https://www.regionaleforskningsfond.no/Oslo/rff-oslo/nyheter/mokk-i-plasmareaktor/

Møkk behandlet i plasmareaktor blir førsteklasses gjødsel

Norskutviklet teknologi gjør møkk og urin fra husdyr om til effektiv gjødsel og fjerner samtidig smittestoffer og legemiddelrester.

AV ØYSTEIN RYGG HAANÆS | PUBLISERT 24. JUN. 2022



FRA MØKK TIL FULLVERDIG GJØDSEL: Med dette apparatet kan husdyrbønder omdanne møkk til en nærmest luktfri og svært nitrogenrik væske. Foto: N2 Applied

En ny metode for å omdanne kumøkk til gjødsel, renser også møkka for en rekke smittestoffer, legemiddelrester og miljøgifter. Luft varmes opp til flere tusen grader i en plasmareaktor og føres sammen med møkka, der aktive nitrogen- og oksygenforbindelser både tilfører møkka næringsstoffer og bryter ned uønskede organismer og stoffer.

Analyser gjort av forskningsinstituttet Aquateam COWI viser at metoden blant annet renser møkka effektivt for rester av en av de mest brukte antibiotikatypene i Europa.

Å unngå slike antibiotikarester i naturen er viktig for å ikke skape flere antibiotikaresistente bakterier. Ifølge en fersk studie publisert i Lancet – regnet som verdens kanskje viktigste medisinske tidsskrift – dør 1,2 millioner mennesker årlig som følge av antibiotikaresistente infeksjoner.

- Metoden viser også god effekt mot tarmbakterien *E.coli* og mot en særlig robust utgave av salmonellabakterien, sier forskningsleder Eilen Arctander Vik ved Aquateam COWI.

Metoden og den tilhørende teknologien er utviklet av selskapet N2 Applied med støtte fra blant annet Innovasjon Norge, regionale forskningsfond (RFF), Forskningsrådet, EU og en rekke investorer.

Gjør møkk til verdifull gjødsel

I dag er de fleste bønder avhengige av kunstgjødsel der produksjonen forbruker store mengder fossil energi. Samtidig slipper husdyrmøkk fra seg både luftforurensende ammoniakkgass og den ekstremt virkningsfulle klimagassen metan. Det betyr også at næringsstoffer i møkka forsvinner i løse lufta.

- Skal vi fortsette å drikke melk og spise biff, må disse utfordringene løses. Derfor har vi utviklet en teknologi som både reduserer utslippene av metan og ammoniakk, og som øker innholdet av viktige næringssalter i møkka. Det hele kan skje på gården, med bruk av fornybar energi fra for eksempel solcellepaneler, sier Rune Ingels.

Ingels er teknologidirektør og medeier i N2 Applied, som nå har ni pilotanlegg i drift rundt om i verden. Sju av dem er subsidiert av EU, som også har forpliktet seg til å gå inn i selskapet med 150 millioner kroner gjennom verdens største innovasjons- og forskningsprogram, Horisont Europa.



GJØDSELGJENGEN: Dette er teamet bak teknologien som kan gjøre bøndene selvforsynte med fullverdig gjødsel. Foto: N2 Applied

Plasmagenerator aktiverer forbindelser i lufta

Anleggene er på størrelse med en traktor og koster ifølge Ingels også omtrent det samme som en traktor. Nøkkelen i teknologien er en plasmagenerator som skaper liv og røre i luft som deretter føres sammen med blautgjødsel, som altså er møkk og urin fra husdyr.

Plasma betegner den fjerde grunntilstanden et stoff kan ha, ved siden av gass-, væske- og fast form.

I plasmatilstand lades atomene og blir *ioner*, det vil si at de gir fra seg eller tar opp elektroner i et helt annet omfang enn ellers. Da blir de også mer tilbøyelig til å menge seg med andre atomer enn de vanligvis gjør. (Det fungerer litt som ølbriller; man kaster seg rundt halsen på partnere man i edru tilstand ikke ville vært særlig interessert i.)

