

Institutt for jordkultur, NLH

Særtrykk nr. 138

Bruk av kloakkslam ved korndyrking.

Resultater fra forsøk i 1973 og 1974.

av

Jan Martinsen

Ås-NLH, mars 1975.

Ved Institutt for jordkultur er det i løpet av de senere år gjennomført en rekke forsøk med tilførsel av kloakkslam til jordbruksvekster. Fra 1972 har "Prosjektkomiteén for rensing av avløpsvann" (PRA) bevilget midler til disse undersøkelsene, og en del resultater foreligger. I det følgende vil noen av resultatene fra markforsøk med råslam og anaerobt stabilisert kloakkslam til korn bli behandlet.

Plantenæringsstoff i kloakkslam.

Innholdet av plantenæringsstoff i de forskjellige slamtypene som er benyttet i forsøkene, er gjengitt i tabell 1. Alt slammet er avvannet i sentrifuger .

Tabell 1.

Innhold av plantenæringsstoff i kloakkslam benyttet i kar- og markforsøk ved Institutt for jordkultur, NLH, 1972-1974.

Innhold i prosent av tørrstoffet.

Slamtype	Septiktankslam fra forskjellige steder		Mekanisk/Kjemisk slam(Al-salt som fellingskjemikalium), Ra-2, Skedsmo		Mekanisk/Kjemisk slam(Fe+Ca-salter som fellingskjemikalier) Løxa, Bærum.		Mekanisk/Biologisk/Kjemisk(Fe-salt som fellingskjemikalium anaerobt stabiliser slam, Bekkelaget, Osl	
	Antall, analyser	4	6	7	6			
	Middel	Variasjon	Middel	Variasjon	Middel	Variasjon	Middel	Variasjon
Tørrstoff	25,9	22,3-32,6	23,7	18,2-27,9	28,0	24,6-30,8	28,9*	24,2-96,2
pH	6,8	6,0-8,2	6,1	5,7-7,0	6,9	6,2-8,1	7,3	7,0-7,7
Total-N	2,41	2,00-2,64	2,20	1,79-2,69	2,25	1,86-2,53	2,85	2,53-3,59
NH ₄ -N	0,040	0,009-0,092	0,120	0,060-0,23	0,13	0,025-0,29	0,51	0,26-0,87
NO ₃ -N	0,004	0,003-0,005	0,005	0,004-0,007	-	<0,003-0,004	-	<0,003-0,01
Total-P	0,38	0,25-0,44	1,74	1,31-2,09	0,89	0,40-1,34	1,80	1,21-2,46
K	0,072	0,068-0,076	0,22	0,08-0,33	0,075	0,063-0,106	0,180	0,08-0,46
Ca	1,84	1,34-2,64	0,61	0,47-0,70	3,08	1,73-4,72	1,45	1,16-1,94
Mg	0,20	0,11-0,27	0,31	0,16-0,44	0,26	0,22-0,30	0,30	0,19-0,50
Total-S	0,59	0,54-0,71	0,77	0,51-1,21	0,52	0,33-0,67	0,57	0,38-0,91
Cl	0,058	0,037-0,084	0,038	0,026-0,060	0,040-	0,030-0,053	0,069	0,031-0,160

* Middell av 4 prøver av mekanisk avvannet slam.

Som det går frem av tabellen, er det en del variasjoner i den kjemiske sammensetningen mellom de forskjellige slamtypene, men også innen samme slamtype.

Totalinnholdet av nitrogen er høyt og omtrent på samme nivå som i storfe-gjødsel, men bare en svært liten del forekommer i uorganisk form som $\text{NH}_4\text{-N}$ og $\text{NO}_3\text{-N}$.

Slam fra renseanlegg har vanligvis høyt innhold av fosfor. Spesielt gjelder dette slam fra renseanlegg med kjemisk felling, hvor man jo tar sikte på å øke slammets fosforinnhold. Septiktankslam inneholder vanligvis noe mindre fosfor enn slam fra renseanlegg.

Kaliuminnholdet i kloakkslam er lavt. Innholdet av kalsium, magnesium og svovel kan være høyt og vil vanligvis dekke plantenes behov, selv ved gjødsling med forholdsvis små slammengder.

Selv om slammets har høyt innhold av plantenæringsstoff, legger man større vekt på innholdet av organisk materiale. Dette utgjør vanligvis 40-60% av tørrstoffet og har et karbon-nitrogenforhold på ca. 10:1.

Tungmetaller i kloakkslam.

Tungmetaller defineres ofte som metall med spesifikk vekt over 4 g cm^{-3} . Enkelte av de stoffene som hører til denne gruppen er plantenæringsstoff, mens andre kan være mer eller mindre giftige for planter, dyr eller mennesker, avhengig av konsentrasjonen. Blant plantenæringsstoffene, som oftest nevnes i forbindelse med tungmetaller i kloakkslam, er spesielt kobber og sink viktige. Disse stoffene er nødvendige for plantene i mindre mengder, men kan være skadelige ved store tilførsler.

Blant de stoff som er uønsket i kloakkslam, er bly, kadmium, krom, kvikksølv og nikkel.

