

KITOSANFELT SLAM FRA VANNRENSSEVERK SOM GJØDSEL OG JORDFORBEDRINGSMIDDEL

Av

Steinar Tveitnes

Rapport nr. 8/2000 (l.nr.87)
Institutt for jord- og vannfag
Norges landbrukshøgskole
Postboks 5028, 1432 Ås

INSTITUTT FOR JORD- OG VANNFAG

Norges Landbrukshøgskole

Postboks 5028, 1432 Ås Telefon: (09) 94 75 00 - Agriuniv. Ås

Telefax: (64) 94 82 11 Rapportarkiv: (64) 94 82 04

ISSN 0805 - 7214

Rapportens tittel og forfatter(e):

Tittel: Kitosanfelt slam fra vannrenseverk
som gjødsel og jordforbedringsmiddel

Forfatter: Steinar Tveitnes

Rapport nr : 8/2000 (1.nr.87)

Distribusjon:

Dato: 29.11.00

Prosjektnummer: 82 03 10

Faggruppe: Jord og
planteernæring

Geografisk område: Norge

Antall sider (inkl. bilag) 8

Oppdragsgivers ref.:

Oppdragsgiver: Primex Ingredients ASA

Sammendrag:

Kitosan er et naturlig organisk polymer som finnes i rekeskall. Stoffet kan blant annet brukes som fellingsmiddel i vannverk. I rapporten er det gjort rede for to karforsøk med kitosanslam i veksthus for å finne hvilke egenskaper dette slammet har som jordforbedringsmiddel og gjødsel.

Kitosanslammet som ble benyttet i forsøkene inneholdt lite plantenæringsstoffer og det hadde derfor liten gjødselvirkning. I forsøk I var største tilførsel av Kjeldahl-N tilsvarende 5,2 kg/daa og i forsøk II 13,3 kg/daa. Tilførselen av raskt plantetilgjengelig N, P og K var imidlertid svært lavt, under 1 kg per dekar av hvert stoff. Innholdet og tilførselen av uønskede stoffer er for øvrig også lavt.

På torvjord har slamtilførsel gitt en viss avlingsreduksjon, trolig som følge av at de fysiske forholdene i jorda ble ugunstige pga. stor væsketilførsel i forhold til jordvolum i forsøkskarene og tiltetting av porene i jorda med finpartikler fra slammet. På sandjorda, som drenerer lettere, ble det ikke funnet noen negativ effekt, men derimot en tendens til avlingsøkning for tilførsel av de største slammengdene (33 tonn per daa i forsøk I og 26 tonn per daa i forsøk II).

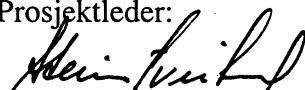
4. Emneord, norske

1. Kitosan
2. Slam
3. Jordforbedringsmiddel
4. Plantenæringsstoffer

4. Emneord, engelske

1. Chitosan
2. Sludge
3. Soil amendment
4. Plant nutrients

Prosjektleder:



Steinar Tveitnes

For administrasjonen:



Trond Børresen

Kitosanslam som vekstmedium

I forbindelse med vannrensing er stoffet *kitosan* av interesse som rensemedium som et alternativ til Al- og Fe-forbindelser. Kitosan er et karbohydratpolymer som er utvunnet av kitinkomponenten i skallet hos krepsdyr. Kitin finnes forøvrig også som komponent i mikrofauna og plankton og finnes i tilknytning til proteiner og mineraler, for eksempel kalsiumkarbonat.

Kitosan er et kationisk, biodegraderbart, naturlig polymer. Kitosan har flere anvendelsesområder. Det benyttes som middel mot sopper, insekter og nematoder. Det aktiverer enzymer som chitanase, B-gluconase og fenilalanin ammonium liase. Kitosan benyttes som flokkulant i behandlingen av industrielt avfallsvann.

Koagulanter og flokkulanter fjerner suspendert stoff fra vannet og er viktige i behandlingen av drikkevann, industriprosesser og avfall. Flokkulanter tilsettes etter at en primær koagulant er tilsatt, og får de destabiliserte kolloidpartiklene til å klumpe seg sammen og bunnfelle raskere (Lalov et al. 2000).

