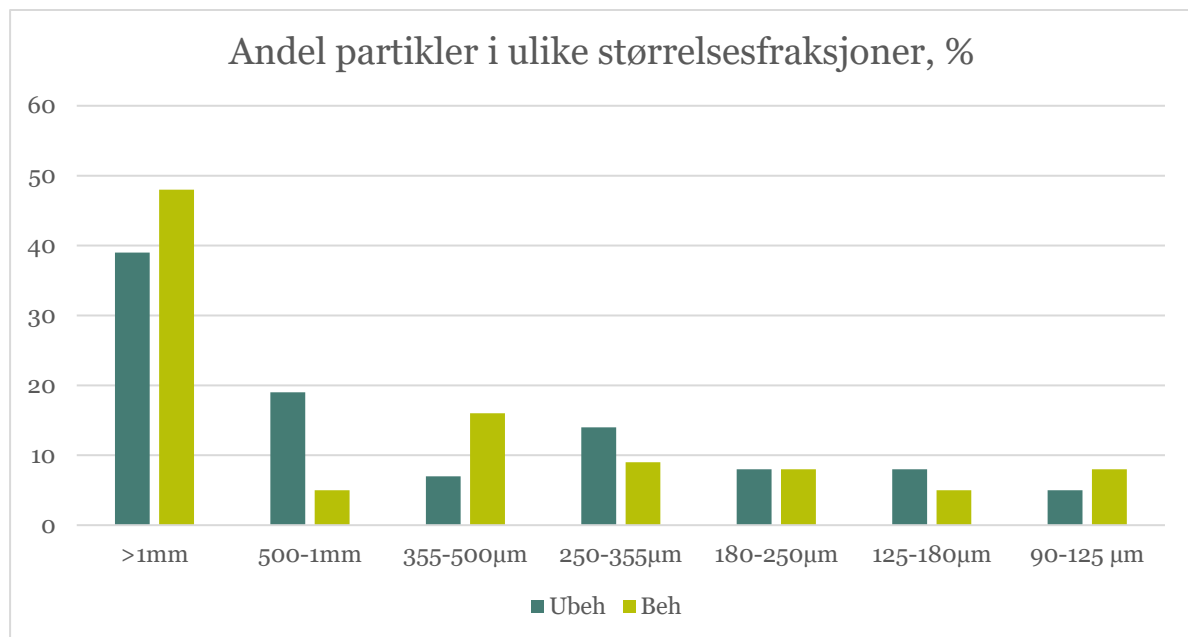
	Ledd		
	1.slått	2.slått	3.slått
Ubehandla	529	449	253
Behandla	517	370	294
T-test, P	0.71	0.26	0.29

3.3.6 Effekt av EM-behandling på partikkelstørrelsefordeling i kugjødsele

For å undersøke videre hvorvidt fermentering hadde ført til bedre gjødselekonsistens via redusert mengde/størrelse på partikler, målte NIBIO partikkelstørrelsefordeling fra 1 L behandlet og ubehandlet gjødsele fra Haarr gården. Målingen ble gjennomført ved å filtrere gjødsele gjennom et vibrerende sikteapparat hvor vann ble tilsatt (Fig. 2). Gjødsele ble deretter tørket ved 60 °C over fire dager, og mengde tørrstoff (TS) i hver størrelsesfraksjon av partikler ble veid.



Figur 2. Siktemaskin hos NIBIO som bruker vann og vibrasjon til å fraksjonere fast materiale i bløtgjødsele i ulike partikkelstørrelser



Figur 3. Fordeling av partikkelstørrelser i blaugjødsele etter 6 mnd behandling.

Det var ingen klar trend mellom behandlinger (Fig. 3). Den største forskjellen fant vi for de groveste partiklene, der det var ca. 8% mer grove partikler i behandlet gjødsele.

3.4 Forsøk 4. NIBIO/NORSØK Tingvoll – Blaut kugjødsel

Et forsøk ble gjennomført av NIBIO på Tingvoll gård, etter et forsøksoppsett definert sammen med NORSØK. Tingvoll gård driver med økologisk melkeproduksjon og har løsdrift med flyterenne med avrenning til en pumpekum. Derfra pumpes gjødselen over til et frittstående gjødsellager uten tak. På veien går gjødselen vanligvis gjennom et biogassanlegg. Gjødsel til dette forsøket ble hentet ut fra pumpekummen uten å være inntatt biogassanlegget. Gjødselen var ca 2-3 uker gammel da den ble fylt i 8 palletanker, 800 liter gjødsel par tank, den 10.10.2017. Flere detaljer om forsøket finnes i en egen rapport (Cabell og Løes 2018). Her følger et sammendrag.

Gjødselen ble tilført mengder med EM-preparat som tilsvarer mengden per tonn i et vanlig gjødsellager;

- Behandlet: Fire tanker ble tilsatt først 20 ml Nhance⁺ fortynnet med 200 ml vann, og etter en uke 200 ml Microferm (Effektive Mikroorganismer, EM).
- Ubehandlet: Fire tanker ble tilsatt kun rent vann i samme volum som tilsetningene over.

Det ble rørt om etter tilsetning av Microferm, ellers ingen omrøring. IBC tankene har et lokk med ca. 25 cm diameter, og disse ble lagt delvis over åpningene for at det skulle være *noe* tilgang på luft, slik det også er i en normal gjødselkjeller. Tankene ble plassert i et rom der gjennomsnittstemperaturen var om lag 14 °C. Dette tilsvarer gjennomsnittstemperaturen i en sommermåned mange steder i Norge. Tankene ble tilsatt 15 liter fersk gjødsel ukentlig i 8 uker, og det ble samtidig målt pH og red-oks med håndholdt elektrode i en porsjon med gjødsel som ble tatt ut rett under topplaget med skum i hver palletank, uten at det ble rørt om.

3.4.1 Observasjoner

Omtrent fra uke 5 i forsøket ble det observert et tynt lag av lysegrønne bobler i alle IBC tankene. Denne boblingen fortsatte i alle forsøkets 12 uker. Det er naturlig at gjødsel som oppbevares ved sommertemperaturer begynner å gjære. Innholdet av CO₂ og CH₄ i lufta over gjødselen i palletankene ble målt på to datoer, med en deponigassmåler GS 5000, etter at lokkene var skrudd tett til dagen før. Innholdet av begge gassene var da i gjennomsnitt noe høyere i behandlet gjødsel (Tabell 12). Forskjellene var imidlertid ikke statistisk sikre, med p-verdier mellom 0,13 og 0,21 (Tabell 12). Likevel tyder funnene på at gjæringen kom raskere i gang i behandlet gjødsel. Dette bekreftes av øvrige observasjoner i forsøket. Det ble tatt ut en samleprøve lagret i spann med tett lokk fra hver behandling i påvente av at disse prøvene skulle behandles i laboratorieskala biogassreaktorer. Det ble betydelig sterkere gassutvikling i spannet med ubehandlet gjødsel enn i spannet med behandlet gjødsel. Videre ble det ved oppstart av biogass-delen av forsøket observert mye sterkere gjæring i ubehandlet enn i behandlet gjødsel. Dette tyder på at gjæringen hadde brukt opp tilgjengelig lett nedbrytbart karbon i behandlet gjødsel, mens det fortsatt var lett tilgjengelig karbon tilgjengelig for produksjon av biogass i ubehandlet gjødsel.

Tabell 12. Innhold av CO₂ og CH₄ i luftlaget over kugjødselen ved ca 14°C på Tingvoll høsten 2017. (n=4)

	CH ₄ (%)	CO ₂ (%)
7.11.2017		
<i>Ubehandlet gjødsel</i>	4,7	7,4
<i>Behandlet gjødsel</i>	6	9,1
p-verdi i toveis t-test	0,31	0,35
5.12.2017		
<i>Ubehandlet gjødsel</i>	25,8	24,8
<i>Behandlet gjødsel</i>	35,2	29,2
p-verdi i toveis t-test	0,13	0,21



Figur 4. Biogassreaktorer med, fra venstre, behandlet, ubehandlet, behandlet og ubehandlet gjødsel, kort tid etter at gjødselen ble tilsatt. Merk betydelig kraftigere skumming i ubehandlet gjødsel, noe som indikerer biologisk aktivitet og gassproduksjon. Foto: Joshua Cabell, NIBIO.