I tabell 2 er gjengitt innholdet av en del tungmetaller i kloakkslammet som er benyttet i forsøkene. Analysene er utført ved Oslo Vann- og Kloakkvesens laboratorium, Bekkelaget.

Som det går frem av tabellen på side 3 varierer innholdet av de fleste stoffene mye mellom forskjellige renseanlegg og også innen det enkelte anlegg til forskjellig tid. Septiktankslam og slam fra renseanlegg, som vesentlig kommer fra vanlige husholdninger, vil som regel ha forholdsvis lavt tungmetallinnhold.

Tabell 2.

Innhold av tungmetaller i kloakkslam benyttet i kar- og markforsøk ved Institutt for jordkultur, NLH, 1972-1974.

Innhold i ppm av tørrstoffet.

Slamtype	Septiktankslam fra forskjellige steder		Mekanisk/Kjemisk slam(Al-salt som fellingskjemikalium), Ra-2, Skedsmo		Mekanisk/Kjemisk slam(Fe+Ca-salter som fellingskjemikalier) Løxa, Bærum.		Mekanisk/Biologisk/Kjemisk(Fe-salt som fellingskjemikalium, anaerobt stabilisert slam, Bekkelaget, Os:	
Antall analyser	3		6		4		3	
	Middel	Variasjon	Middel	Variasjon	Middel	Variasjon	Middel	Variasjon
Pb	97	59-121	91	80-111	291	201-410	342	258-477
Cd	5	4-6	6	3-9	6	5-7	28	19-37
Cu	410	340-470	470	380-550	790	600-1280	1680	1120-2180
Cr	40	30-60	60	40-70	50	30-70	1450	1350-1640
Hg	7	6-8	5	4-9	8	3-10	11	9-14
Ni	28	23-30	35	30-40	30	20-40	305	145-550
Zn	640	530-720	610	510-740	1160	770-1730	2420	1850-2920

Forsøk med råslam til korn.

Hensikten med forsøkene er å undersøke virkningen av forholdsvis store mengder råslam på veksten av korn.

Råslammet vil omsettes i løpet av veksttiden. Det vil da foregå sterk binding av nitrogenet i slammet. Når slammet så er omsatt kan nitrogenet igjen frigjøres og komme plantene til nytte. For å undersøke slammets nitrogenvirkning overfor plantene, ble det gjødslet med forskjellige mengder nitrogen i kalksalpeter i tillegg til slamtilførselen.

I forsøkene ble det benyttet mekanisk/kjemisk slam (Fe+Ca-salter som fellingskjemikalier) fra Løxa renseanlegg i Bærum og mekanisk/kjemisk slam (Al-salt som fellingskjemikalium) fra Ra-2 i Skedsmo. Slammet var mekanisk avvannet og inneholdt ca. 25% tørrstoff. Etter spredning ble slammet harvet ned i jorden.

Forsøkene ligger dels på tidligere fulldyrket mark og dels på bakkeplanerte areal.

Slam ble tilført våren 1973 og tabell 3 viser virkningen på planteveksten i tilførselsåret. Ettervirkningen er så målt i 1974 og resultatene er oppført i tabell 4.

Tabell 3.

Forsøk med råslam til korn, 1973. Slam er tilført våren 1973. 4 forsøk.

Slamtørrstoff tonn/dekar				0		3		6	
Nitrogen i kalk- salpeter, kg/dekar	4	8	12	0	4	8	0	4	8
Kornavling kg/dekar	190	255	274	218	264	260	285	291	295
Meravling for slamtilførsel					+74	+5		+101	+40

I tiden fra oppspiring og 3-4 uker fremover vokste plantene som var tilført kloakkslam, svært dårlig. Spesielt gjorde dette seg gjeldende ved største slam-mengde og ved liten eller ingen tilleggs-gjødsling med nitrogen. Bladene gulnet og veksten stagnerte i stor grad.

Etter denne perioden kom veksten etterhvert skikkelig i gang også der det var tilført slam. Modningen ble imidlertid noe forsinket i forhold til der det ikke var gjødslet med kloakkslam.

Avlingsresultatene viser at det er positiv virkning av kloakkslammet. Det er noe større avling etter tilførsel av 6 tonn slamtørrstoff pr. dekar enn etter 3 tonn. Ved sterk gjødsling med nitrogen til ledd uten slam, har man oppnådd like stor avling som ved slamtilførsel.

Det har ikke vært lønnsomt å gjødsle med mer enn 4 kg nitrogen pr. dekar i tillegg til 3 tonn slamtørrstoff. Der det er tilført 6 tonn slamtørrstoff pr. dekar, har det ikke vært lønnsomt å tilleggs-gjødsle med nitrogen.

Tabell 4.

Forsøk med råslam til korn, 1974. Slam er tilført våren 1973. 5 forsøk.

Slamtørrstoff tonn/dekar				0		3		6	
Nitrogen i kalk- salpeter kg/dekar	0	4	8	0	4	8	0	4	8
Kornavling kg/dekar	177	293	362	227	329	371	277	338	381
Meravling for slamtilførsel				+50	+36	+9	+100	+45	+19

I første ettervirkningsår viste plantene ingen synlige tegn på mistrivsel etter slamtilførsel, slik de hadde gjort i tilførselsåret.