Kitosan har som et polykationisk polymer egenskaper til å fjerne proteiner, metaller og oljer fra drikkevann. Stoffet er også benyttet i en lang rekke landbrukskjemiske formuleringer, for eksempel i insekticider og pesticider.

I Norge har flere av de største vannverkene iverksatt undersøkelser for å avklare en rekke effekter tilknyttet vannrensing. En rekke undersøkelser foretas av forskningsinstitusjoner som NIVA, SINTEF, NTNU og UiO. Norges forskningsråd støtter også et doktorgradsstudium vedrørende bruk av kitosan til rensing av drikkevann (Håkonsen, T., pers.med.) Ved bruk av kitosan som fellingskjemikalium unngår en rester av metaller i drikkevannet. Dette fører til mindre forbruk av vann til spyling av filtre, og mindre slam til behandling eller utslipp til resipient (Haaland 2000).

En rekke problemstillinger i tilknytning til bruken av kitosan må avklares nærmere. Blant disse er spørsmålet om hvordan en best kan disponere det kitosanholdige slammet. Kan dette slammet for eksempel benyttes i landbruket eller til grøntanlegg som jordforbedringsmiddel og/eller plantenæringsstoffkilde? Dette spørsmålet søker en å belyse gjennom karforsøk i veksthus ved Institutt for jord- og vannfag, NLH.

Materiale og metoder

Ved Institutt for jord og vannfag ble det våren 2000 satt i gang forsøk med kitosanfelt slam fra Nedre Romerike vannverk, på oppdrag fra firma Primex ASA. En foreløpig rapport er tidligere levert oppdragsgiver (Tveitnes, S. 2000). Slammet som en fikk tilsendt var meget tyntflytende og det ble helt over i vide kar for å la det bunnfelle. Etter to dager fikk en fjernet ca 60 % av den mest lettflytende delen. Bunnfallet, som ble benyttet i forsøk I, hadde likevel bare 0,44% tørrstoff. Slammet ble analysert for en rekke parametre, se tabell 1.

Med den lave tørrstoffprosenten i det slammet som ble benyttet i forsøket, prøvde en om det var mulig å avvanne slammet noe mer ved å filtrere det. (Det ble benyttet teknisk filterpapir, Munktell, art. nr. 247 007). En oppnådde da en noe høyere tørrstoffinnhold, 1,4%.

En ukes tid etter at forsøk I var satt i gang startet en derfor forsøk II etter samme plan, men med et litt høyere innhold av tørrstoff og ulike stoffer i slammet enn i forsøk I.

Den foreløpige rapporten omfatter resultater fra 1. høsting av begge forsøkene. I denne sluttrapporten rapporten presenteres resultat fra kjemiske analyser av jord ved start og avslutning av forsøkene. Det ble tatt ut leddvise planteprøver etter sammenslåing av 1. og 2. høsting for analyse. Rapporten omfatter også avlingsresultat fra alle 3 høstingene i hvert av de to forsøkene.

Forsøksplan

Forsøk I ble det satt i gang den 27. mars og forsøk II den 3. april etter følgende plan:

Forsøk I.

Kitosanslam benyttet

- Ledd a 0 (kontroll)
- Ledd b 0,125 kg slam pr. kar, tilsvarende 8,4 tonn pr. daa
- Ledd c 0,25 kg slam pr. kar, tilsvarende 16,7 tonn pr. daa
- Ledd d 0,5 kg slam pr. kar, tilsvarende 33,4 tonn pr. daa

Forsøk II.

Kitosanslam benyttet

- Ledd a 0 (kontroll)
- Ledd b 0,1 kg slam pr. kar, tilsvarende 6,7 tonn pr. daa
- Ledd c 0,2 kg slam pr. kar, tilsvarende 13,3 tonn pr. daa
- Ledd d 0,4 kg slam pr. kar, tilsvarende 26,7 tonn pr. daa

Jord og grunn gjødsling

- Sandjord (fra Frydenhaug, Ås)
- Torvjord (næringsfattig, uten mineralmateriale)

Slammet ble tilført og blandet inn i jorda i forsøkskarene straks før såing. Alle forsøkskarene ble tilført næringsstoffer tilsvarende 15 kg N, 6 kg P og 24 kg K per dekar og det ble også tilført en mikronæringsstoffblanding. Dette ble gjort for at vekstbetingelsene skulle være så like som mulig og for å unngå problemer med misvekst på grunn av mangel på ett eller flere plantenæringsstoffer. Hvert av forsøkene omfattet 24 forsøkskar, hvert med et jordvolum på 3 l.