3.4.2 Kjemisk sammensetning av gjødsel

Ved avslutningen av lagringsforsøket, 23.1.2018, ble det rørt om i alle tankene og det ble tatt ut en representativ prøve fra hver tank som ble frosset ned og sendt til kjemisk analyse. Det ble gjennomført en tosidig t-test med programmet Minitab for å undersøke om det var sikre forskjeller mellom det

kjemiske innholdet i prøvene fra de to behandlingene. Det var ikke i noe tilfelle sikre forskjeller, og som vi ser (Tabell 13) er forskjellene svært små.

Tabell 13. Kjemisk innhold i bløt gjødsel fra melkekyr ved Tingvoll gard (kg t⁻¹ gjødsel) i 2018

	TS, %	pH	Tot- N	NH4- N	N _{min} , %	Org- N	Tot- C	Tot- S	Tot- P	Tot- Ca	Tot- Mg	Tot- K
Ubehandlet	5,0	7,3	2,6	1,4	54	1,2	24	0,2	0,36	0,9	0,3	2,8
EM-behandlet	5,3	7,4	2,6	1,4	54	1,2	25	0,2	0,36	1,0	0,3	2,7

Tabell 14. Kjemisk innhold i bløt gjødsel fra ku, Tingvoll, 2018. (kg t⁻¹ TS)

	TS,%	Tot-N	NH4-N	Org-N	Tot-C	Tot-S	Tot-P	Tot- Ca	Tot- Mg	Tot-K
Ubehandlet kugjødsel	5,0	52,4	27,9	52,4	473,2	4,9	7,2	19,1	6,8	57,5
EM behandlet kugjødsel	5,3	48,4	25,9	48,8	473,7	4,7	6,8	18,8	6,3	52,1

Gjødselverdiene viser lite forskjell mellom behandlet og ubehandlet gjødsel. Gjødselens pH var >7 og det er derfor grunn til å tro at det var tap av NH₃ fra både behandlet og ubehandlet gjødsel. Det var ingen nedgang i TS eller Tot-C på grunn av behandling, noe som tyder på at det ikke skjedde noen økt mikrobiell omdanning på grunn av EM-behandling.

3.5 Forsøk 5. Thor Harald Bjoner – kalkun

Forsøket ble gjennomført hos Thor Harald Bjoner, Rakkestad kommune i Østfold, som driver konvensjonelt med kalkun. Kalkunhuset består av to separate avdelinger, én i hver etasje rett over hverandre. EM-preparater var tilført i toppetasjen, og sammenlignet med underetasjen der vi ikke har tilført noe. Kalkunene ble satt inn på samme tidspunkt i de to avdelingene, og det ble gitt samme type fôr. Dette skal gi et greit utgangspunkt for å sammenligne avdelingen som ble behandlet med mikroorganismer, med avdelingen som ikke ble behandlet. Det er allikevel noen ulikheter som kan påvirke inneklimate i de to avdelingene: viftene i toppetasjen er montert i taket, mens i underetasjen er de montert i vegg. Viftene er innstilt til å øke utsugingen av luft fra huset når en gitt grenseverdi av CO₂ er nådd, og vi vet dermed ikke hvorvidt viftene har gått på høyere intensitet i den ene avdelingen enn i den andre.

Effektive mikroorganismer, EM, ble tilført på tre forskjellige måter i løpet av forsøket:

- som fôrtilsetning dag 1 og dag 7 av innsettet; her ble det gitt 1 kg SynVital per 300 kalkun. SynVital er hvetekli innsatt med TMR. TMR er en EM-blanding der de fototrofe bakteriene er tatt ut, for å oppnå godkjenning som fôrtilsetning i EU.
- som tilsetning i vannet som sprayes inn gjennom klimaanlegget; Microferm ble blandet 1:500 med vann, og sprayet gjennom klimaanlegget 2 ganger per uke. Det sprayes til flisa i avdelingen er så vidt fuktig- ikke våt.
- som tilsetning gjennom drikkevann til kalkunene; her ble TMR dosert inn i drikkevannet ved følgende tidspunkt og konsentrasjoner;

- Uke 7: TMR 1:1000 vann
- Uke 9: TMR 1:10000 vann
- Uke 13: TMR 1:10000 vann
- Uke 15-18: TMR 1:1000 vann

Totalt mengde flis tilført i ubehandlet avdeling var ca. 200 m³ (total tykkelse på ubehandlet talle: 25 cm i snitt), basert på målinger 10 steder i avdelingen. Flismengde tilført i behandlet avdelingen var ca. 115 m³ (total tykkelse på behandlet talle: 17 cm i snitt), basert på målinger 10 steder i avdelingen.

Tilføring av flis har den effekten at den reduserer fukt, lukt og ammoniakkavgassing. I utgangspunktet kan man derfor forvente større tap av nitrogen og mer lukt i behandlet avdeling, hvor det er benyttet mindre flis i forsøksperioden.

3.5.1 Bondens vurdering

Det var noe tørrere talle i behandlet avdeling fra uke 10 og utover, men det ga ikke nevneverdig effekt på lukt/ inneklime fra forsøket startet og frem til uke 15. Fra uke 15 til 18 ble derfor dosen med mikrober gjennom drikkevannet økt til like stor dose som i uke 7. Omtrent en uke etter at dosen ble økt, fikk møkka fra kalkunene i behandlet avdeling en tydelig tørrere konsistens. Denne forskjellen holdt seg til innsettet ble tatt ut etter uke 19. Tørrere møkk gir tørrere talle, som igjen gir bedre inneklime med mindre lukt. På grunn av denne forskjellen i de to avdelingene, ble det påført mer flis i ubehandlet avdeling i perioden fra uke 10-19.

Fordi det ikke ga tydelig effekt av tilføringene før dosen gjennom drikkevannet ble økt i uke 15, bør man vurdere å øke dosen tilsetningsmidler. Det kan også være at tilsetningsmidlene bør tilføres på annet vis enn gjennom klimaanlegget. Gjennom klimaanlegget blir mikrobene sprayet ut i en tynn damp, og det er usikkert hvor mye som kan bli sugd rett ut av huset gjennom viftene.

3.5.2 Gjødseleanalyser

Det ble tatt gjødseleprøver fra begge avdelingene to dager etter at innsettet ble tatt ut. De øverste centimeterne med løs flis som nettopp var lagt på, ble fjernet. Deretter ble det gravd en profil gjennom strøet helt ned til gulvet, og tatt ut en del av profilen i hele høyden. Dette ble gjort på 10 steder i hver avdeling, omtrent samme steder i huset. Dette ble blandet godt i en bøtte, hvorpå selve prøven ble tatt ut, frosset ned, og sendt til AgriLab. Gjødselele ble deretter lagt i to separate hauger på jordet, uten overdekking. Det ble også tatt gjødseleprøver fra disse to haugene etter henholdsvis 3 og 8 måneders lagring. For prøven etter 3 mnd lagring ble det tatt 10 samlestikk, som ble blandet i bøtten der den endelige prøven ble tatt ut. For prøven tatt etter 8 mnd lagring var mesteparten av gjødselele allerede spredd på jordet, så prøven er tatt fra en liten haug som lå igjen på jordet. For prøven etter 8 mnd lagring ble det tatt 5 samlestikk, som ble blandet i bøtten der den endelige prøven ble tatt ut. Analysene viser følgende resultater:

Analysesjellene bekrefter inntrykket av tørrere gjødselele i behandlet avdeling, med ca. 6% høyere innhold av TS (56 vs. 50%). For innholdet av C og totalt N i TS var forskjeller mindre enn feilmarginen i analysen. Det var imidlertid systematisk høyere innhold av alle mineraler i behandlet gjødselele. Sammen med det høyere innholdet av TS tyder dette på en sterkere omdanning av tilført flis og/eller gjødselele i behandlet avdeling. En annen forklaring er at det er store mineraler i behandlet gjødselele fordi det ble mindre utynnet med flis i behandlet avdelingen sammenlignet med gjødselele fra ubehandlet avdelingen. Fosforinnhold er en god indikator for uttynningsgrad fordi det forsvinner ikke som gass. Her ser man fra Tabell 15 en klar forskjell i P innhold i behandletgjødselele vs ubehandletgjødselele.

