

FOSFORUDNYTTELSE I AFFALDSPRODUKTER



Dette projekt medfinansieres af "Grønt Udviklings- og Demonstrationsprogram", (GUDP) under Fødevareministeriet.

Restprodukter kan være et godt alternativ til mineralsk fosfor til vedligeholdelse af jordens fosforstatus, men produkter med lav førsteårseffekt vil ikke være velegnede som eneste fosfortilførsel på arealer med lav fosforstatus.

SEGES har gennemført en række landforsøg om med det formål at måle tilgængeligheden af fosfor og Københavns Universitet har udført et litteraturstudie, der gennemgår 19 forsøg, der alle omhandler alternative fosforkilder og deres gødningsværdi set i forhold til almindelig handelsgødning.

Brugen af restprodukter kan være en økonomisk fordel for landmanden, og vil samtidig øge recirkuleringen af næringsstoffer i samfundet og forbedre bæredygtigheden af fosforanvendelsen. For at kunne anvende alternative fosforkilder, er man nødt til at kende et

estimat for gødningsværdien i forhold til tripelsuperfosfat (TSP) herunder både første års og flere års effekten. Det gør, at man kan vurdere dosering, eventuel behov for at supplere med handelsgødning og rentabilitet af f.eks. slam i ens eget dyrkningssystem.

Orienteringen vil give et indblik og et overblik over de alternative fosforgødningstyper, hvor der er undersøgt gødningsværdi. Det viser, at der er stor forskel i førsteårsvirkning for de forskellige gødningstyper. I litteraturstudiet udført af Københavns Universitet bliver der desuden bemærket, at slam fra biologisk P-fjernelse, i nogle af forsøgene endda havde en bedre gødningsværdi end handelsgødning.

TRE ÅRS LANDSFORSØG MED FOSFOR FRA RESTPRODUKTER TIL VÅRBYG OPGJORT I 2016

Tre års markforsøg med afprøvning af fosforvirkningen i forskellige restprodukter i et GUDP-projekt gennemført af SEGES og Aarhus Universitet viser, at struvit, slam, komposteret husholdningsaffald og halmaske har en førsteårs udbytteeffekt vårbyg svarende til 40-100 procent af gødningsværdien af TSP på jorde med meget lav fosfortilgængelighed. I gennemsnit af alle marker i forsøget var gødningsværdien 24 procent i slam fældet med jern, 76 procent i slam fældet med aluminium, 100 procent i struvit og 64 procent i kompost se tabel 1. Aarhus Universitet har gennemført potteforsøg med de samme restprodukter og har opnået lignede resultater (Christiansen, Nina Høj, 2016 pers. kom.) Fosforudvindingsmetoderne er forklaret nærmere i tabel 2.

Tabel 1. Førsteårseffekt af fosfor i restprodukter til vårbyg (Oversigt over landsforsøgene, 2016)

Alternativ fosforkilde	Gødningsværdi (målt som P-optag) i forhold til handelsgødning
60 kg P i slam fældet med jern	24
60 kg P i slam fældet med aluminium	76
60 kg P i struvit	100
60 kg P i kompost	64

Den målte flerårseffekt af såvel fosfor i TSP som restprodukter er beskeden. Der er observeret en lidt større eftervirkning af restprodukter end af TSP, men effekten er betydeligt mindre, end der opnås af tilført fosfor i handelsgødning i det aktuelle år.

Konklusionen på de tre års forsøg er, at restprodukter kan være et godt alternativ til mineralsk fosfor til vedligeholdelse af jordens fosforstatus, men produkter med lav førsteårseffekt vil ikke være velegnede som eneste fosfortilførsel på arealer med lav fosforstatus. Det gælder f.eks. spildevandsslam. (Oversigt over landsforsøgene, 2016)

LANDSFORSØG OPGJORT I 1999

Landsforsøgene har hen over en periode i 90'erne gennemført en række forsøg under navnet

"Samfundets biprodukter" (Oversigt over landsforsøgene, 1999). Forsøgene havde til formål at undersøge førsteårs- og flerårseffekten af en lang række biprodukter med indhold af plantenæringsstoffer. Biprodukterne inkluderer eksempelvis; spildevandsslam, Cheminovafosfat, kartoffelrugtsaft, kød- og benmel og kompost. I Oversigt over Landsforsøgene, 1999 blev der udarbejdet en opgørelse over de flerårige forsøg med spildevandsslam. Slammet indeholdt henholdsvis 10,6 og 6,6 kg totalkvælstof og totalfosfor pr. ton og 5,3 kg citratopløseligt fosfor, hvilket er det fosfor, som planten kan optage og udnytte. Konklusionerne var dengang at:

- Flere års forsøg med førsteårsvirkningen og eftervirkningen af spildevandsslam i korn har vist, at fosforvirkningen af slammet har været beskedent, men merudbyttet for fosfortilførsel i handelsgødning også har været beskedent.
- 4. og 5. år efter slamudbringningen kan måles en eftervirkning af slammet, som kan henføres til en effekt af fosfor i slammet.
- Fosfortallene er kun steget marginalt ved tilførsel af slam (var ret høje fra starten af 4,2 i gennemsnit og de fleste tilfælde over 3).

Forsøgene ville formentlig have vist andre og mere klare resultater, hvis jorden, hvorpå forsøget blev udført, havde en lav fosforstatus.