Vekst

Det ble benyttet Italiensk raigras (*Lolium multiflorum*). Forsøk I ble høstet 5. mai, 5. juni og 30. juni. Forsøk II ble høstet 8. mai, 5. juni og 30. juni. Forsøkene hadde hver tre gjentak eller paralleller.

En kunne ikke benytte større mengder, da det ville ha medført ugunstige spirevilkår for raigrasfrøene. For å få et bedre inntrykk av jordforbedringseffekten ville det ha vært hensiktsmessig å tilføre en større mengde slamtørrstoff.

Innhold av plantenæringsstoffer og andre elementer i kitosanslammet

Innholdet av ulike næringsstoffer i kitosanslammet er meget lavt (tabell 1). Med den største mengde slam som ble tilført i forsøk I ble det tilført 5,2 kg Kjeldahl-N pr. dekar, og i forsøk II 13,3 m³, og av de lett plantetilgjengelige nitrogenforbindelsene, ammonium-N og nitrat-N, er det bare noen få gram.

Tabell 1. Innhold av ulike stoffer i kitosanslam.

	g/tonn mg/kg	Forsøk I			Forsøk II		
		8,333 tonn/daa 0,125 kg/kar g/daa	16,667 tonn/daa 0,25 kg/kar g/daa	33,334 Tonn/daa 0,5 kg/kar g/daa	6,667 tonn/daa 0,1 kg/kar g/daa	13,334 tonn/daa 0,2 kg/kar g/daa	26,667 tonn/daa 0,4 kg/kar g/daa
Kjeldahl-N	157	1308	2617	5233	3330	6661	13321
NH-N	1,3	11	22	43	28	55	110
NO ₃ -N	0,2	2	3	7	4	8	17
P	1,82	15	30	61	39	77	154
K	4,05	34	68	135	86	172	344
Ca	21,4	178	357	713	454	908	1816
Mg	0,84	7	14	28	18	36	71
Na	8,44	70	141	281	179	358	716
S	13,1	109	218	437	278	556	1112
Fe	59,8	498	997	1993	1269	2537	5074
Cu	0,125	1	2	4	3	5	11
Mn	2,98	25	50	99	63	126	253
Zn	0,28	2	5	9	6	12	24
Mo	0,063	1	1	2	1	3	5
Al	87,9	732	1465	2930	1865	3729	7458
Pb	0,073	1	1	2	2	3	6
Cd	0,002	0	0	0	0	0	0
Va	0,323	3	5	11	7	14	27
Ni	0,026	0	0	1	1	1	2
Ti	0,226	2	4	8	5	10	19
Cr	0,031	0	1	1	1	1	3
Co	0,004	0	0	0	0	0	0
Ba	0,085	1	1	3	2	4	7

Innholdet av andre næringsstoffer er også gjennomgående lavt. Det samme er tilfellet med tungmetallinnholdet. Til sammenligning er middeltall for kadmium, bly, kobber, nikkel, krom og sink henholdsvis 0,07, 14, 15, 20, 40 og 60 mg per kg jord i Norge (Bærug og Aasen 1993). Innholdet av aluminium i slammet er forholdsvis høyt. Med største mengde kitosanslam benyttet i forsøk I og forsøk 2, er det tilført mengder tilsvarende 2,93 kg og 7,5 kg per dekar etter tur. Imidlertid er innholdet av disse elementene høyt i jorda også, og det er derfor ikke sannsynlig at dette har påvirket vekstforholdene, selv om mye fritt aluminium i sur jord (pH under ca. 5,0) kan skade planterøttene.

Tilførselen av næringsstoffer med slammet er liten. Innholdet av letttilgjengelig nitrogen (NH₄-N og NO₃-N) er ubetydelig. Av organisk bundet nitrogen (Kjeldahl-N) er det i forsøk I tilført tilsvarende 5,2 kg per dekar, men heller ikke dette er særlig mye. Bare en liten del av dette vil være plantetilgjengelig første vekstsesongen.