I haugene etter lagring ser vi hvordan nitrogen forsvinner fra gjødselhauger ved lagring. Etter 3 mnd er TS innholdet ca 10% lavere enn ved utkjøring. N innholdet er kg TS er tilsynelatende økt i behandlet gjødsel. Den store forskjellen i N innhold etter 3 mnd kan muligens skyldes en sterkere varmgang i haugen med ikke behandlet gjødsel. Varmgang vil føre til tap av ammoniakk. Vi ser at pH har økt betydelig i begge gjødseltypene. Ved en pH-verdi på over 8 vil det skje betydelige tap av denne gassen.

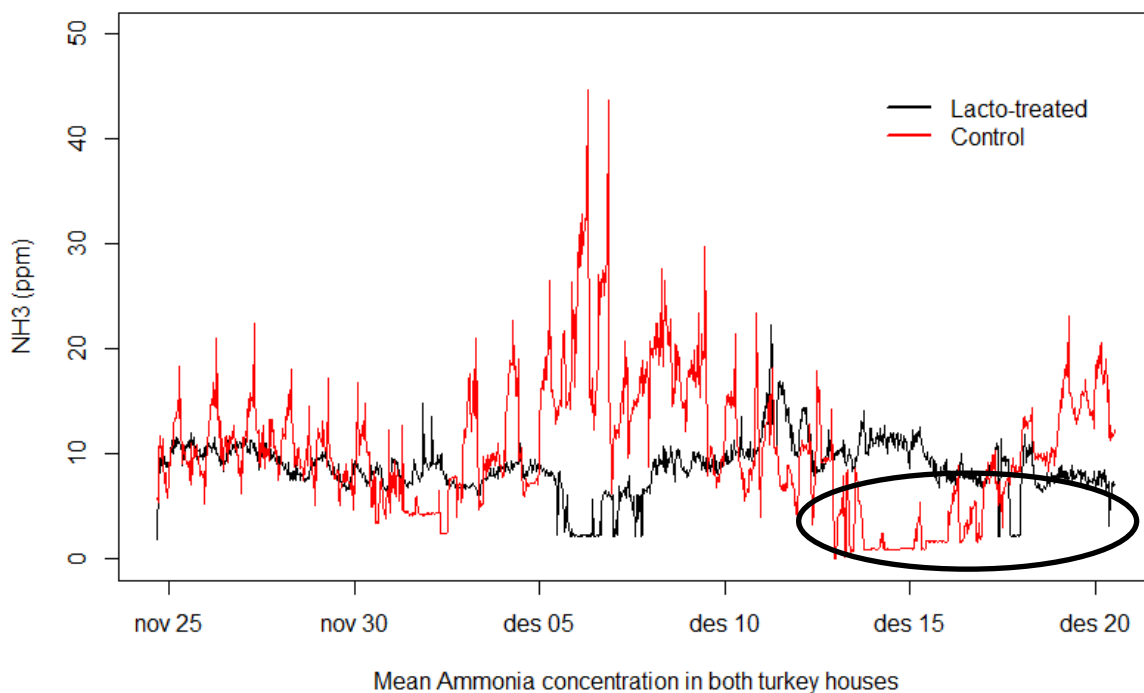
Etter 8 mnd lagring var en stor del av nitrogenet gått tapt fra begge gjødseltypene. Innholdet av svovel var også betydelig lavere, og tyder på et tap av gass. pH-verdien var sunket noe. Innholdet av TS hadde økt i ubehandlet gjødsel, mens det var en svak nedgang i TS i behandlet gjødsel. Da haugene hadde sammenliknbare forhold med tanke på uttørking med vind, og vanntilførsel med nedbør, kan denne forskjellen tyde på en sterkere varmgang i ubehandlet gjødsel. Større N-tap fra ubehandlet gjødsel peker også i denne retningen.

Tabell 15. Kjemisk innhold i kalkunmøkk (Kg per tonn gjødsel) ved Bjonar gård

	EM- Behandlet	Ikke behandlet	EM- Behandlet Lagret 3 mnd	Ikke behandlet Lagret 3 mnd	EM- Behandlet Lagret 8 mnd	Ikke behandlet Lagret 8 mnd
Tørrstoff, TS (%)	55,7	49,9	44,6	37,3	41,1	47,8
Tot-Nitrogen	29,3	24,5	47,2	16,3	12,0	3,8
Organisk Nitrogen	21,5	15,8	34,5	6,8	10,5	2,6
Ammoniumnitrogen	7,8	8,6	12,7	9,5	1,5	1,2
Tot-karbon	247,8	228,9				
Tot-C/Tot-N	8,5	9,4	4,2	10,1	11,6	9,3
Totalt fosfor	7,3	5,7	7,0	6,0	7,2	4,7
Totalt kalium	13,1	10,5	11,4	14,8	5,7	5,6
Totalt magnesium	3,1	2,4	3,0	2,4	3,3	3,3
Totalt kalsium	9,9	7,7	10,0	7,7	11,1	8,4
Totalt natrium	2,9	2,3	2,1	2,5	1,1	0,9
Totalt svovel	3,2	2,6	3,8	3,3	1,8	1,3
pH	5,6	6,2	8,4	8,3	7,7	7,5

3.5.3 Måling av ammoniakkavgassing

NIBIO installerte automatiske gassmålere som målte NH₃, CO₂ og temperatur hver halve time kontinuerlig i testperioden i de to avdelingene. Målerne ble installert med innsug av luft fra huset på 1,3 meters høyde. Det ble utfordringer med at filteret gikk tett av støv fra huset, slik at målerne måtte demonteres, renses og monteres flere ganger underveis. Derfor har vi ikke komplette dataserier for alle 19 uker av forsøket, men kun fra 25.11.17 til 20.12.17.



Figur 5. Gjennomsnitt NH_3 i kalkunfjølsluft fra behandlet (lacto treated) og ubehandlet rom (Control). Redusert NH_3 i kontroll-ledd fra des.13 og fremover (se sirkel over) skyldes at røret som trekker inn luft til måleren, var avkoblet ved at noen kom borti det mens de stelte i huset, og dette ble ikke oppdaget før slutten av forsøket.

Ammoniakk-konsentrasjonene varierte mye mindre, og var i snitt betydelig lavere i behandlet avdeling enn i ikke behandlet avdeling. Når NH_3 -konsentrasjonene i ubehandlet avdeling nådde de høyeste verdiene 6.–7. desember, var de om lag 4 ganger høyere enn i behandlet avdeling (Fig. 5). Det er verdt å merke seg at målingene av ammoniakk-konsentrasjon på grunn av tekniske utfordringer ikke ble gjennomført i den perioden (fra 27. desember og utover) da bonden selv merket forskjell på lukt av ammoniakk i de to avdelingene. Det er også mulig at verdiene for kontroll-leddet fra 13. desember og utover faktisk var betydelig høyere enn figuren viser, siden måleren ikke lenger var tilkopleet lederør i denne avdelingen. Det må også tas i betraktning at det kun var én måler plassert midt i hvert rom, i nærheten av bondens egne CO_2 - og temperaturmålere. En feilkilde som bør diskuteres er at gassen ammoniakk er lettere enn luft og derfor kan stige til værs slik at den kan ha lagt seg under taket i rommet med ventilasjon midt på veggen (ubehandlet avdeling, nederst i huset). Dette kan ha bidratt til at mer av ammoniakken ble luftet ut fra toppetasjen, hvor ventilasjonen var i taket. Samtidig dannes det raskt ammonium i luft med høy fuktighet, og slik vanndamp er tyngre enn luft.

