

Fosforvirkning af kemisk fældet slam

Phosphorus effect of precipitated sewage sludge

K. E. Larsen og S. Damgaard-Larsen

Resumé

Fosforvirkningen af kemisk fældede slamtyper i forhold til mekanisk fældet slam og kunstgødningsfosfor er undersøgt i karforsøg ved Askov forsøgsstation 1975–76. Forsøget blev gennemført som et 2 årigt forsøg med tilførsel af slam i 1. forsøgsår til sandjord ved forskellige pH-niveauer samt i lerjord og med italiensk rajgræs som afgrøde.

Resultaterne viser ingen forskel i fosforvirkning mellem Al-, Ca-, Fe-fældet slam og mekanisk fældet slam samt fosfor givet som superfosfat. Fosfortilførsel ved varierende pH i sandjord gav sig udslag i højere fosforoptagelse ved det laveste pH, 5,0–5,5 end ved øvrige pH-niveauer.

Jordprøver udtaget ved forsøgets afslutning viste ingen forskel i Ft-niveau mellem de forskellige slamtyper.

Nøgleord: Slam, kemikaliefældet, fosforvirkning.

Summary

The fertilizing value of phosphorus in chemical precipitated sewage sludge compared with mechanical precipitated sludge and phosphorus in fertilizer as a standard was tested in pot experiment at Askov Experimental Station from 1975–76 with Italian ryegrass as test crop on sandy and sandy loam soil. Sludge was applied in the first experimental year and the residual effect was measured in the following year.

The results show, that there was no difference in phosphorus effect between aluminium, calcium-, iron-precipitated sludge and mechanical precipitated sludge. The availability of sludge-P was equal to P in mineral fertilizer, superphosphate.

Application of sludge and mineral-P by different pH-level in sandy soil resulted in the highest P-content in crop from soil with lowest pH, 5,0–5,5.

The phosphate status in soil at the end of the experiment showed no difference in P-content in soil after application of the four types of sludge and superphosphate.

Key words: Sewage sludge, chemical precipitated, phosphorus effect.

Indledning

Rensning af spildevand kan effektiviseres ved at kombinere de traditionelle metoder som mekanisk og biologisk rensning med anvendelse af til sætning af kemikalier, hvorved der udfældes en del af spildevandets opløste og opslemmede elementer, især fosforrige stoffer. Fosfat og organiske fosforforbindelser i spildevand er fosforkilde for mikroorganismene, og ved at gøre fosfor til en begrænsende vækstfaktor i spildevandet er der mulighed for at formindske eutrofiering i spildevandsrecipienterne.

Til den kemiske fældning kan anvendes 3 fældningsmidler bestående mest almindeligt af aluminiumsulfat, calciumoxid eller jernsulfat.

Da det udfældede slam er fosforberiget, og et overskud af fældningsmidlet må formodes at ville forekomme, kan det tænkes, at en sådan slamtype vil have andre værdier end almindeligt slam, såfremt det anvendes som gødning i jordbruget.

Overskud af fældningsmiddel vil eventuelt kunne binde fosfor i jorden til skade for planternes fosforforsyning, og omvendt kan det tænkes, at ekstra fosfortilførsel med en kemikaliefældet slamtype vil medføre en gunstig gødningsvirkning.

For at undersøge hvilken indflydelse fældningsmiddel eventuelt har på planternes fosforforsyning, når kemikaliefældet slam anvendes som gødning, blev der i 1975 og 1976 ved Askov forsøgsstation gennemført karforsøg med forskellige typer kemikaliefældet slam.

Forsøgsplan

Forsøget omfattede følgende slamtyper: Slam fældet med henholdsvis aluminiumsulfat (Al-fældet), calciumoxid (Ca-fældet) og ferrisulfat (Fe-fældet) og desuden en ikke kemikaliefældet slam, i dette tilfælde en mekanisk fældet slam. Som kontrol indgik i forsøget tilførsel af stigende mængder fosfor i kunstgødning.

Forsøget blev gennemført på såvel lerjord som sandjord. For at undersøge om jordens pH eventuelt har indflydelse på fosforvirkningen blev forsøget på sandjorden gennemført ved forskellige pH-niveauer.