Avlingsresultat

I middel for jordart er avlinga større i ugjødsla forsøkskar enn der det er tilført 0,125 og 0,250 kg slam per forsøkskar. Forskjellen mellom ugjødsla og tilførsel av 0,5 kg per kar er usikker. Det er likevel ikke grunnlag for å si at det er sikker forskjell i avlingsstørrelse etter tilførsel av de tre ulike mengdene av kitosanslam

Tabell 2. Forsøk I. Avling, kg raigrastørrstoff per daa

Ledd	Jordart								Jordart LSD5% middel
	Sandjord				Torvjord				
	1. Høst.	2. Høst.	3. Høst.	Sum	1. Høst.	2.høst.	3. Høst.	Sum	
Ugjødsla	102	189	183	474	486	325	182	993	734
0,125 kg slam	109	170	177	456	431	278	182	891	674
0,250 kg slam	116	181	195	492	433	280	173	886	689
0,500 kg slam	98	201	200	499	436	293	182	911	705

På sandjorda er forskjellene små og usikre i alle tre høstinger. I sum avling er det en tendens til større avlingsutslag der de to største slammengdene er tilført. Ved 1. høsting i forsøk I er det en liten økning i råavling opp til nest største slammengde, men en nedgang der det er tilført mest slam. Ved 3. høsting og i sum for alle tre høstingene er det tendens til avlingsutslag for det to største slammengdene.

I torvjorda er avlingsnivået noe lavere der det er tilført slam. Dette er mest markert ved 1. høsting. Avlingsnivået på torvjorda er mye høyere på sandjorda. Årsaken er trolig at torvjorda inneholder mer nitrogen enn den næringsfattige sandjorda som er benyttet. Forskjellen er størst ved 1. høsting og mindre ved 2. høsting. Ved 3. høsting er det ingen forskjell. Ugjødsla ledd og ledda med de minste slammengdene ble tilført vann slik at væskemengda ble den samme på alle ledd. Grunnen til at avlingene har gått ned noe på torvjorda etter slamtilførsel kan skyldes at svært små partikler i slammet ha forårsaket tettet til porene i torvjorda og derved forårsaket en viss veksthemming og derved avlingsreduksjon. Nedgangen i avling er ellers mindre etter slamtilførsel til torvjorda i forsøk II, der det ble tilført noe mer slamtørrstoff. Det var små og usikre forskjeller mellom de ulike slamleddene i begge forsøk.

De tre gjentakene var nokså like, og ga i sum henholdsvis 681, 702 og 718 kg raigrastørrstoff per dekar.

Tabell 3. Forsøk II. Avling, kg raigrastørrstoff per daa

Ledd	Jordart								Jordart LSD5% middel
	Sandjord				Torvjord				
	1. Høst.	2. Høst.	3. Høst.	Sum	1. Høst.	2.høst.	3. Høst.	Sum	
Kontroll	55	157	194	406	372	288	193	853	630
0,1 kg slam	68	144	189	401	335	268	194	797	599
0,2 kg slam	83	157	194	434	334	258	191	783	609
0,4 kg slam	69	164	198	431	312	280	170	762	597

Resultatene fra Forsøk II er nokså likt det første forsøket. Avlingene er også her størst på torvjord, og forskjellen gjør seg mest gjeldende ved første slått og er borte ved 2. slått. Også i dette forsøket var det en viss avlingsreduksjon på torvjord etter tilførsel av kitosan, mens dette ikke var tilfelle på sandjord. Årsakene er trolig de samme som beskrevet for forsøk 1.