Det var større døgnvariasjon i ammoniakk-konsentrasjon i det ubehandlede rommet. Dette har trolig mer å gjøre med rommet og ventilasjonssystemet, enn selve behandlingen. Ubehandlet avdeling hadde ventilasjon i vegg, mens behandlet avdeling hadde uttrekk gjennom pipe i tak. Begge uttrekk er mekaniske. Før man trekker konklusjoner om effekten av behandling, ville det være fornuftig å behandle i motsatt avdeling av første forsøk, for å vurdere om NH_3 -nivåene i de to rommene var mer påvirket av ventilasjonssystem og temperatur enn av selve behandlingen. Innhenting av data om CO_2 og temperatur fra bondens eget datasystem kan også hjelpe med å forklare og sammenligne de to avdelingene.

Bonden rapporterte tilfeller av luftsekkbetennelse og gjennomsnittlig dårligere tilvekst i behandlet avdeling, mens tarmhelsen var bedre i behandlet avdeling.

Total mengde fôr behandlet avdeling: 170 t

Total mengde fôr i ubehandlet avdeling: 176 t

Gjennomsnitt slaktevekt i behandlet avdeling: høner 5,8 kg/ haner 14,4 kg

Gjennomsnitt slaktevekt i ubehandlet avdeling: høner 6,1 kg/ haner 15,1kg

Prosjektet har hverken ekspertise eller data til å vurdere hvorvidt forskjeller i fôrforbruk, slaktevekt, tarmhelse og luftveisinfeksjoner kan være påvirket av tilføring av mikrober.

Prosjektleder har vært i kontakt med en annen kalkunprodusent i Norge som benytter mikrober i sin drift, og har gode erfaringer med luktreduksjon. De sier det er en merkbar reduksjon av lukt nærmest umiddelbart etter påføring av mikrober, og at det fortsetter å være mindre lukt i et par uker etter påføring. Her har de ikke klimaanlegg med overspraying, og de har mindre kraftig ventilasjon. De sprayer når det «er behov for det», når det lukter mye. De sprayer da med 20 liter mikrober tynnet i 250 liter vann, dette holder til ca. 1400 kvm. Behandlingen gjentas omlag hver annen uke i fuktig vær, mindre ellers. De har ikke klimaanlegg, så de sprayer med traktorsprøyte. På denne bakgrunnen anbefales det å vurdere om det er mulig å påføre mikrobene på annen måte enn gjennom klimaanlegg.

3.6 Forsøk 6. Forsøk med talle fra ku

Forsøket ble gjennomført hos Kjell Borge, Gol kommune, Viken Fylke, som driver med økologisk ammeku. Gården har 20 ammekyr i et fjøs på 300 kvm. Strø som brukes for talle i fjøset består 90 % halm og 10 % treflis. Her ble halve gulvarealet behandlet med mikrober, mens den andre halvparten sto ubehandlet.

Det ble benyttet effektive mikroorganismer (EM, produktnavn Microferm) fra oktober 2017 og utover. Det ble sprayet en gang i uken med 0,5 liter Microferm, som ble blandet i ca 10 liter vann, slik at det kunne spres utover hele arealet i behandlet del av dyrerommet. I tillegg ble 4 kg skjellsand og 4 kg leirmineraler ukentlig spredd utover tallen i behandlet avdeling.

Bondens vurdering

Kjell Borge rapporterte om en tydelig forskjell mellom de to delene av fjøset:

- Ved uttak hadde tallen i behandlet del av fjøset en brunsvart farge, mot den mer normale gulgrå fargen i tallen i ubehandlet avdeling.
- Det var tydelig at nedbrytningen av halmen begynte allerede i fjøset: rundt fôrstasjonen i den behandlede delen av fjøset ble tallen såpass brutt ned at dyra tråkket gjennom. Bonden måtte derfor ta ut denne tallen rundt fôrstasjonen et par ganger i løpet av vinteren.

En tilsvarende erfaring hadde en bonde i Nordland som har tilført EM til sauetalle som del av et NLR-ledet prosjekt i løpet av vinteren 2018. Tallen ble for bløt selv om bøndene tilførte 5–10 % ekstra strø.

Denne erfaringen deles ikke av sauebønder i Nederland og Storbritannia. Etter nærmere samtaler med noen av bøndene i Nederland/UK ble det klarlagt at de tilførte mikrobene med ryggsprøyte. Da kan det brukes betydelig mindre vann for å få spredd mikrobene jevnt. Kjell benyttet omtrent 20 liter vann per uke for å spre mikrobene, mens bøndene fra Nederland og UK benyttet 1–2 liter vann for tilsvarende areal. Raskere nedbrytning på de norske gårdene skyldes trolig at mikrobene hadde større tilgang til vann.

En av erfaringene fra bønder i andre land er at tallen/materialet er ganske stabil når den er tilsatt EM i fjøset, slik at den kan legges i haugen ute uten å gå varm. Kjell opplevde derimot at det EM-behandlede materialet gikk varmt allerede i fjøset, etter at han dagen før hadde fjernet tallen fra ubehandlet halvdel av fjøset, slik at det kom luft til i siden av behandlet talle. Varmgangen fortsatte også etter at materialet ble lagt i en haug. Kjell valgte da å ikke legge plast over, fordi det allerede var en viss varmgang. For å følge manualen for å legge en haug til fermentering, skal man tilføre EM og dekke til med plast for å hindre lufttilgang. Det er ikke gjort analyser av kjemisk innhold i materialet fra denne operasjonen.

3.7 Forsøk 7: Grisefjøs ved Mære landbruksskole

3.7.1 Hypotesen

Hypotesen med forsøket var at tilsetning av EM-preperater til fjøsoverflate og til grisfôr ville redusere lukt, NH₃-utslipp fra fjøset og forbedre helseforhold til gris.

3.7.2 Forsøksplan og metoder

Det ble brukt 2 avdelinger på grisehuset på Mære landbruksskole. Slaktegrisavdeling-1 var behandlet med EM-preperater mens slaktegrisavdeling-2 fungerte som en ubehandlet kontroll. I og med at det var ulike tidspunkter hvor grisene kom inn og ut av de 2 husene, var det heller ikke mulig å sammenligne de to husene på tidspunkt hvor grisene var like gamle. Dermed ble behandlingen av hver avdeling utført over 2 innsett for å fange opp mulig tidsbasert variasjon.

I slaktegrisavdeling-1 ble EM påført på to forskjellige måter over de 2 innsettene:

4. Innsett 1: EM-behandling av fjøsoverflate før introduksjon av gris og kontinuerlig tilsetning av EM til griseføret frem til slakting
5. Innsett 2; EM tilsetning til fôr og spaltegulv/gjødselkjeller

Vi vurderte effekter basert på følgende indikatorer;

- Lukt, subjektiv vurdering;
- Skum; er det et tynt lag med grønlig skum på toppen av gjødselen i grava?
- NH₃-avgassing, målt med NH₃-loggere installert av NIBIO;
- Analyse av gjødselverdier;

3.7.3 Behandling av slaktegrisavdeling med EM

Det ble benyttet følgende tilsetninger for å sikre fermentering av blautgjødsel fra gris:

Microferm: Et kommersielt mikrobielt produkt fra Nederland.

Nutribiome: En mikrobeblanding som Mikroferm, med mer gjørsopp og minus de fototrofe bakteriene (for å få det godkjent som fôrtilsetning i EU). Nutribiome er i væskeform.

ProMest: Ceolytt, blanding av steinmel: Skal sikre at mikrober som trives i forråtnelsesprosesser får mer krevende vilkår.

Påføring av produktene skjedd før grisene ble flyttet inn i bingene, og var sprøytet på alle overflater i huset, samt i foringsrør og i gulvsprekker.

3.7.4 Innsett 1:

EM-Behandling av dyrerom, og tilsetning gjennom fôret. En mer detaljert beskrivelse av fremgangsmåte for behandling av rommet er inkludert i Vedlegg 1.