Forsøgsplan:

Slamtyper: A. mekanisk fældet slam

B. Al-fældet slam

C. Ca-fældet slam

D. Fe-fældet slam

P-mængder i slam: I. 3 g P/m²

II. 6 g P/m²

Kunstgødningsled: 1-5 = 0-0,75-1,5-3,0-6,0
g P/m² i superfosfat

Jordtyper: Sand- og lerjord

pH-niveau: Sandjord: 5,0-5,5

6,5-7,0

8,0-8,5

Lerjord: 6,5-7,0

Afgrøde: Italiensk rajræs.

Gødningsvirkning er målt i 2 år. Slam og kunstgødningsfosfor blev udbragt ved forsøgets anlæg.

Forsøget blev gennemført med 4 fælleskar uden tilførsel af fosfor og 2 fælleskar af de øvrige forsøgsled på hvert pH-niveau. I alt 52 kombinationer, heraf 39 med sandjord og 13 med lerjord.

Slam- og kunstgødningstilførsel

De 4 slamtyper adskilte sig i deres fremstilling og oprindelse kun ved fældningen, idet det anvendte spildevand var fra samme rensningsanlæg, Københavns kommunes ved Damhussøen.

Fældningen foregik i et forsøgsanlæg opstillet ved ovennævnte rensningsanlæg.

I tabel 1 er vist den kemiske sammensætning af de 4 slamtyper.

Af tabel 1 fremgår det, at trods fælles oprindelse har fældningen betydet en forskellig sammensætning af mineralstofindholdet de 4 slamtyper imellem. De 3 anvendte fældningsmidler har for de respektive slamtyper indvirket stærkt på henholdsvis Al-, Ca- og Fe-indholdet. Med hensyn til P-indholdet er dette i den Al- og Fe-fældede slam væsentlig højere end i Ca- og mekanisk fældet slam.

I tabel 2 er vist hvilke mængder slam, det har været nødvendigt at anvende for at komme op på en tilførsel af 9 g P/m².

Slamkvælstoffets tilgængelighed er forskellig fra slamtype til slamtype, og da den ikke var kendt for det her anvendte slam, blev der til alle

Tabel 1. Slamanalyser
Analyses of sludge

	Mek.- fældet slam	Al- fældet slam	Ca- fældet slam	Fe- fældet slam
	<i>Mechanical and chemical precipitated sludge</i>			
Tørstof, pct.	19,1	37,7	40,8	58,3
Dry matter, per cent				
Sand i tørstof, pct. *) ...	9,8	17,4	11,4	20,3
	<i>per cent in organic matter</i>			
Total-N	1,85	3,63	0,60	2,45
NH ₄ -N	0,28	1,49	0,27	0,38
P	1,10	3,12	0,73	2,36
K	0,07	0,11	0,02	0,11
Na	0,11	0,17	0,09	0,11
Ca	4,11	3,66	27,77	5,04
Mg	0,19	0,21	0,05	0,18
	<i>ppm i organisk tørstof</i>			
	<i>ppm in organic matter</i>			
Cu	343	759	177	497
Mn	424	312	229	315
Zn	2382	4063	786	2312
Fe	9290	23789	27088	114760
Pb	290	448	135	399
Cd	12	27	6	10
Ni	122	182	135	131
Cr	1120	11683	1524	8783
Al		29661		
pH (CaCl ₂)	7,8	8,0	7,4	7,8

*) syreopløselig aske *in acid insoluble ash*

forsøgsled tilført lige store mængder kunstgødningskvælstof med 30 g N/m² i kalkkammonsalter i 1. forsøgsår. I 2. forsøgsår blev kvælstoftilførslen hævet til 40 g N/m².

Da slam indeholder minimale mængder kalium, blev dette tilført som grundgødning med 20 g K/m² i begge forsøgsår.

For at sikre tilstrækkelig tilførsel af mikronæringsstoffer blev der som grundgødning tilført 0,8 g kobber, 0,9 g mangan, 2,7 g magnesium og 0,08 g bor pr. m².

Forsøgsteknik

Som kar blev anvendt 12-liters hvide plastspande, der 1 cm over bunden var forsynet med en studs.

Tabel 2. Slamtilførsel med 9 g fosfor/m²
Supply of sludge with total 9 g P/m²

Slamtype	Foreliggende stof, g/m ²	Tørstof, g/m ²
<i>Type of sludge</i>	<i>Available matter, g/m²</i>	<i>Dry matter, g/m²</i>
Mekanisk fældet	4788	915
<i>Mechanical precipitated</i>		
Al-fældet	927	349
<i>Al-precipitated</i>		
Ca-fældet	3408	1390
<i>Ca-precipitated</i>		
Fe-fældet	819	477
<i>Fe-precipitated</i>		

Denne studs var med en plastslange forbundet med en tilsvarende studs i en 5-liters plastdunk, der fungerede som vandreservoir.