Tabell 4. Karforsøk med kitosanslam. Konsentrasjon av makronæringsstoffer i raigras 1.+2. høsting. g/kg TS

Ledd	Jordart	Tot-N	HN4-N	P	K	Ca	Mg	Na	S
a.	Sandjord	45,4	236	1,3	42,8	7,1	2,4	3,5	2,8
b.	Sandjord	47,0	252	1,3	43,6	7,3	2,4	2,4	3,1
c.	Sandjord	47,2	264	1,1	42,8	7,0	2,4	3,4	3,0
d.	Sandjord	46,5	152	1,0	35,1	5,3	1,7	2,1	2,2
e.	Torvjord	27,4	254	2,5	17,1	7,5	2,9	0,9	2,5
f.	Torvjord	30,9	185	2,4	18,1	8,2	3,2	1,1	2,5
g.	Torvjord	34,0	193	2,2	18,2	8,8	3,4	1,1	2,7
h.	Torvjord	37,4	220	1,9	18,3	10,0	3,9	1,2	3,0

På torvjorda kan det se ut til at innholdet av nitrogen og kalsium har økt med stigende mengder slam, mens fosforkonsentrasjonen viser motsatt tendens. For de øvrige stoffene er det ingen sammenheng med forsøksbehandling.

På sandjorda skiller ledd d, størst mengde kitosanslam seg ut med lavere innhold av alle næringsstoffene enn på de øvrige ledd. Årsaken til dette er usikker, men den kan ha sammenheng med at vekstvilkårene de første to til tre ukene var ugunstige på ledd d. som ble tilført mest slam, slik at dette gjorde de fysiske vekstbetingelsene dårligere på dette leddet.

Tabell 5. Karforsøk med kitosanslam. Innhold av mikronæringsstoffer og Al i raigras 1.+2. høsting. mg/kg TS

Ledd	Jordart	Fe	Cu	Mn	Zn	Mo	B	Al
a. 0 kg N/daa	Sandjord	135,0	12,4	392	46,4	6,62	26,5	15,3
b. 12 kg N/daa	Sandjord	91,9	13,3	467	54,4	8,36	29,4	13,2
c. 24 kg N/daa	Sandjord	69,6	13,1	425	54,4	6,15	24,3	8,9
d. 36 kg N/daa	Sandjord	53,0	9,2	320	41,7	3,67	15,1	7,7
a. 0 kg N/daa	Torvjord	93,8	11,8	248	30,4	1,50	10,1	6,0
b. 12 kg N/daa	Torvjord	53,8	12,3	250	33,7	2,00	10,1	9,6
c. 24 kg N/daa	Torvjord	71,5	12,6	277	34,1	2,61	10,7	7,0
d. 36 kg N/daa	Torvjord	60,0	14,3	295	39,1	2,79	13,0	7,8

Som for makronæringsstoffene (tabell 4), er det trolig de dårligere vekstbetingelsene i starten av forsøket som gir seg utslag i lavere konsentrasjon av de fleste stoffene på sandjord. Konsentrasjonen av ulike stoff er avtakende med stigende mengder kitosanslam, særlig gjelder dette jern (Fe). Dette har kanskje også sammenheng med at de fysiske forhold er blitt mindre gunstige på grunn av de store væskemengdene som er tilført og på grunn av slammets fysiske egenskaper.

Jordanalyser

Til forsøkene ble det valgt to vidt forskjellige jordarter, en næringsfattig, skarp sandjord og en torvjord med et høyt moldinnhold.

Tabell 6. Analyseresultat fra jordprøver tatt ut ved start av forsøkene

Jordart	pH	mg/g tørr jord						Total- N %	Total- C %
		P-AL	K-AL	Ca-AL	Mg-AL	Na-AL	K-HNO ₃		
Sandjord	5,9	1,6	9,4	19,0	2,0	3,1	28	0,04	0,2
Torvjord	3,9	0,6	1,3	111,0	5,2	0,9	2	0,11	7,3

Sandjorda har glødetap på 97 % og volumvekt 0,12. Innholdet av nitrogen, fosfor kalium og magnesium er lavt og innholdet av karbon viser at moldinnholdet også er lavt. Torvjorda har også et lavt innhold av fosfor, lettløselig kalium (K-AL) og syreløselig kalium (K-HNO₃). Innholdet av nitrogen er noe høyere enn i sandjorda.

