

WP 2 Bearbeide organiske gjødselråstoff til høyverdi produkter

En rekke organiske avfallsressurser inneholder verdifulle næringsstoffer som kan resirkuleres i planteproduksjon, og dermed erstatte mineralgjødsel som til dels er basert på begrensede ikke-fornybare ressurser. Gjødselråstoffene vi arbeider med i Mafigold består både av produkter som tradisjonelt blir tilbakeført til jordbruksarealer (husdyrgjødsel) og nye restprodukter fra oppdrettsnæringen og fra behandling av matavfall. Selv om husdyrgjødsel allerede blir tilbakeført til jordbruksarealer, er det inkludert i Mafigold fordi fosforet i husdyrgjødselen bør utnyttes bedre enn det gjøres i dag. Den ujevne geografiske fordelingen av husdyrproduksjon i Norge fører til at husdyrtette områder har et overskudd av fosfor i husdyrgjødsel, mens korndominerte regioner må bruke mineralsk fosforgjødsel for å dekke plantenes fosforbehov. Utvikling av transporterbare gjødselprodukter basert på husdyrgjødsel er nødvendig for å kunne transportere næringsstoffer i husdyrgjødsel fra husdyrtette til husdyrfattige områder. Erstatning av mineralgjødsel med organisk gjødsel basert på organiske avfallsressurser har imidlertid flere utfordringer. Når vi vurderer gjødsleffekten, er det to hovedutfordringer:

1. Skjev sammensetning av næringsstoffene sammenlignet med plantenes behov
2. Ukjent plantetilgjengelighet av næringsstoffene

Sammensetning av næringsstoffene sammenlignet med plantenes behov

Nitrogen (N), kalium (K) og fosfor (P) er de næringsstoffene plantene trenger mest av. Spesielt er plantenes nitrogentilgang viktig for avlingsstørrelsen, og er derfor det næringsstoffet som i størst grad styrer tildelingsmengden av en gjødsel. For å få god utnyttelse av alle næringsstoffene i gjødselen, bør forholdet mellom de ulike næringsstoffene være best mulig tilpasset plantenes behov. Ofte inneholder organiske gjødselslag for mye fosfor i forhold til nitrogen, noe som gjør at man ofte gjødsler med for mye fosfor og dermed sløser med en verdifull ressurs.

For å få lett transporterbare produkter er det ønskelig å redusere vanninnholdet i den organiske gjødselen. Separering av fast og flytende fase gjøres ved ulike avvanningsteknologier. Den faste delen kan brukes til produksjon av transporterbare gjødselprodukter, mens den flytende delen, som også inneholder næringsstoffer, kan brukes som gjødsel lokalt. Når det gjelder fiskeslam, slippes imidlertid en del av den flytende delen ut i sjøen. Kalium og mineralsk nitrogen (ammonium (NH_4^+) og nitrat (NO_3^-)) er lett løselig i de organiske gjødselressursene. Ved avvanning vil derfor en betydelig del av dette havne i den flytende delen. Dette fører til at den faste transporterbare delen av gjødselen også kan få en ubalanse når det gjelder kalium ved at kaliuminnholdet blir for lavt sammenlignet med innholdet av fosfor og nitrogen.

Tabell 1 viser innholdet av hovednæringsstoffene nitrogen, fosfor og kalium i et avvannet og tørket fiskeslamprodukt og i avvannet biorest (rest etter biogassproduksjon) av henholdsvis svinegjødsel, storfegjødsel og matavfall med 20% innblandet avløpslam. Plantenes fosforbehov er under 20 % av nitrogenbehovet. For alle fire gjødseltypene vil en gjødselmengde som dekker plantenes nitrogenbehov derfor gi for mye fosfor. Plantenes kaliumbehov er høyere enn fosforbehovet. Fiskeslammet inneholdt spesielt lite kalium. Avvannet biorest av svinestjødsel og matavfall/avløpslam inneholdt mer kalium enn fiskeslam, men likevel for lite i forhold til nitrogen-

og fosforinnholdet. Avvannet biorest av storfegjødsel hadde et betydelig høyere kaliuminnhold enn de øvrige produktene.

Av disse fire produktene var avvannet biorest av storfegjødsel og matavfall/avløpsslam de produktene som var best balansert i forhold til plantenes næringsbehov, men som nevnt, likevel for mye fosfor sammenlignet med nitrogeninnholdet. Fiskeslam var det produktet som var minst balansert.

En løsning på den ubalanserte sammensetningen av næringsstoffer er å anrike produktene med de næringsstoffene som er i underskudd ved å tilsette mineralsk næring. Dette gir det vi kaller organisk-mineralsk gjødsel.

Tabell 1. Totalinnhold av nitrogen, fosfor og kalium i ulike organiske gjødselråstoffer.

| Produkt | Nitrogen | Fosfor | Kalium |
|--|----------|----------------|--------|
| | | g/kg tørrstoff | |
| Fiskeslam, tørket | 42 | 28 | 1 |
| Svinegjødsel, avvannet biorest | 16 | 10 | 6 |
| Storfegjødsel, Avvannet biorest | 30 | 12 | 19 |
| Matavfall/avløpsslam, avvannet biorest | 72 | 22 | 5 |