Karrene var, som det ses af figur 1, anbragt på bænke, og vanding foregik ved at løfte de med karrene forbundne dunke (vandreservoir) op på skamler, 5 cm højere end bænkene. Her blev dunkene stående, til jorden var vandmættet, hvorefter de blev sat ned igen og eventuelt overskudsvand kunne løbe tilbage i vandreservoiret. Ved dette vandingssystem undgås tab af mineralstoffer. Da karrene var placeret i det fri, kunne overskydende regnvand tillige opfanges kvantitativt i dunkene. Vanding blev foretaget efter behov.

Karrene var 25 cm høje og havde et overfladeareal på 590 cm². De var i bunden forsynet med et dræn af strandsand, der netop dækkede indføringen af den ovennævnte studs. Oven på drænlaget blev fyldt 6 kg forsøgsjord pr. kar. Derefter blev der afvejet yderligere 7 kg forsøgsjord, hvori slam eller fosforgødning blev blandet ved hjælp af røremaskine. For at opnå de ifølge forsøgsplanen forskellige pH-niveauer i sandjorden, blev der tilsat enten svovlsyre, H₂SO₄, eller kalk, Ca(OH)₂. Mængderne var i forvejen beregnet på grundlag af udtagne jordprøver. Alligevel betød jordens puffervirkning, at de ønskede pH-værdier ikke i alle tilfælde blev opnået.

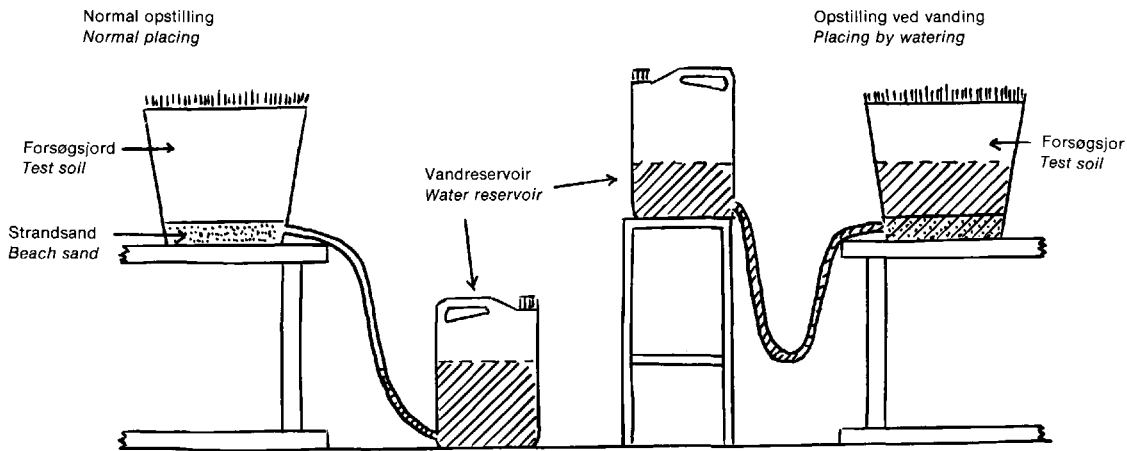


Fig. 1. Skitse af karforsøg *Outline of pot experiment.*

Tabel 3. Jordprøver udtaget før og efter vækstsæsonen 1975–76 til pH-måling (pH i CaCl₂)
Results of soil analyses, initially and after the growing season 1975–76. pH-measuring (pH in CaCl₂)