3.7.5 Innsett 2:

- EM-Grunnbehandling dyrerom

Tilsetning gjennom fôret

3.8 Resultater fra grisforsøk på Mære

Gjødselanalysen viste at laktobehandling ikke hadde noen effekt for konservering av nitrogen i grise gjødselen (Tabell 16 og 17). Variasjon (standardavvik) var høy mellom enkelte gjødselprøver, men innenfor det som tidligere er erfart fra grise gjødselanalyser (Normverdier, Nibio gjødselvarehåndbok). På lik linje med forsøk på Tingvoll med kugjødsel var ammoniumnivåene lavere i lakto-behandlet gjødsel enn i ikke-behandlet gjødsel.

Tabell 16. Næringsstoffverdier i grise gjødsel etter EM-behandling (kg/tonn TS)

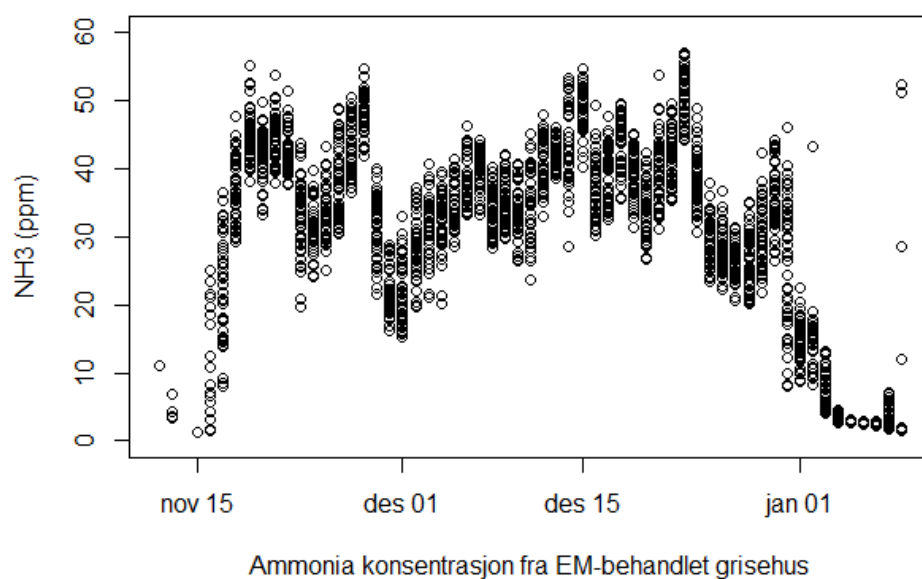
	Lacto-behandlet		Ubehandlet	
	snitt	St.avv.	snitt	St.avv.
Tørrstoff (%)	3,81	3,45	5,25	4,50
Totalt-N	110,03	52,01	104,42	54,28
Org-N	26,07	3,81	24,76	3,24
NH4	83,96	49,30	79,65	51,30
Totalt-C	16,42	16,68	22,62	21,25
C/N	5,06	3,73	5,49	3,94
P	16,51*	2.11	14,66	1,18
K	82,24	48.97	74,62	48,52
Mg	7,76	0.97	6,92	0,98
Ca	21,07**	1,97	17,98	1,77
Na	20,18	11,96	19,19	12,65
S	7,30	1,85	7,24	2,00
pH	7,44	0,24	7,55	0,33

Tabell 17. Næringsstoffverdier i grisegjødsel etter behandling med lakto-fermentprodukter (kg/tonn gjødsel)

(kg/tonn gjødsel)	Lakto-behandlet		Kontroll - ikke behandlet		Norm (3-5% TS)	
	Snitt	St.avv.	Snitt	St.avv.	Snitt	St.avv.
Tørrstoff (%)	3,81	3,45	5,25	4,50		
Totalt-N	2,79	1,05	3,46	1,12	3,40	1,60
Org-N	0,91	0,71	1,18	0,88		
NH4	1,88	0,59	2,28	0,35	2,60	1,20
Totalt-C	16,41	16,68	22,62	21,25		
C/N	5,06	3,74	5,49	3,94		
P	0,58	0,46	0,75	0,63	0,66	0,50
K	1,82	0,56	2,11	0,21	1,90	1,60
Mg	0,30	0,28	0,40	0,37	0,32	0,20
Ca	0,75	0,62	0,95	0,85	0,86	0,70
Na	0,44	0,12	0,53*	0,06		
S	0,23	0,16	0,31	0,20	0,28	0,30

**p<0.05 indikerer en statistisk signifikant forskjell mellom behandlinger. Verdier uten *-tegn betyr ingen signifikant forskjell mellom behandlinger.*

3.8.1 Ammoniakk-konsentrasjoner i fjøsluft



Figur 6. Ammoniakk-konsentrasjon i fjøsluft i EM-behandlet grisehusavdeling

Ammoniakk-konsentrasjoner i fjøsluft var mellom 20-50 ppm (parts per million; mikroliter per liter), 1.5 m over gulvhøyde i grisbingene. Det er over grensen på 10 ppm som er anbefalt av Mattilsynet² (Inntil 20 ppm lokalt ved gjødselplass). Det må understrekes at dette var første gang i dette prosjekt at NIBIO har brukt denne loggeren³ og at tallene er ikke kalibrert. I tillegg oppsto tekniske problemer ved bruk av loggeren som målte NH₃ i det ubehandlede rommet, så vi kan heller ikke sammenlikne tall fra behandlede og ubehandlede rom i griseforsøket. NIBIO planlegger å jobbe videre med teknologi så at de har bedre kompetanse på dette i fremtidige prosjekter.

3.8.2 Helseforhold i gris fra EM-behandling

Det var forskjeller i sykdomsanmerkninger mellom EM-behandlede og ikke behandlede innsett, men i alt var sykdomsanmerkningene relativt like (Tabell 18). Det var flere gris som døde i den ikke-behandlede puljen, men uansett var dødstall lave og dødsårsaker ukjent.

Tabell 18. Helseforhold i gris fra EM-behandling

	Ikke behandlet	Behandlet*
	%	%
Sykdomsanmerkninger brysthinner	0,30	1,05
Sykdomsanmerkninger lungelidelser	0,70	0,5
Sykdomsanmerkninger lever	0	0,55
Sykdomsanmerkninger ledd	0,55	1,05
Sykdomsanmerkninger halesår	4,15	3,25
Sykdomsanmerkninger byller	2,05	0,80
Sykdomsanmerkninger i alt	6,65	7,00
Døde	0,95	0
Kasserte	0,45	0

*Snittverdier fra 2 innsett med slaktegris (ca. 200 gris/innsett)

3.8.3 Effekt av EM-behandling på slaktegris: Produksjonsnivå og økonomi

Daglig tilvekst av slaktegris var cirka 4 % lavere ved behandling av fjøset med EM (Tabell 19). Behandlet-verdien er en snittverdi av to innsett med ca. 200 gris i hvert innsett. Fôrenhet (FEn) per kg tilvekst var nesten lik, noe som tilsier at EM ikke bidro til mer effektivt metabolsk opptak av fôr. Dekningsbidrag per kg tilvekst er ikke oppgitt fordi de behandlede og ikke-behandlede puljene var i huset på ulike tidspunkt, og det oppsto ulike markedspriser for solgt kjøtt mellom behandlinger.

² https://www.mattilsynet.no/dyr_og_dyrehold/produksjonsdyr/svin/retningslinjer_for_hold_av_svin.5700

³ Loggeren var en open source technology bygget for prosjektet av en forsker i Kina. Men loggeren trengte mye mer tid og kompetanse for å drifte enn var planlagt i prosjektet.

Tabell 19. Produksjon og økonomi-utregning fra EM-behandling av gris

	Ikke behandlet	Behandlet*
Daglig tilvekst (g)	1222	1174
FEn per kg tilvekst	2,45	2,46

**Snittverdier fra to innsett med slaktegris (ca. 200 gris/innsett)*

4 Diskusjon av samlede resultater fra forsøk

4.1.1 Nitrogeninnhold i EM-behandlet gjødsel

På gårdene var det tilsynelatende høyere N-innhold i behandlet enn i ubehandlet gjødsel. I det kontrollerte forsøket var det imidlertid ingen sikker forskjell på N-innholdet i behandlet og ubehandlet gjødsel. Oppsummert tilsier dette at resultatene må tolkes med stor forsiktighet når det gjelder nitrogen. For eventuell effekt på N-innhold trengs det flere undersøkelser før man kan komme med sikrere vurderinger.

