

Støttet af:



Dyrkningsvejledninger for anvendelse af restprodukter

SEGES har udarbejdet en række dyrkningsvejledninger for forskellige restprodukter. Tabel 1 giver en oversigt samt næringsstof-karakteristik for de forskellige restprodukter. I tabel 2 er de enkelte restprodukter vurderet i forhold til deres egenskaber som gødnings- og jordforbedringsmiddel. Klik ind på det enkelte restprodukt i tabellen for at se dyrkningsvejledningen for produktet.

Tabel 1. Indhold af tørstof og næringsstoffer i restprodukter.

Produkt	Tørstof (%)	Total-N	NH ₄ -N	P	K	Mg	S	Ca	C	NH ₄ -N-andel (% af total-N)	C/N-forhold	N/P-forhold
		kg pr. ton i foreliggende vare										
Spildevandsslam	20-25	10-15	1-3	6-10	1-2	1-2	2-4	10-15	40-80	16	6	1,6
Struvit	100	57	57	126	-	99	-	-	-	100	-	0,5
Kompost (m. husholdsaffald)	60-80	10-20	1-2	2-6	3-8	1-2	1-3	15-20	100-200	10	10	3,8
Kompost (kun haveparkaffald)	60-80	3-6	0-1	0,5-1,5	1-4	0,5-1,5	0,4-1			3	?	4,0
Halmaske	50-100	-	-	2-10	40-150				-	-	-	-
Fertigro	20	11		1,5	1,5		6					7,3
Sojamelasse												

Tabel 2. Vurdering af produktets egenskaber som gødning og jordforbedringsmiddel.

Produkt	N-gødning	P-gødning	K-gødning	Org. Stof/Jordforb.	Andre egenskaber
	Kan anvendes til (1-3 +'er efter egnethed)				
Spildevandsslam	++	++	-	++	Mg, S, mikronæringsstoffer
Struvit	++	+++	-	-	Mg
Kompost (m. husholdsaffald)	+	+	++	+++	Kalkvirkning
Kompost (kun haveparkaffald)	-	-	+	+++	Kalkvirkning
Halmaske	-	+	+++	-	
Fertigro					
Sojamelasse					

Denne vejledning er en generel vejledning for anvendelse af restprodukter. Vejledningen beskriver, hvad man generelt skal være opmærksom på ved anvendelse af restprodukter, samt hvordan man vurderer gødningseffekten af produkterne.

Fordele og ulemper ved anvendelse af restprodukter

Fordele

- Billig gødningskilde, som ofte indeholder en række forskellige næringsstoffer
 - ▶ Mange restprodukter kan modtages gratis, mens prisen pr. kg N og P i handelsgødning er henholdsvis 6 og 9 kr. pr. kg.
- Mange restprodukter indeholder organisk stof og medvirker derfor til forbedret jordstruktur
 - ▶ Især relevant for planteavlbrug, som ikke har modtaget husdyrgødning eller nedmuldet halm.
- Medvirker til øget recirkulering af begrænsede ressourcer
 - ▶ Eksempelvis fosfor er karakteriseret som et af 20 "kritiske råmaterialer" af EU

Ulemper

- Sværere at håndtere end handelsgødning
 - ▶ Udspredding kan forestås af leverandøren
- Sammensætning af næringsstoffer passer ikke afgrødens behov
 - ▶ Supplér op med handelsgødning eller andet restprodukt

- Sværere at vurdere gødningseffekten end af handelsgødning ▶ Ja. Dyrkningsvejledningerne her kan hjælpe til en bedre vurdering af gødningsvirkningen

Vurdering af gødningsvirkning

Gødningsvirkningen af restprodukter kan være svær at vurdere. Dels fordi produkterne har en kompleks sammensætning af næringsstoffer i forskellige former. Og dels fordi der kan være en stor variation indenfor de enkelte produkter. Erfaringer fra forsøg med produkterne kan dog give et godt indtryk af gødningsvirkningen. Men for nye restprodukter, eller for produkter, hvor der er en stor variation i produktets indhold og egen-skaber, kan analyser af produktet være en hjælp til at vurdere gødningsvirkningen.