Tilsligtet pH <i>Intentional pH</i>	Sandjord (<i>sandy soil</i>)						Lerjord (<i>loam soil</i>)	
	5,0–5,5		6,5–7,0		8,0–8,5		6,5–7,0	
År <i>Year</i>	1975							
Dato <i>Date</i>	12/5	21/11	12/5	21/11	12/5	21/11	12/5	21/11
Mekanisk fældet slam, 9 g P/m ² <i>Mechanical precipitated sludge</i>	4,7	5,0	6,2	6,1	7,5	7,0	7,1	6,8
Al-fældet slam, 9 g P/m ² <i>Al-precipitated sludge</i>	4,2	4,7	6,0	6,0	7,3	6,6	7,0	6,6
Ca-fældet slam, 9 g P/m ² <i>Ca-precipitated sludge</i>	6,8	6,8	6,9	6,8	7,4	7,3	7,2	7,3
Fe-fældet slam, 9 g P/m ² <i>Fe-precipitated sludge</i>	4,6	5,2	5,8	6,0	7,6	6,8	7,0	6,6
Ingen P-gødning <i>Control</i>	4,1	4,3	5,7	5,7	7,7	7,2	7,0	6,5
Superfosfat, 6 g P/m ² <i>Control</i>	4,2	4,4	5,8	5,7	7,6	7,2	7,0	6,5
	1976							
Dato <i>Date</i>	26/4	8/11	26/4	8/11	26/4	8/11	26/4	8/11
Mekanisk fældet slam, 9 g P/m ² <i>Mechanical precipitated sludge</i>	5,3	5,6	6,6	6,1	7,5	6,9	6,8	6,5
Al-fældet slam, 9 g P/m ² <i>Al-precipitated sludge</i>	5,2	5,3	6,3	6,0	7,4	6,9	6,9	6,7
Ca-fældet slam, 9 g P/m ² <i>Ca-precipitated sludge</i>	4,4	4,7	7,0	6,5	7,5	7,1	7,2	6,9
Fe-fældet slam, 9 g P/m ² <i>Fe-precipitated sludge</i>	4,8	4,9	6,4	6,1	7,6	6,9	6,9	6,7
Ingen P-gødning <i>Control</i>	5,8	5,4	6,5	6,0	7,6	6,8	7,0	6,7
Superfosfat, 6 g P/m ² <i>Control</i>	5,6	5,4	6,7	6,1	7,3	6,9	7,0	6,7

I tabel 3 er anført resultater fra pH-måling i jordprøver udtaget efter iblanding af forsøgs-gødning samt syre eller base. Trods det, at de tilsigtede pH-niveauer knapt er opnået, viser tallene dog en betydelig variation mellem største og mindste pH i sandjorden.

Efter at blandingen var overført til karret, blev der givet grundgødning og dækning af denne med 1 kg jord. Forsøgsafgrøden, italiensk rajgræs, blev bredsået i en mængde svarende til 3 g frø pr. kar, og der blev anvendt 0,5 kg jord som dækmateriale efter såning.

Der blev høstet 4 slæt. De 30 g N/m² i grundgødning blev fordelt med ¼ ved forsøgets anlæg og ¼ efter hvert af de 3 første slæt.

Efter vækstsæsonen 1975 blev karrene taget indendørs til opbevaring vinteren over.

Forår 1976 blev jorden fra hvert kar blandet i røremaskine, og der blev foretaget nyindstilling af pH enten ved tilsætning af syre eller base. Efter blandingen blev der taget prøve til pH-bestemmelse (tabel 3). Jorden blev derefter igen overført til karret, som var forsynet med nyt drænlag af sand, hvorefter karret atter blev tilsået med italiensk rajgræs.

Der blev 1976 høstet 4 slæt, og tilskud af kvælstof blev givet efter samme retningslinier som i 1975.

Resultater

I tabel 4 er vist udbytte og fosforoptagelse for slam sammenlignet med anvendelse af fosforsyre-gødning.

Tabel 4. Fosforvirkning af slam sammenlignet med P-gødning. Karforsøg med ital. rajgræs på sand- og lerjord 1975 og 1976

Phosphorus effect of sludge compared with P-fertilizer. Pot experiment with Italian ryegrass on sandy and loam soil 1975 and 1976