4.1.2 Luktvurdering

Deltagende bøndene har rapportert en mindre sterk og syrlig lukt fra gjødselkjeller og under spredning etter tilsetning av EM-produktene.

4.1.3 Måling av NH₃-konsentrasjoner

Det ble målt større svingninger, og tidvis markant høyere NH₃-konsentrasjoner i luften i ubehandlet avdeling, enn i avdelingen som ble behandlet med EM (i kalkun forsøk). I grise-forsøk har vi ikke godt nok datagrunnlag for konkludere ang. NH₃.

4.1.4 Gjødselkonsistens og skorpdannelse

Forsøksbøndene rapporterer jevnt over om at bløtgjødselen oppleves som mer homogen, og det kreves mindre omrøring enn ellers før spredning. Fermentering inni gjødselkjeller produserer blant annet CO₂ som bobler opp på overfalten. Dette kan være årsak til at gjødsel opplevdes mer homogen og lettere å handtere under spredning i Rogaland-forsøkene. På den andre siden kan skorper på husdyrgjødsel fungere som et fysisk lokk som reduserer NH₃-utslipp. Misselbrook et al. (2005) rapporterte en ca. 50 % reduksjon i NH₃ fra gjødsel med skorpe sammenlignet med gjødsel uten skorpe. Derfor burde et ønske om bedre flyt og konsistens veies opp mot ulempen av økt tap av NH₃. At gjødsel oppleves som mer håndterelig under spredning betyr ikke nødvendigvis at den sige fortere ned i jord. Vår analyse av partikkelstørrelsefordeling viste ingen statistisk forskjell, og det var heller ingen kortere infiltrasjonstid for vann i jord som hadde blitt tilført EM-behandlet gjødsel.

4.1.5 Vekstforsøkene

I de feltforsøkene utført i prosjektet er det ingen sikre forskjeller i grassavling mellom felt hvor det er spredd behandlet og ubehandlet gjødsel.

4.1.6 Virkning av EM-preperater

Når det gjelder fermentering av blautgjødsel er det en del skepsis i det vitenskapelige miljøet om i hvilken grad mikrobielle tilsetninger har evne til å overstyre den mikrobielle sammensetning som er allerede er i gjødselen (Zhu et al. 2000). I Nederland har mange bønder tatt i bruk metoden for å behandle husdyrgjødsel. Her har selskapet Agriton vært mest aktiv i markedsføringen av disse metodene og produktene til bønder, og blitt invitert til Norge som en del av dette prosjektet for å dele sine erfaringer. På tross av at det er mange bønder i Nederland som bruker disse preperater i sine fjøs og virker fornøyde med resultatene, er det fortsatt manglende vitenskapelige bevis for virkningene av melkesyrebehandling på blautgjødsel (i hvert fall i de lave doseringsnivåene som er anbefalt) (van Vliet et al. 2006). Dette ble dokumentert i en rapport utgitt av Wageningen Universitet som konkluderte at det var manglende bevis for Agriton sine påstander om virkning av deres bio-preperater (Melse og Ogink, 2015). Våre erfaringer fra forsøk i dette prosjektet understøtter konklusjonen fra Wageningen.

4.1.7 Økonomi med bioforsuring av husdyrgjødsel

Hjorth et al. (2016) konkludert at bioforsuring av husdyrgjødsel til pH <5,5 krever 25 g sukker/kg blautgjødelse. For en gård med 20 kyr og totalt blautgjødselmengde på 500 tonn/år vil det kreve ca. 12,5 tonn sukker/år til bio-forsuring. Med dagens sukkerpris (kr 2,70/kg) vil årlig kostnad for bioforsuring bli kr 33 750,- for et gårdsbruk med 20 kyr. I Danmark er det estimert at kostnad på forsuring av blautgjødelse med svovelsyre er kr 7,70/tonn (Lyngsø Foged et al. 2017) altså kr 3850,- for et gårdsbruk i Norge med 20 kyr. Prisen for bioforsuring er da 10 ganger høyere enn kjemisk forsuring, hvis en bonde må betale for sukker. Bioforsuring kan bli billigere hvis det finnes lokale sukker- eller karbohydratrike avfallsprodukter som kan brukes. Bioforsuring med sukker kan være positivt nedstrøms for et biogassanlegg fordi gjødselen vil være mye mer energirik, mens husdyrgjødsel behandlet med svovelsyre derimot kan skape hemning i biogass reaktorer og reduserer CH₄-utbyttet (Hjorth, 2015).

5 Konklusjon

Tilsetning av kommersielle EM-preperater i fjøs og innblanding i dyrefor har ikke vist effekter på konservering av næringsstoffer i husdyrgjødsel i den graden som var forventet ut fra beskrivelse fra leverandørene av mikrobielle produkter. Kombinert med en gjennomgang av litteratur fra internasjonale forsøk konkluderer vi med at tilsetning av mikrobene alene til husdyrgjødsel eller fjøs vil ikke være nok for å overstyre mikrobielle samfunn som allerede er tilstede. Andre studier viser at tilsetning av en tilleggssubstrat (glukose, melasse, løselige karbohydrater) er nødvendig for melkesyrefermentering og deretter forsuring og konservering av gjødselen. Tilsetning av mikrobeinokulum i kombinasjon med karbohydrat-substrater kan være til hjelpelig for å akselere prosessen, men er ikke strengt nødvendig. Andre fordeler kan likevel oppstå for bønder ved bruk av EM-produkter, inkludert bedre flyt og konsistens i gjødsel, og redusert lukt i fjøset. Det må tilsettes ca. 2.5 % sukker til husdyrgjødsel til å få til en tilstrekkelig forsuring, og våre beregninger antyder at metoden trolig vil være for dyr i bruk, hvis man ikke kan skaffe et billig sukkersubstrat i form av et avfallsprodukt.

6 Formidlingstiltak utført i prosjektet

Prosjektet har hatt følgende formidlingsaktiviteter i prosjektperioden:

Oppstartsseminar - Oppstartseminarer ble holdt i august 2017 både i Oslo (Bøndens hus) og NLR Rogaland. De fokuserte på gjennomgang av teknologien og erfaringene fra Europa. *Jan Feersma, adm.dir. Agriton, var invitert som hovedforedragsholder.*

TV reportasje på NRK kveldsnytt april 2018.

<https://tv.nrk.no/serie/kveldsnytt/201804/NNFA23041218#t=6m40s>

Artikkel i bondevennen 27. oktober 2017. Tilgjengelig online: https://bokashinorge.no/wp-content/uploads/2017/11/Bokashi_AlfMagneHaarr_BV.pdf

MØKK OG MIKROBER 2017. Prosjektblogg, desember 2017 – Bokashinorge.no

<https://bokashinorge.no/husdyrgjodsel-mikrober-2017/>

Bredt dekning i media, inkludert i NRK TV og landbruksaviser. Direkte formidling til bønder og interesserte ble utført i et startseminar i Oslo i 2017.