Når den aktiverte lufta føres sammen med møkka, *tilføres* møkka nitrogenforbindelser som planter kan nyttiggjøre seg. Nitrogen som allerede *er* i møkka, blir værende i stedet for å fordampe. Resultatet er en type gjødsel med svært god effekt på avlingen. Effekten er verifisert i feltforsøk gjort av uavhengige institusjoner i Storbritannia, Sør-Afrika, Danmark og Norge.

Bryter ned både levende organismer og dødt materiale

Forskningssjef Luciano Emanuel Patruno i N2 Applied forteller at de tidlig oppdaget at det også skjedde andre spennende ting under plasmaprosessen. Møkka ble mer flytende og luktet mindre. Analyser i laben hos Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU) viste dessuten at det

var mindre biologisk aktivitet enn forventet i den rødlige suppa som var sluttproduktet av prosessen.

- Siden vi fikk påvist at prosessen bryter ned en rekke organiske komponenter, ville vi finne ut om den kan brukes til det som kalles hygienisering av slam i avløpsbransjen og til nedbryting av miljøgifter og antibiotikarester, sier Patruno.

Et innledende forskningsprosjekt støttet av RFF Viken viste at prosessen effektivt fjernet rester av antibiotikumet tetrasyklin. Den tok også effektivt knekken på E.coli, men forskerne fant ut at denne tarmbakterien var lite egnet for forskningsformålet, da den lave pH-verdien i møkkamiksen i seg selv var nok til å ta knekken på den.

Jakten på X-faktoren

I et større forskningsprosjekt støttet av RFF Oslo, samarbeider nå N2 Applied, Aquateam COWI og NMBU for å finne ut mer om hvilke stoffer plasmaprosessen tar knekken på. De vil også finne ut mer om hvilke mekanismer som forårsaker nedbrytingen.

- Vi vet at plasmaprosessen aktiverer en rekke forbindelser i lufta. Det dannes ozon og aktivt nitrogen og oksygen, men det er også mange X-faktorer her vi ikke kjenner til. Noen av forbindelsene har en levetid på bare noen få sekunder, så det er fryktelig vanskelig å måle hva som foregår når den aktiverte lufta reagerer med forbindelser i møkka, sier Åsne Daling Nannestad.

Nannestad er system- og prosessingeniør i N2 Applied og sentral i forskningsprosjektet.



LABUNDERSØKELSER: Aquateam COWIs laboratorieleder Ocelie Kjønnø sjekker resultatene av hygieniseringsprosessen. Foto: Eilen Arctander Vik/Aquateam COWI

Utraderte robust salmonellabakterie

Om ikke alle mekanismene i prosessen er kjent, er de foreløpige resultatene likevel lovende.

Forskerne har så langt gjennomført én test med en svært robust salmonellabakterie (*Salmonella senftenberg*). Dette er en bakterie som kan gi alvorlige tarm- og mageinfeksjoner, og tidligere forskning har vist at den tåler svært høye temperaturer.

- Analysene viste at bare én av ti millioner salmonellaceller overlevde plasmaprosessen, sier Nannestad.

Skal knuse egg fra svineparasitt

Skal plasmaprosessen godkjennes for hygienisering, må det dokumenteres at den tar knekken på

uønsket biologisk aktivitet i slam og møkk.

- Da er det vanlig å velge seg noen såkalte indikatorarter å gå løs på. Tankegangen er at dersom man tar knekken på en del av de mest robuste tilfellene, tar man knekken på det meste annet også, forklarer Nannestad.

Neste etappe i forskningsprosjektet blir å gå løs på eggene fra en spolorm (*Ascaris suum*) som kan gi alvorlige infeksjoner hos gris.