	Tørstofudbytte Dry matter g/m ²		pct. P i tørstof % P in DM		P-optagelse P-uptake g/m ²	
	1. år 1st year	2. år 2nd year	1. år 1st year	2. år 2nd year	1. år 1st year	2. år 2nd year
Slam, sludge			<i>sandjord (sandy)</i>			
Mekanisk-fældning	1422	1135	0,32	0,23	4,6	2,6
<i>Mechanical precipitated sludge</i>						
Al-fældning	1571	1116	0,31	0,23	4,9	2,5
<i>Al-precipitation</i>						
Ca-fældning	1573	1270	0,29	0,23	4,6	2,9
<i>Ca-precipitation</i>						
Fe-fældning	1606	1181	0,30	0,21	4,9	2,6
<i>Fe-precipitation</i>						
Fosforgødning	1682	1176	0,29	0,22	5,0	2,6
<i>P-fertilizer</i>						
Slam, sludge			<i>lerjord (loam)</i>			
Mekanisk-fældning	1408	1010	0,26	0,26	3,7	2,6
<i>Mechanical precipitated sludge</i>						
Al-fældning	1549	1071	0,27	0,25	4,2	2,7
<i>Al-precipitation</i>						
Ca-fældning	1527	1202	0,28	0,25	4,3	3,0
<i>Ca-precipitation</i>						
Fe-fældning	1575	1096	0,27	0,25	4,2	2,7
<i>Fe-precipitation</i>						
Fosforgødning	1630	1143	0,28	0,24	4,6	2,7
<i>P-fertilizer</i>						

Resultaterne for slam er gennemsnit af 2 mængder, idet der ikke var signifikante forskelle i tørstofudbytte og fosforoptagelse for stigende mængder af de enkelte slamtyper. Virkningen af fosfortilførsel i kunstgødning er anført som gennemsnit af tilførsel af største og mindste mængde fosfor.

Forsøget blev gennemført med 3 pH-værdier i sandjorden. Resultaterne i tabellen er vist som gennemsnit af de 3 pH-niveauer.

Tørstofudbyttet var på begge jorde væsentligt højere i 1. forsøgsår end i 2. år. Af udbyttetallene for 1. forsøgsår fremgår det, at der for ikke kemikaliefældet slam var lavere udbytte i forhold til de øvrige slamtyper. I 2. forsøgsår, hvor der ifølge forsøgsplanen ikke blev tilført slam og fosforgødning, var udbyttet størst efter tilførsel af calciumfældet slam det foregående år. Afgrødens fosforindhold har, som det ses af tabel 4, i 1. forsøgsår på sandjorden en tendens til at være højere efter anvendelse af mekanisk- og aluminiumfældet slam. Slam og fosforgødskning ved varierende pH-niveauer har på denne sandjord givet sig udslag i et højere fosforindhold ved det lave end ved de øvrige pH-niveauer som vist i tabel 5.

For lerjorden viste afgrødens fosforindhold ingen signifikante forskelle mellem gødningstyper (tabel 4).

Afgrødens fosforindhold var som gennemsnit af alle forsøgsled i 1. forsøgsår 0,30 pct. P for sandjorden og faldt med 0,08 pct. i 2. forsøgsår til

0,22 pct. P. For lerjorden var tallene tilsvarende 0,27 pct. P i 1. forsøgsår og med et fald på kun 0,02 pct. fra 1. til 2. forsøgsår.

Optagelse af fosfor i g/P/m² har på begge jordtyper varieret med afgrødens udbyttestørrelse og fosforindhold.

I forsøgsplanen indgik, som det tidligere er anført, forsøgsled med tilførsel af stigende mængder af fosfor i fosforsyregødning. Resultaterne fra disse forsøgsled er vist i tabel 6.

Som det fremgår af tabel 6, har der på begge jordtyper været udbyttmæssigt udslag for fosfortilførsel, men ikke signifikant stigning for stigende mængder. Tørstofudbyttet var væsentligt højere 1. forsøgsår end i 2. For sandjordens vedkommende er der målt stigende udbytte ved stigende pH-værdi i jorden.

Den optagne P-mængde følger på sandjorden stort set udbyttet. Som følge af et procentisk lavere fosforindhold i afgrøden ved pH 6,5–7,0 har fosforoptagelsen været lavest ved det pH-niveau.

På lerjorden har der været tendens til lavere fosforoptagelse, hvor der ikke tilføres fosfor, men forskellen i fosforoptagelsen mellem det ugedede og de fosforgødede forsøgsled er dog ikke signifikant.

Analysering for kvælstofindhold i afgrøden viste, at grundgødskning med kvælstof i begge forsøgsår helt havde udlignet eventuelle forskelle i afgrødens kvælstofindhold forsøgsleddene imellem.