LITTERATURSTUDIE OMKRING GØDNINGSVÆRDIEN AF FOSFOR I SPILDEVANDSSLAMPRODUKTER FORETAGET PÅ KØBENHAVNS UNIVERSITET

Et litteraturstudie fra 2016, udarbejdet på Institut for Plante og Miljøvidenskab, Københavns Universitet, af den eksisterende litteratur om plantetilgængelighed af fosfor i forskellige typer spildevandsslam og slamprodukter viser resultater fra 19 forsøg med gødningsværdien af fosfor. Det er desuden en gennemgang af de forskellige fosforudvindingsmetoder, slammet udsættes for, se tabel 2. Forfatterens vigtigste konklusioner var at fosfortilgængeligheden af slamprodukter varierer, afhængig af hvordan produkterne og behandlet i spildevands- og slamprocessen. Derudover konkluderes der i litteraturstudiet (Glæsner N. et al, 2016) dette:

- Struvit og slam fra spildevandsrensning med biologisk P-fjernelse viste sig at være de slamprodukter, der i gennemsnit giver den højeste gødningsværdi.
- Kemisk fældet slam viste varierende resultater, formentlig afhængigt af fældningsbetingelserne.
- pH-værdien af slamproduktet samt jordens pH viste sig at have betydning for planternes udnyttelse af fosfor i slamproduktet.
- Stabiliseret slam i form af anaerob og aerob udrådning var svært at isolere fra andre behandlingsprocesser for slammet. Det var derfor, i dette studie, ikke muligt at vurdere hvilken indflydelse stabilisering af slam har på fosfortilgængelighed.
- Termisk tørring af slam reducerede generelt dets fosfortilgængelighed.

- Ubehandlet slammaske viste stor variation mellem studierne, men havde generelt en relativ lav gødningsvirkning i forhold til handelsgødning
- Behandlet slammaske har i flere studier vist samme eller højere plantetilgængelighed end handelsgødning, og viste klart højere plantetilgængelighed end ubehandlet slammaske.
- Biologisk P-fjernelse, havde, i nogle af forsøgene, endda bedre gødningsvirkning end handelsgødning. Det kan skyldes de komplicerede fosforligevægte der eksisterer i jorden, hvilket betyder, at en uorganisk letopløselig gødningstype, såsom TSP bevæger sig længere ud i jordmatricen, hvor den bindes stærkt

Tabel 2. Oversigt over tilgængelighed af fosfor i forskellige spildevandsslamprodukter. Gengivet efter Glæsner N. et al, 2016.

Behandling/proces	Forklaring	Note	Gødningsværdi (målt som P-optag) i forhold til handelsgødning
Struvitutfældning	Fosfor kan under rensning af spildevand udfældes som struvit. Kontrolleret struvitutfældning, sker på rejktvandsstrømmen (vand der kommer ud af slamafvandningen), hvor der tilsættes ammonium og magnesium inden slammet bliver udfældet.	Reaktionen er meget effektiv og kan reducere fosforindholdet i slam med op til 95 procent. Den udfældede struvit er meget ren og fri for tungmetaller og kan anvendes på krystalform eller granuleres og udbringes som anden mineralsk gødning.	Ca. 100 %
Biologisk fjernelse	Bio-P eller EBPR (Enhanced biological P-removal)	Der findes kun få anlæg med ren Bio-P i Danmark. Typisk vil Bio-P/EBPR være kombineret med tilsætning af kemikalier som fx Al- og Fe-salte.	Ca. 100 %
Kemisk fældning	Al- salte, Fe-salte, Ca-salte og Al+Fe Eller en kombination heraf.	Fosfat danner tungtopløselige forbindelser med de fleste metalioner, som anvendes for at fjerne fosfor fra spildevand.	Ca. 60 %
Stabiliseret slam	Anaerob og aerob udrådning, kompostering og basisk	Der findes flere processer, men de mest relevante er nævnt her. Typisk vil stabiliseringsprocesser	Ca. 60 %

	stabilisering (tilsætning af kalk)	og processer til at facilitere slutdisponering dog flyde sammen og effekten af de enkelte delprocesser være svær at adskille. Mekanisk afvanding vil stort set altid være nødvendig.	
Afvanding	Processer til at facilitere slutdisponering af slammet	Tørring kan ske enten til et slutprodukt (ca. 85-95 % tørstof) eller som forberedelse til forbrænding (ca. 30-40 % tørstof).	Ca. 60 %
Tørring			
Forbrænding			≤ 50 %
Behandling af aske	Termokemisk behandling (fx <i>AshDec</i> processen, hvor slamasken behandles med Na ₂ SO ₄ MgCl ₂ eller Na ₂ CO ₃ under 900-1000°C)		85 %

REFERENCER:

Oversigt over landsforsøg (2016). Udgivet af SEGES, SEGES Planter og Miljø s. 245

Oversigt over landforsøgene (1999). Udgivet af Landbruget Rådgivningscenter, Landkontoret for planteavl. S. 229-233.

Glæsner N., Lemming C., Magid J. og Jensen L.S. (2016) Review af eksisterende viden om plantetilgængelighed af fosfor i forskellige slamprodukter. Rapport for Miljøstyrelsen, udgivet af Institut for Plante- og Miljøvidenskab, Københavns Universitet. 21 s.

http://plen.ku.dk/raadgivning/rapporter/Rapport_for_projekt_om_P_tilg_angelighed_20-05-2016.pdf