Foredrag for elever og ansatte ved Mære landbruksskole (02.10.2019)

Referanser

- Amon, B., V. Kryvoruchko, T. Amon, and S. Zechmeister-Boltenstern. 2006. "Methane, Nitrous Oxide and Ammonia Emissions during Storage and after Application of Dairy Cattle Slurry and Influence of Slurry Treatment." *Agriculture, Ecosystems and Environment* 112 (2–3): 153–62. doi:10.1016/j.agee.2005.08.030.
- Amon, B., V. Kryvoruchko, T. Amon, and G. Moitzi. 2004. "Ammonia, Methane and Nitrous Oxide Emissions During Storage of Cattle and Pig Slurry and Influence of Slurry Additive „Effective Micro-Organisms (EM)“,” no. February: 1–33. [http://emtehnologija.si/UserFiles/files/EM ?tudije Multikraft/odour_emissions_pig_cattle_manure_boku_EN.pdf](http://emtehnologija.si/UserFiles/files/EM%20tudije%20Multikraft/odour_emissions_pig_cattle_manure_boku_EN.pdf).
- Bastami, M.B., D.L. Jones, and D. R. Chadwick. 2016. "Reduction of Methane Emission during Slurry Storage by the Addition of Effective Microorganisms and Excessive Carbon Source from Brewing Sugar." *Journal of Environmental Quality* 45 (October): 2016–22. doi:10.2134/jeq2015.11.0568.
- Berg, W., R. Brunsch, and I. Pazsiczki. 2006. "Greenhouse Gas Emissions from Covered Slurry Compared with Uncovered during Storage." *Agriculture, Ecosystems and Environment* 112 (2–3): 129–34. doi:10.1016/j.agee.2005.08.031.
- Cabell, J. og Løes, A-K. 2018. Forsøk med fermentering av husdyrgjødsel. NORSEK Rapport (3)8. ISBN:978-828202-071-8. Tilgjengelig online: <https://orgprints.org/34268/1/NORS%C3%98K%20Rapport%20%202018%20Fermentering%20av%20husdyrgj%C3%B8dsel.pdf>
- Higa, Teruo, and G.N. Wididana. 1991. "The Concept and Theories of Effective Microorganisms." *Proceedings of the First International Conference on Kyusei Nature Farming*, 118–24.
- Hjorth, M.; Fernandez, M.S.; Jayaram, S.; Sørensen, J.A.; Adamsen, A.P.S. Bio-acidification of manure – By supplying manure with 2-3% sugar or cellulose. Poster. RAMIRAN 2015 – 16th International Conference. Rural-Urban Symbiosis, 8th – 10th September 2015, Hamburg, Germany
- Kobayashi, M., and M. Kobayashi. 1995. Waste remediation and treatment using anoxygenic phototrophic bacteria. In: R. E. Blankenship, M. T. Madigan, and C. E. Bauer (Ed.) *Anoxygenic Photosynthetic Bacteria*. pp 1269-1282. Kluwer Academic Publishers, Boston.
- Landbruks-og Matdepartementet, 2019. Tekniskutvalg rapport: Jordbruksrelaterte klimagassutslipp - Gjennomgang av klimagassregnskapet og vurdering av forbedringer. Rapport fra partssammensatt arbeidsgruppe. 1.7.2019.
- Lyngsø Foged, H., H. Sjørslev Lyngvig, M. Toft. 2017. Rapport: Scenarie for forsuring af halvdelen af gyllen i Danmark. Interreg Baltic Sea Region, Baltic Slurry Acidification Project. Tilgjengelig online: https://www.organe.dk/docs/Scenarie_for_forsuring_af_halvdelen_af_gyllen_i_Danmark.pdf
- Melse, R.W, og N.W.M. Ogink (2015). Vurdering av mulige PAS-tiltak: sannsynlighet for Agriton-systemet. Wageningen, Wageningen UR (University & Research centre) Livestock Research, Livestock Research Report 901.
- Misselbrook, T. H., S. K. E. Brookman, K. A. Smith, T. Cumby, A. G. Williams, and D. F. McCrory. 2005. Crusting of Stored Dairy Slurry to Abate Ammonia Emissions. *J. Environ. Qual.* 34:411-419. doi:10.2134/jeq2005.0411dup
- Mulder, C., J. B. Dijkstra (1945–2005), and H. Setälä. 2005. "Nonparasitic Nematoda Provide Evidence for a Linear Response of Functionally Important Soil Biota to Increasing Livestock Density." *Naturwissenschaften* 92 (7). Springer-Verlag: 314–18. doi:10.1007/s00114-005-0634-0.

- Røhnbæk, P.G. 2019. Tiltak for å minske ammoniakkutslipp fra husdyrgjødsel. SSB analyse 2019/21. Tilgjengelig online: <https://www.ssb.no/jord-skog-jakt-og-fiskeri/artikler-og-publikasjoner/dette-kan-bonden-gjore-for-a-redusere-utslipp-av-ammoniakk>
- Scheinemann, H. A., K. Dittmar, F.S. Stöckel, H. Müller, and M. E. Krüger. 2015. “Hygienisation and Nutrient Conservation of Sewage Sludge or Cattle Manure by Lactic Acid Fermentation.” *PLoS ONE* 10 (3). doi:10.1371/journal.pone.0118230.
- Szogi, A., M. B. Vanotti, and K. S. Ro. 2015. “Methods for Treatment of Animal Manures to Reduce Nutrient Pollution Prior to Soil Application.” *Current Pollution Reports* 1: 47–56. doi:10.1007/s40726-015-0005-1.
- van Vliet, P.C.J., Bloem, J., de Goede, R.G.M., 2006. Microbial diversity, nitrogen loss and grass production after addition of effective microorganisms (R) (EM) to slurry manure. *Appl. Soil Ecol.* 32, 188–198
- Van der Stelt, B., E. J M Temminghoff, P. C J Van Vliet, and W. H. Van Riemsdijk. 2007. “Volatilization of Ammonia from Manure as Affected by Manure Additives, Temperature and Mixing.” *Bioresource Technology* 98 (18): 3449–55. doi:10.1016/j.biortech.2006.11.004.
- Xu, Hui-Lian. 2001. “Effects of a Microbial Inoculant and Organic Fertilizers on the Growth, Photosynthesis and Yield of Sweet Corn.” *Journal of Crop Production* 3 (1). Taylor & Francis Group : 183–214. doi:10.1300/J144v03n01_16.
- Zhu, J. (2000). A review of microbiology in swine manure odor control. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 78(2), 93–106. [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(99\)00116-4](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(99)00116-4)

Appendix 1.

Fremgangsmåte for EM-behandling av grisehus og prøvetaking på Mære landbruksskole:

Behandling for Innsett 1:

Dag 1: Spray mikroferm på overflater i hele huset, benytt ryggspøyte (NB! Sprøyten må ikke være benyttet til desinfeksjonsmidler eller plantevernmidler). Spray ekstra godt i kroker og overganger vegg- gulv, og andre steder der det kan finnes rester av møkk og annet som mikrobene kan etablere seg på. Kan sprayes før eller etter innsett av griser, som dere ønsker. Spray gjerne over grisene, slik at de får mikrobene på seg. Dosering; 5 liter Microferm blandes i 2 liter vann (så mye vann som må til for å spraye jevnt over avdelingen). Vannet skal holde 25-35 grader, ikke varmere enn 35 grader, da det vil drepe mikrobene.

Fra dag 1 og frem til slakt: Bland Nutribiome i fôret; 1 liter Nutribiome per kubikkmeter for. Nutribiome sprøytes over forblendingen i våtformikseren; dosering med dosatron.

Det blir igjen en liten rest (ca 50 kg) av fôr etter at det er fôret til en avdeling, slik at en liten andel tilsetningsmidler kan bli med over i fôret som skal gis til neste avdeling. For å minimere denne potensielle feilkilden, fôres det først til slaktegrisavdelingen som skal behandles, deretter til purkene, og til sist til slaktegrisavdelingen som ikke skal behandles.

Behandling av Innsett 2

Microferm, Nutribiome i fôret).

I tillegg gjøres følgende;

Dag 7, og deretter hver 14. dag: Bland ut ProMest med rent vann, og spre denne blandingen jevnt utover spalter i gulvet i huset; begge renner skal ha omtrent like mye av løsningen. Benytt håndholdt vannkanne med dusjhode eller annet som gir jevn spredning.

Dosering: 5 liter ProMest- 2,5 liter til hver gjødselrenne i avdelingen. Tynn ut 2,5 liter ProMest i 7 liter vann i en vannkanne, og spray over den ene gjødselrenna. Gjenta for den andre gjødselrenna.