Tabel 5. Fosforindhold i ital. rajgræs efter tilførsel af slam og fosforgødning ved varierende pH i sandjord. Pct. P i tørstof

pH År Year	5,0–5,5		6,5–7,0		8,0–8,5	
	1975	1976	1975	1976	1975	1976
Slam sludge						
Mekanisk fældning	0,36	0,25	0,31	0,21	0,30	0,22
<i>Mechanical precipitated sludge</i>						
Al-fældning	0,35	0,25	0,30	0,21	0,28	0,21
<i>Al-precipitation</i>						
Ca-fældning	0,31	0,26	0,29	0,22	0,29	0,20
<i>Ca-precipitation</i>						
Fe-fældning	0,32	0,24	0,30	0,20	0,29	0,21
<i>Fe-precipitation</i>						
Fosforgødning	0,31	0,25	0,28	0,20	0,29	0,22
<i>P-fertilizer</i>						

Tabel 6. Virkning af stigende mængder fosforgødning (superfosfat) på tørstofudbytte, pct. P i tørstof og P-optagelse i karforsøg med ital. rajgræs
Effect of rates of P-fertilizer (superphosphate) on yield of dry matter, per cent P in dry matter and P-uptake in pot experiments with Italian ryegrass

P-tilførsel P-rates g/m ²	Sandjord (<i>sandy soil</i>)			Lerjord (<i>loam soil</i>)		
	Tørstof Dry matter g/m ²	pct. P % P	g P/m ²	Tørstof Dry matter g/m ²	pct. P % P	g P/m ²
0	1318	0,24	3,3	1307	0,26	3,4
0,75	1408	0,25	3,7	1400	0,26	3,7
1,5	1412	0,25	3,7	1482	0,26	3,9
3,0	1409	0,25	3,7	1336	0,27	3,7
6,0	1449	0,26	3,9	1373	0,26	3,7
Forsøgsår <i>Experiment year</i>						
1. år year	1674	0,29	4,9	1637	0,28	4,6
2. år year	1124	0,22	2,4	1123	0,24	2,7
pH i jord <i>pH-level in soil</i>						
5,0–5,5	1351	0,27	3,8			
6,5–7,0	1383	0,23	3,4			
8,0–8,5	1464	0,26	3,8			

Jordanalyser

Ved forsøgets afslutning blev der udtaget jordprøver i de enkelte forsøgsled til fosforsyretalsbestemmelse. De målte fosforsyretal (Ft) er vist i tabel 7.

Stigende slamtilførsel har, som det ses, medført en stigning i jordens Ft-niveau, hvorimod

der ingen forskel er mellem de forskellige slamtyper. I de kunstgødede forsøgsled er målt fosforsyretal på linie med, hvad der blev fundet for samme P-tilførsel i slam.

I figur 2 er der for sandjordens vedkommende vist fosforsyretallets afhængighed af fosfortilførsel og jordens reaktionsforhold.

Tabel 7. Fosforsyretal (Ft) ved forsøgets afslutning 1976

Determination of plant-accessible phosphorus at the end of the experiment. (Ft, P-index = 3 mg P/100 g soil)

Forsøgsled <i>Treatment</i>	P-tilførsel P-supply	Sandjord (<i>sandy soil</i>) pH-niveau			Lerjord (<i>loam soil</i>)
		5,0–5,5	6,5–7,0	8,0–8,5	6,5–7,0
Mekanisk-fældet	3 g/m ²	2,7	3,1	3,3	7,8
<i>Mechanical precipitated sludge</i>	9 –	3,5	3,5	3,9	8,6
Al-fældet slam	3 –	2,6	3,1	3,2	7,9
<i>Al-precipitated sludge</i>	9 –	3,9	3,8	3,5	8,8
Ca-fældet slam	3 –	2,5	3,3	3,3	8,4
<i>Ca-precipitated sludge</i>	9 –	2,9	3,8	3,9	8,8
Fe-fældet slam	3 –	2,6	3,2	3,1	7,9
<i>Fe-precipitated sludge</i>	9 –	3,1	4,0	3,7	8,4
P i kunstgødning	0 –	2,6	3,1	3,0	7,7
<i>P in fertilizer</i>	0,75 –	2,4	2,9	3,1	7,6
	1,5 –	2,6	3,2	3,2	7,8
	3,0 –	2,7	3,3	3,3	7,6
	6,0 –	2,9	3,6	3,8	8,0