- Egg er en stor utfordring for hygienisering, fordi organismen er beskyttet av en membran. Egget kan klekke etter at renseprosessen er over. Tar vi knekken på eggene, er det en god indikasjon på at vi har en effektiv hygieniseringsmetode, sier Nannestad.

Kan metoden også drepe ugressfrø?
Forskerne har nettopp presentert plasmaprosessen for Mattilsynet, som på sin side har foreslått å teste metoden på frø fra det forhatte ugresset floghavre.

Floghavren har lange strå og kan av utseende minne litt om vanlig havre, sprer seg i ekspressfart og fortrenger effektivt ordentlige kornsorter fra åkeren. Ugresset anses som så skadelig at Norge faktisk har en egen floghavreforskrift med strenge bestemmelser, som skal bidra til å bekjempe spredning. Alle forekomster må registreres i et eget floghavreregister.

- Å teste prosessen på ugressfrø var ikke en del av det opprinnelige forskningsprosjektet, men vi får se hva vi får tid til, sier Nannestad.



TESTANLEGG: Åsne Daling Nannestad og Eilen Arctander Vik studerer testanlegget for hygienisering hos N2 Applied. Foto: Ocelie Kjønnø/Aquateam Cowi

Bygger på Birkeland

All matjord trenger tilførsel av nitrogen for ikke å bli utarmet, og på starten av 1900-tallet gjorde nitrogenmangel at verden faktisk sto på randen av en massiv sultkatastrofe.

Åkrenes naturlige fruktbarhet holdt ikke tritt med en eksplosiv befolkningsvekst, og de kjente kildene til nitrogengjødsel holdt på å gå tomme. Det dreide seg om tørket fugleskitt (guano) fra øyer i Stillehavet og om natriumnitrat fra gruver i Chile.

Samtidig lå en løsning bokstavelig talt i lufta, som består av rundt 80 prosent nitrogen. Utfordringen var at to og to nitrogenatomer vanligvis tviholder på hverandre i forbindelser som planter ikke kan ta opp.

Ved å føre sammen nitrogen og hydrogen under høyt trykk og høy temperatur, klarte likevel kjemikerne Carl Bosch og Fritz Haber å løsne de gjenstridige nitrogenbindingene. Dette skjedde i 1908, og siden har vi «hentet brød ut fra lufta».

Vår egen Kristian Birkeland, som sammen med Sam Eyde la grunnlaget for industrieventyret Norsk Hydro, var faktisk hakket tidligere ute med en lignende metode (1903). Med sin «lysbue» startet han nettopp en plasmaprosess som frigjorde nitrogen- og oksygenforbindelser, men den gang ble metoden ansett som for energikrevende og kostbar fordi den brukte strøm.

Haber-Bosch-metoden, som benyttet billig energi fra fossile kilder, ble nærmest enerådende.

- I dag er det derimot et problem med Haber-Bosch-metoden at den benytter fossil energi som skal fases ut. Den fungerer bare i enorme anlegg som krever store investeringer og dyr logistikk. Vi har tatt i bruk Birkelands plasmaprosess i langt mindre skala og med bruk av fornybar energi, sier Ingels, som forteller at metoden er både patentert og beskrevet i vitenskapelige fora.

Referanser

Rune Ingels m.fl.: «Modern plasma technology for nitrogen fixation – New opportunities?», *International Fertiliser Society's 2015 Technical Conference and AGM*. (Se sammendrag)

Rune Ingels m.fl.: «Improving the Efficiency of Organic Fertilizer and Nitrogen Use via Air Plasma and Distributed Renewable Energy», Plasma Medicine Volume 5, Issue 2-4, 2015, pp. 257-270
DOI: 10.1615/PlasmaMed.2016015763

Meldinger ved utskriftstidspunkt 3. november 2026, kl. 14.02 CET

Det ble ikke vist noen globale meldinger eller andre viktige meldinger da dette dokumentet ble skrevet ut.