Dag 14, og deretter hver 14. dag; spray mikroferm i hele avdelingen (gulv, vegger, fôrbrett i alle binger), benytt håndholdt vannkanne eller ryggsprøyte (NB! Må ikke være benyttet til desinfeksjonsmidler eller plantevernmidler). Spray helst over grisene også, slik at de får en dusj EM samtidig.

Dosering; 5 liter Microferm blandes i 2 liter vann (så mye vann som må til for å spraye jevnt over avdelingen). Vannet skal holde 25-35 grader, ikke varmere enn 35 grader, da det vil drepe mikrobene.

En måte å gjøre dette enkelt på, er å ha én fast dag i uka, da det skal sprayes noe i huset, for eksempel hver fredag; annenhver mandag skal det sprayes ProMest, annenhver mandag skal det sprayes Microferm.

Vi har her foreslått en måte å spre tilsetningene på, der det skal være relativt liten innsats for å få det gjort. Det er ellers slik at jo oftere man sprer tilsetningene, jo bedre skal effekten være på lukt og fluer i huset. Mange bønder velger derfor å gå over med ryggsprøyta med Microferm en gang om dagen, og da heller med en mindre dose. Dette kan dere velge selv hvordan dere ønsker å gjøre. Det går jo også an å gjøre det hyppig i en periode, for å få et inntrykk av eventuelle forskjeller. Det er viktig for forsøkets del at dere noterer ned hvilke datoer dere gjør det, slik at vi kan sammenligne dette med eventuelle svingninger i ammoniakk-avgassing.

Tømming av flyterenner

Det tar normalt 4-6 uker før fermenteringen av gjødselen i flyterenner/ lager begynner å merkes; det første signalet er at det kan sees små, lysegrønne bobler på toppen av gjødselen. Noen bønder kan også høre en svak pippling i flyterenner, hvor det ellers kan være litt vanskelig å se noe på toppen av gjødselen. Lukten skal også på dette tidspunktet begynne å bli annerledes. På Mære tømmes flyterennene ca hver 25. dag på starten av et innsett, og ca hver 10. dag mot slutten. Dersom renna tømmes helt hver gang, vil man samtidig tømme ut den gjødselen som er i ferd med å fermentere, og man vil måtte starte på nytt, og det vil ta nye 4-6 uker før fermenteringen er i gang. For å hindre at dette skjer, skal flyterenner tømmes kun halvveis, hver gang de tømmes, slik at ca halvparten av gjødselen er igjen i renna etter

tømming. For å få et best mulig sammenligningsgrunnlag mellom de to avdelingene, bør det tømmes omtrent like mye/lite også i ubehandlet avdeling 2.

Uttak av gjødselprøver;

Det var tatt ut gjødselprøver til analyse på slutten av hvert innsett, i både behandlet og ubehandlet avdeling. Prøven tas ut på følgende måte;

- Rør opp gjødselen i flyterenna godt med omrører;
- Ta en 10 liters bøtte og fyll den med gjødsel fra renna- få med gjødsel fra noe dypere i renna også- ikke bare overflaten.
- Rør om i bøtta, og ta ut 0,5 liter gjødsel fra bøtta i prøveflaska.
- Merk prøveflaska godt (ref dokument «Oversikt gjødselprøver- Mære», og frys den ned så snart som mulig. Fyll ut oversikten med datoer når prøvene ble tatt; husk å lagre denne på pc og send meg en kopi, sånn at ikke dette dokumentet forsvinner til Sverige med prøvene.
- Denne prosedyren gjentas fire ganger per avdeling per innsett, slik at det tas ut 4 gjødselprøver etter hvert innsett. Disse taes ut på 4 forskjellige steder i rommet- 2 fra hver renne (ved ventil 2,4,7 og 9 i behandlet avdeling, og ventil 12,14,17 og 19 i ubehandlet avdeling.
- Når alle 16 prøver er tatt, skal disse sendes i frosset tilstand til AgriLab. Jeg sender mail om hvordan dette gjøres!

Behandling av purkeavdeling

- Behandling av gulvflater; etter at dere har glattet over gulvet med nytt flislim (gjøres ca hver 7. uke i halve rommet), kan gulvet sprayes med ProMest og så Microferm;
- 5 liter ProMest børstes over gulvet, slik at det kommer inn i porer. Tynnes med 5 liter vann, og børstes utover så hele gulvet dekkes. Dagen etter at dette er gjort, spray 5 liter microferm over hele gulvflaten, benytt ryggspyte.
- Fra dag 7, og 1 gang per uke: spray mikroferm på overflater i hele avdelingen, benytt ryggspyte (NB! Må ikke være benyttet til desinfeksjonsmidler eller plantevernmidler). Spray ekstra godt på gulvet, der purkene kan få infeksjon fra små kutt. Spray over purkene, slik at de får en dusj EM samtidig; spray gjerne spesifikt på sår der de sees.

- Dosering; 5 liter Microferm blandes i 2 liter vann (så mye vann som må til for å spraye jevnt over avdelingen). Vannet skal holde 25-35 grader, ikke varmere enn 35 grader, da det vil drepe mikrobene.
- Fra dag 1: Bland Nutribiome i fóret i våtformikseren til hele purkeavdelingen. Følg samme manual og dosering som beskrevet her over.
- Fra purkene flyttes inn i fødeavdeling; strø 1 dl av SynVital over foret til hver purke hver dag. Spray over med Microferm en gang per uke; Dosering; 5 liter Microferm blandes i 2 liter vann (så mye vann som må til for å spraye jevnt over avdelingen). Vannet skal holde 25-35 grader, ikke varmere enn 35 grader, da det vil drepe mikrobene.
- Smågris, fra fødsel; SynVital legges i hjørnet (i eget trau der dette finnes) i hver bunge, slik at alle smågrisene får tilgang; de kan ha fri tilgang, så det må etterfylles når det er tomt. De trenger ikke læres opp til å spise det- de finner det selv, og spiser det de vil.
- Smågrisavdeling; 1 dl SynVital strøs over foret 1 gang hver dag. Spray over med Microferm en gang per uke; Dosering; 5 liter Microferm blandes i 2 liter vann (så mye vann som må til for å spraye jevnt over avdelingen). Vannet skal holde 25-35 grader, ikke varmere enn 35 grader, da det vil drepe mikrobene.
- Slaktegrisavdeling; Fra dag 1 og frem til slakt: Bland Nutribiome i fóret; 1 liter Nutribiome per kubikkmeter for. Nutribiome sprøytes over forblandingen i våtformikseren; dosering med dosatron.
- Her kan effekt vurderes ut ifra endring i forekomst av klovbetennelse i purkeavdelingen. Sammenligning med historiske data.
- Det er også spennende å sammenligne skorpen på gjødselen i flyterenna i en del av purkeavdelingen der det er behandlet i en periode, med skorpen i renne der det ikke er behandlet. Eventuelt en vurdering av skorpedannelse før/ etter behandling, dersom det ikke er praktisk mulig å beholde et område i purkeavdelingen ubehandlet over tid.
- En subjektiv vurdering av forekomsten av fluer vil også være interessant her, sammenlignet med før behandling.
- På smågrisen skal dette skal gi bedre forutnyttelse (feed conversion rate), rolige smågris (mindre halebiting), blankere/rødere farge. Det skal også ha samme effekt på gjødselen som i en slaktegrisavdeling.
-

- Fødeavdeling		antall	dager	dosering pr dag		Volum
- purker	20	56	0,1	112	3 uker før grising, 5 uker etter	
- Smågris, binge		20	35	0,05	35	5 uker

- Smågrisavdeling		antall	dager	dosering pr dag		Volum
- Smågris, binge		20	35	0,1	70	5 uker

Nøkkelord:	Gjødsel, Effektiv microorganismer, fermentering
Key words:	Manure, fermentation, Effective Microorganisms
Andre aktuelle publikasjoner fra prosjekt:	Cabell, J. og Løes, A-K. 2018. Forsøk med fermentering av husdyrgjødsel. NORSØK Rapport (3)8. ISBN:978-828202-071-8. %C3%B8dsel.pdf

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.