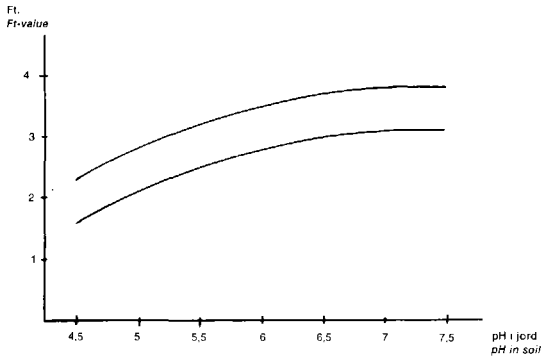


Fig. 2. Sandjord. Fosfortallets afhængighed af P-tilførsel og jordens pH
Sandy soil. Dependence of Ft-value on P-supply and soil pH

$$y = -7,55 + 8,6 x_1 + 2,92 x_2 - 0,201 x_3$$

$$R = 0,855$$

$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3$, hvor $Y = Ft$, $x_1 =$ tilført P, g/m^2 $x_2 = pH$ og $x_3 = x_2^2$
 $y = Ft$ -value (the amount of P-extractable in 0,2 N H_2SO_4 , P-index - Ft = 3 mg/100 g soil)
 $x_1 = P$ -supply, $x_2 = pH$ in soil and $x_3 = x_2^2$

Ved at øge fosfortilførslen fra 3 til 9 g P/m² stiger jordens Ft-niveau med 0,7-enheder, en stigning som svarer til forskellen i tilført fosfor.

Af figur 2 ses det ligeledes, at jordens pH-niveau øver indflydelse på fosforsyretallet. Ved lavt reaktionstal er jordens Ft afhængig af pH-niveauet, hvilket kommer til udtryk ved, at der i denne sandjord er målt ens fosforsyretal efter tilførsel af 9 g P/m² ved pH 5 og efter 3 g P/m² ved pH 6.

Diskussion

Det gennemførte karforsøg har ikke vist forskelle i fosfortilgængeligheden fra kemisk fældet slam og superfosfat. Resultaterne er i overensstemmelse med, hvad der er fundet i udenlandske forsøg.

Jansson (1970) fandt i karforsøg med korn, at Al- og Fe-fældet slam havde en klar positiv virkning på udbytte og fosforoptagelse på en fosforfattig jord, hvor virkningen var den samme som af superfosfat.

Martinsen (1976) konkluderer på baggrund af karforsøg med forskellige slamtyper en positiv virkning af fældede slamtyper på kornplanters vækst, og forforindholdet er øget eller uforandret sammenlignet med forsøgsled uden slamtilførsel.

Cervenka og Timmermann (1976) rapporterer fra karforsøg med alm. rajgræs om samme virkning af Fe- og Ca-fældet slam som Thomasfosfat og Rhenaniafosfat, men lavere udbytte efter Al-fældet slam. I potteforsøg med rajgræs med P₃₂-mærkede slamtyper havde Ca-fældet slam den højeste tilgængelighed.

Når der fra 1. til 2. forsøgsår har været et større fald i afgrødens fosforindhold på sandjorden i forhold til lerjorden, må denne forskel mellem de 2 jordtyper sikkert tilskrives, at sandjorden har et væsentligt lavere fosforindhold. Erfaringsmæssigt er der på denne jord problemer med fosforsyningen som følge af lille bindingsevne i jorden.

Jordbundsanalyserne foretaget ved forsøgets afslutning viser, at der ved vurdering af en jords fosforsyretal, Ft, bør tages hensyn til jordens pH-niveau.

Konklusion

Fædningsmidlerne har ikke haft indflydelse på slamfosforets tilgængelighed. Fosforvirkningen af kemikalie- og mekanisk fældet slam har været den samme som efter tilførsel af fosfor i superfosfat.

Jordbundsanalyserne viste, at jordens fosforsyretal stiger med tilførsel af fosfor i slam, og stigningen var den samme, som når tilsvarende fosformængder tilføres med kunstgødning.

Litteratur

- Jansson, Sv. L. (1970): Gödslingsförsök med kemisk fällda slamtyper. Hygienisk revy 59, 350-356.
 Martinsen, Jan (1976): Bruk av forskjellige slamtyper ved dyrkning av korn. Institut for jordkultur. Norges Landbrukshøgskole. Prosjektkomiteen for rensning av avløpsvann. PRA.3.3.
 Cervenka, L & Timmermann, F. (1976): Phosphatfällungsprodukte aus biologisch geklärten Siedlungsabwässern und ihre Verwendungsmöglichkeit in der Landwirtschaft. Landwirtschaftliche Forschung 29, 299-307.

Manuskript modtaget den 13. januar 1981.