Tabell 7. Forsøk I. Jordanalyser ved avslutning av forsøket

Jordart	pH	mg/100g tørr jord					Total- N %
		P-AL	K-AL	Ca-AL	Mg-AL	Na-AL	
Sandjord	6,2	2,0	6,3	23,8	1,4	3,2	0,05
Sandjord	6,1	2,0	5,4	23,4	1,4	3,1	0,05
Sandjord	6,0	1,9	6,2	23,8	1,5	3,2	0,05
Sandjord	5,8	1,7	6,2	27,1	1,9	4,3	0,05
Torvjord	7,0	0,2	0,4	134,4	2,5	0,3	0,06
Torvjord	6,9	0,2	0,4	133,2	2,6	0,2	0,06
Torvjord	6,8	0,2	0,3	120	2,7	0,2	0,07
Torvjord	6,6	0,2	0,3	118,8	2,6	0,2	0,07

Ved avslutning av forsøket var nitrogeninnholdet i torvjorda redusert noe. Sammenlignet med analysene ved start av forsøket, er innholdet av plantetilgjengelig fosfor høyere ved avslutning, noe som viser at avlinga ikke har ført bort så mye som er tilført. Innholdet av K-AL og Mg-AL er derimot blitt redusert.

Diskusjon og oppsummering

Kitosanslammet som ble benyttet til forsøkene hadde et svært lavt tørrstoffinnhold. Det var begrenset hvor mye væske en kunne tilføre uten at det ville gå ut over de fysiske vekstbetingelsene. Mengdene av plantenæringsstoff og andre stoff som ble tilført er derfor små. Det var vanskelig å avvanne slamm. Etter forsøk på sedimentering og filtrering fikk slamm en seig, klebrig konsistens og det ble vanskeligere å handtere. De store væskemengdene som ble tilført med slamm kan være årsaken til en viss avlingsreduksjon på torvjorda etter slamtilførsel. En tilsvarende reduksjon ble ikke funnet på sandjorda. Årsaken er trolig at torvjorda er tettere enn sandjorda og ikke så lett lar seg drenere. Den store væsketilførselen sammen med at svært små partikler i slamm kan ha tettet til porene i jorda kan derfor ha hatt en større negativ effekt i torvjorda enn i sandjorda. Avlingene var størst på torvjorda. Rotmassen i torvjorda har derved vært langt større, og dette kan også ha spilt en rolle. På arealer ute ville en sannsynligvis ikke fått tilsvarende problemer, forutsatt normale dreneringsforhold. Det er likevel ikke noe i dette materialet som tyder på at spirehemmingen har noen sammenheng med eventuelle spirehemmende stoff i slamm.

De kjemiske analysene av kitosanslammet viser at det er fattig på næringsstoffer. Innholdet av uønskede stoffer er også lavt. Innholdet av Kjeldahl-N i den største slammengden er henholdsvis 6,6 og 13,3 i forsøk I og II, mens innholdet av lett plantetilgjengelig nitrogen og av fosfor og kalium er svært lavt (under 1 kg av hvert stoff). Det er ikke funnet nevneverdig gjødselvirking av slamtilførselen. Dette tyder på at mye av nitrogenet i Kjeldahl-N fraksjonen ikke er tilgjengelig for plantene på kort sikt.

Nytten som jordforbedringsmiddel avhenger av hvilke mengder som tilføres. En eventuell positiv effekt vil vise seg på moldfattige jordarter. De foreløpige resultatene viser at det ikke har vært noen positiv effekt av slammet på torvjord. På sandjord er det en tendens til positive utslag for de to største slammengdene i begge forsøkene. Dette kan være en kombinert effekt av næringsstofftilførsel og tilførsel av organisk materiale til den skarpe sandjorda. En kan imidlertid ikke vente at det skal være noen klar jordforbedringseffekt av slammengdene som er tilført, da de tilførte tørrstoffmengdene er små.

Litteratur

Bærug, R. og I. Aasen 1993. Tungmetaller og andre sporelementer i jord, dyr og planter. Brosjyre om forurensning fra landbruket, nr. 2. Institutt for jordfag og Statens fagtjeneste for landbruket. 8 s.

Haaland, L. 2000. Renere vann med rekeskall. Teknisk ukeblad 147(19), 22-23.

Lalov, I.G., I.I. Guerginov, M. A. Krysteva and K. Fartsov 2000. Treatment of waste water from distilleries with chitosan. Wat. Res. 34(5) 1503-1506.

Tveitnes, S. 2000. Kitosanslam som vekstmedium. Rapport nr. 3 (l.nr.82) Institutt for jord- og vann, Norges landbrukshøgskole. 8 s.