Kvælstof

Virkingen af kvælstof fra restprodukter afhænger af de former som kvælstoffet findes på i restproduktet. Virkingen af kvælstof udbragt med restprodukter afhænger dels af, hvor stor en andel af det totale kvælstof, der udgøres af ammonium-kvælstof og dels af omsætteligheden af det organisk bundne kvælstof. En vigtig parameter for omsætteligheden af det organisk bundne kvælstof er C/N-forholdet, dvs. forholdet mellem kulstof og kvælstof i produktet.

Parametre som kan bruges ved vurdering af kvælstofvirkningen

Det totale indhold af kvælstof	Total-N	= organisk N + NH ₄ -N
Ammonium-kvælstof	NH ₄ -N	
Ammonium-andel af total-kvælstof	NH ₄ -andel	= NH ₄ / Total-N x 100%
Forhold mellem kulstof og kvælstof	C/N-forhold	= Total C / Total N

Total-kvælstof og ammonium-kvælstof analyseres ved rutineanalyser. Dette er oftest ikke tilfældet for kulstof. Hvis C/N-forholdet skal kendes vil det typisk være nødvendigt at efterspørge en kulstof-analyse.

Førsteårsvirkning

For velkendte produkter, som af afprøvet i forsøg, kan førsteårsvirkningen vurderes ud fra forsøgsresultater. Dette vil være beskrevet i de enkelte dyrkningsvejledninger. For nye produkter, eller restprodukter med stor variation i indholdene af næringsstoffer, kan man bruge ammonium-andelen og C/N-forholdet til en grov vurdering af virkingen:

Ammonium-andel større end 50 %

- ▶ Virkingen vurderes at svare til, eller være lidt større, end andelen af ammonium *Eksempelvis struvit eller de fleste gylletyper*

Ammonium-andel mindre end 50 %

Den forventede virkning kan vurderes ud fra C/N-forholdet:

- | | | |
|-----------------------------------|---|---|
| ▶ Lavt C/N-forhold (mindre end 5) | ▶ God virkning på over 60% af det tilførte N | <i>Eksempelvis kød- og benmel</i> |
| ▶ Medium C/N-forhold (5 til 10) | ▶ Virkning på omkring 30-60 % af det tilførte N | <i>Eksempelvis spildevandsslam</i> |
| ▶ Højt C/N-forhold (over 10) | ▶ Lav virkning på under 30 % af det tilførte N | <i>Eksempelvis planterester/kompost</i> |

Eftervirkning

Eftervirkningen af en gødningstilførsel i årene, der efterfølger udbringningsåret, skyldes en langsom frigivelse af kvælstof som følge af mineralisering af organisk bundet kvælstof. For organiske gødninger med lave ammoniumandele (<50 %) vil eftervirkningen typisk udgøre en større del af den samlede virkning, end for produkter med høje ammoniumandele. Typisk er eftervirkningen af en enkelt tilførsel ikke så stor, men ved gentagne tilførsler over flere år, kan der opnås en større, akkumuleret eftervirkning.

De lovgivningsmæssigt fastsatte udnyttelseskrav

De lovgivningsmæssigt fastsatte udnyttelsesprocenter indbefatter både udnyttelsen i udbringningsåret og den akkumulerede eftervirkning. For spildevandsslam er den 45 %, mens den for komposteret husholdningsaffald er 20%. For alle andre typer organisk gødning er den 40 %.

Fosfor

Gødningsvirkningen af fosfor varierer en del mellem forskellige produkter og afhænger af hvor hårdt fosforet er bundet i produktet. Hvor kritisk man skal være i forhold til at kende et produkts fosforgødningsvirkning, afhænger af, hvordan produktet skal bruges og af jordens fosforstatus.

Hvis produktet skal bruges som vedligeholdelsesgødning på en jord med middel eller højt fosfortal ($P_t > 2$) til afgrøder uden særligt behov, kan man ofte være mindre kritisk i forhold til den specifikke gødningsvirkning. Dette skyldes at fosforet i det fleste produkter kan blive tilgængeligt over tid. På jorder med lav fosforstatus, eller ved tilførsel til fosforfølsomme afgrøder, skal man derimod være opmærksom på gødningsværdien i det specifikke produkt.