Kloakkslammet har hatt positiv ettervirkning. Man har oppnådd noe større avling etter 6 tonn slamtørrstoff pr. dekar enn etter 3 tonn, når det ikke er tilleggs-gjødslet med nitrogen. Ved tilleggsgjødsling med nitrogen, er det ingen forskjell mellom virkningen av 3 og 6 tonn slamtørrstoff.

Ved gjødsling med 8 kg nitrogen pr. dekar har man oppnådd like stor avling i ledd uten som i ledd med slam.

Det var avlingsøkning for tilleggsgjødsling med opptil 8 kg nitrogen både for 3 og 6 tonn slamtørrstoff pr. dekar.

Resultatene fra disse forsøkene tyder på at en må regne med en viss negativ virkning først i vekstperioden ved tilførsel av råslam kort tid før såing. Denne negative effekten er imidlertid forsvunnet etter en viss tid, og man har fått positiv virkning også i tilførselsåret. Antall forsøk er imidlertid lite, og andre undersøkelser tyder på at man kan risikere avlingsnedgang ved tilførsel av råslam kort tid før såing. Ved bruk av store mengder råslam (mer enn ca. 3 tonn slamtørrstoff pr. dekar) bør derfor dette tilføres så tidlig som mulig høsten før man skal dyrke vekster på området, slik at det er mest mulig omsatt før planteveksten kommer i gang. Ved tilførsel av mer moderate mengder, kan slammet også tilføres senere om høsten.

Forsøk med anaerobt stabilisert kloakkslam til korn.

Hensikten med forsøkene er å undersøke hvordan gjødsling med store mengder anaerobt stabilisert kloakkslam virker på avlingsmengde og avlingskvalitet hos korn. Dessuten er slammets nitrogenvirkning undersøkt ved at det er gjødslet med forskjellige mengder nitrogen i kalksalpeter i tillegg til slammet.

De tre forsøkene har ligget på henholdsvis tidligere fulldyrket jord, nydyringsfelt og bakkeplanert areal.

Den kjemiske analysen av plantematerialet foreligger ikke. Avlingsresultatene er vist i tabell 5.

Tabell 5.

Forsøk med anaerobt stabilisert kloakkslam til korn, 1974. Slam er tilført våren 1974. 3 forsøk.

Slamtørrstoff tonn/dekar		0		3		6			
Nitrogen i kalk- salpeter, kg/dekar	0	4	8	0	4	8	0	4	8
Kornavling kg/dekar	324	368	369	447	449	445	434	455	449
Meravling for slamtilførsel				+123	+81	+76	+110	+87	+80

Tilførsel av kloakkslam har ført til sterk avlingsøkning. Man har ikke oppnådd større avling ved å øke slammengden fra 3 til 6 tonn slamtørrstoff pr. dekar. Ved slamtilførsel har tilleggsgjødsling med nitrogen ikke ført til økning av avlingsmengden.

Ved inndeling av disse forsøkene etter forsøksjordens innhold av organisk materiale, viser det seg at det først og fremst er på steder med lite matjord, som ved nydyrking og bakkeplanering, man kan vente store positive virkninger av slammene. På slike steder kan man regne med avlingsøkning ved å øke slammengden fra 3 til 6 tonn slamtørrstoff pr. dekar. Dette gjelder både ved bruk av råslam og anaerobt stabilisert kloakkslam. På tidligere fulldyrket mark ser det ikke ut som om man har noe igjen for å tilføre mer enn 3 tonn slamtørrstoff pr. dekar. Her vil man dessuten kunne oppnå like stor avling ved å gjødsle sterkt med nitrogen som ved bruk av kloakkslam.

Anaerobt stabilisert slam er en bedre nitrogenkilde i tilførselsåret enn råslam. Det er derfor ønskelig å tilleggsgjødsle svakere med nitrogen ved tilførsel av anaerobt stabilisert slam enn ved tilførsel av råslam. På jord med lavt innhold av organisk materiale, har det i disse forsøkene vært avlingsøkning opp til tilleggsgjødsling med 4 kg nitrogen pr. dekar både ved tilførsel av 3 og 6 tonn tørrstoff av anaerobt stabilisert slam og råslam.

På tidligere fulldyrket mark har det vært avlingsnedgang ved tilleggsgjødsling med nitrogen til så store mengder anaerobt stabilisert slam. Det har imidlertid vært lønnsomt å tilleggsgjødsle med 4 kg nitrogen pr. dekar der det er tilført 3 tonn tørrstoff av råslam.

På grunn av det lave kaliuminnholdet i kloakkslam, er det nødvendig å gjødsle som vanlig med kalium selv om man tilfører kloakkslam. Unntak fra dette kan gjøres på jord med så høyt innhold av tilgjengelig kalium at kaliumgjødslingen kan reduseres eller sløyfes et år. Innholdet av fosfor er forholdsvis høyt, og det skulle ikke være nødvendig å tilleggsjødsle med fosfor.