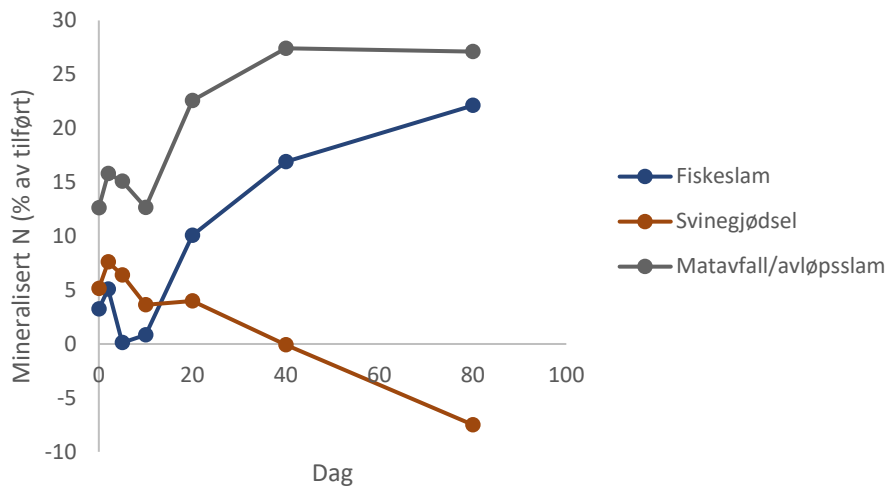
Plantetilgjengelighet av næringsstoffene

Nitrogen: En betydelig del av nitrogenet i organiske gjødselslag er organisk bundet og må gjøres om til ammonium av bakterier (mineraliseres) før plantene kan ta det opp. Tabell 2 viser at den mineralske andelen av totalnitrogen er lav i tre analyserte organiske gjødselråstoffer. Organisk gjødsel kan derfor gi for lite nitrogen til plantene tidlig på året. Mineraliseringen går saktere om våren når jorda er kald. Hvor raskt nitrogenet mineraliseres er også avhengig av sammensetningen av det organiske materialet i gjødselen.

Vi har gjennomført et inkuberingsforsøk ved 15 °C i laboratoriet, hvor vi undersøkte mineraliseringen over tid av nitrogenet i de ulike gjødselproduktene i Tabell 2 etter at de var innblandet i jord. I de første dagene etter gjødsetilførselen var det liten til ingen frigjøring av mineralsk nitrogen (Figur 1). Etter 10 dager begynte en betydelig frigjøring fra to av produktene, mens det tredje produktet immobiliserte nitrogen. Immobilisering innebærer at mikroorganismene som bryter ned det organiske materialet i gjødselen, bruker av det mineralske nitrogenet som allerede var i jorda for å dekke sitt eget nitrogenbehov. Det blir dermed lite tilgjengelig nitrogen til plantene. Immobilisering skyldtes et høyt forhold mellom karbon og nitrogen (C/N-forhold) i gjødselproduktet (Tabell 2). Dette viser at et produkts innhold av totalnitrogen og mineralsk nitrogen ikke er tilstrekkelig til å vurdere gjødslingseffekten av produktet.

Tabell 2. Totalnitrogen (Total-N), mineralsk nitrogen (Min-N), andel mineralsk nitrogen og C/N-forhold i ulike organiske gjødselråstoff.

| Produkt | Total-N | Min-N | Min-N/Total-N | C/N |
|--|----------------|-------|---------------|-----|
| | g/kg tørrstoff | | % | |
| Fiskeslam, tørket | 42 | 3,5 | 8 | 7 |
| Svinegjødsel, avvannet biorest | 16 | 0,9 | 6 | 23 |
| Matavfall/avløpsslam, avvannet biorest | 72 | 10 | 14 | 5 |



Figur 1. Frigjøring/immobilisering av mineralsk nitrogen over tid fra ulike organiske gjødselråstoff i et inkuberingsforsøk ved 15°C.

Fosfor: Som oftest består den største delen av fosforet i organisk gjødsel av uorganiske fosforforbindelser. I de uorganiske fosforforbindelsene er fosfor bundet til kalsium (Ca), jern (Fe) eller aluminium (Al). Tidligere forsøk har vist at i noen gjødselprodukter kan en betydelig del av fosforet være lite tilgjengelig for planter. For eksempel, kan et produkt med mye jern og aluminium i forhold til fosforinnholdet gi en lavere plantetilgjengelighet av fosforet på grunn av sterk binding til jern og aluminium.

Kjemiske fosforekstraksjoner av gjødselproduktene kan gi en indikasjon på plantetilgjengeligheten av fosforet. Fosforekstraksjon med samme metode som brukes for jord i jordbruket (P-AL) er et krav i produktets varedeklarasjonen, men hvis produktet inneholder tungt løselige kalsiumfosfater, kan ekstraksjon med natriumbikarbonat (NaHCO₃-P) gi en bedre indikasjon på produktets fosforgjødslingseffekt. Tabell 3 viser andel av totalfosfor som ble ekstrahert med de to metodene for tre ulike gjødselprodukter. Resultatene viser at fosfor i svinegjødsel er lettere løselig enn fosfor i fiskeslam og matavfall/avløpsslam.

Tabell 3. Totalinnhold av fosfor (Total-P), kalsium, jern og aluminium og andel av totalfosfor for P-AL og NaHCO₃-P i ulike organiske gjødselråstoff.

| Produkt | Total-P | Kalsium | Jern | Aluminium | P-AL/Tot-P | NaHCO ₃ -P/Tot-P |
|--|---------|----------------|------|-----------|------------|-----------------------------|
| | | g/kg tørrstoff | | | % | % |
| Fiskeslam, tørket | 28 | 62 | 1,5 | 1 | 43 | 14 |
| Svinegjødse, avvannet biorest | 9,9 | 17 | 1,6 | 0,3 | 74 | 50 |
| Matavfall/avløps slam, avvannet biorest | 22 | 41 | 8,1 | 7,9 | 35 | 19 |