Fosforgødningsvirkningen vurderes bedst ud fra forsøg lavet med produktet. For produkter, som endnu ikke er afprøvede i forsøg eller produkter, der varierer meget i deres sammensætning, vil det være hensigtsmæssigt med en laboratorieanalyse, som kan bruges til at vurdere gødningsvirkningen. Det har imidlertid vist sig svært at identificere en enkelt analyse, som kan bruges til at forudsige gødningsvirkningen. Dette skyldes de meget komplekse bindingsformer for fosfor i restprodukter, samt betydningen af jorden og interaktion med jorden.

Forskningsresultater tyder dog på at på, at de nedenfor nævnte analyser kan give en vis idé om gødningsvirkningen. Begge typer af analyser er kendt af laboratorierne, da de anvendes til henholdsvis handelsgødning (citratopløseligt fosfor) og jord (bikarbonat-ekstraherbart fosfor = fosfortalsmetoden).

Citratopløseligt fosfor

- ▶ Hvis restproduktet skal tilføres til en jord med R_t **lavere** end 7

Bikarbonat-ekstraherbart fosfor

- ▶ Hvis restproduktet skal tilføres til en jord med R_t **højere** end 7

Andre næringsstoffer

Mange restprodukter indeholder ikke kun kvælstof og fosfor, men også en lang række andre næringsstoffer, både makro- og mikronæringsstoffer, som bidrager til jordens frugtbarhed. Disse er også væsentlige at inddrage, når man vurderer værdien af at tilføre et restprodukt til jorden. Læs mere om produkternes indhold under dyrkningsvejledningerne for de enkelte produkter.

Organisk stof

Tilførsel af organisk stof er især aktuelt på jorde, hvor der traditionelt ikke er blevet tilført organisk stof, dvs. som ikke har fået husdyrgødning eller hvor halmen er blevet fjernet gennem en årrække.

En fordel ved flere typer af restprodukter er, at de i modsætning til handelsgødning, tilfører organisk stof til jorden og dermed er med til at forbedre jordens struktur. Slam, kompost og biochar er eksempler på produkter, der tilfører væsentlige mængder organisk stof til jorden. Derimod er der stort set ingen organisk stof i produkter som struvit og asker.

En analyse af kulstofindholdet (C) giver en idé om, om produktet indeholder lidt eller meget organisk stof. Samtidig kan forholdet mellem kulstof og kvælstof (C/N-forholdet) bruges til at vurdere omsætteligheden af det organiske stof. Et højt C/N-forhold (>15) vil typisk betyde mere stabilt organisk materiale, som forbliver længere i jorden. Et lavere C/N-forhold indebærer generelt en højere omsættelighed og dermed knap så høj stabilitet af det organisk stof. Til gengæld giver det typisk en bedre kvælstofvirkning og kan bidrage til øget biologisk aktivitet i jorden.

Kulstofindholdet analyseres dog ikke som en del af rutineanalyse, så indholdet af kulstof, samt C/N-forholdet, må vurderes ud fra indhold angivet i litteraturen (se også tabel 1 og de enkelte dyrkningsvejledninger).

Lovgivning

Alle restprodukter er omfattet af en lovgivning, der sætter grænser for udbragte mængder samt sikrer kvaliteten af restproduktet. Før du udbringer et restprodukt er det derfor vigtigt at være opmærksom på, hvilken lovgivning produktet er omfattet af.

- Husdyrbekendtgørelsen regulerer tilførslen af næringsstofferne kvælstof og fosfor. Udbringning af restprodukter er således underlagt fosforloftet med et generelt bedriftsgennemsnit på maksimalt 30 kg P pr. ha for handelsgødning og affaldsprodukter ([læs mere her](#)).
- Slambekendtgørelsen: omfatter eksempelvis spildevandsslam og kompost. Angiver tilladt tilførsel af tørstof, grænser for tungmetaller og miljøfremmede stoffer i slammet, samt hygiejnekrav mv. ([læs mere her](#)).
- Biproduktforordningen: omfatter eksempelvis kød- og benmel.
- Bioaskebekendtgørelsen: omfatter eksempelvis halmaske.
- Gødningsbekendtgørelsen: omfatter eksempelvis struvit, der er blevet godkendt som gødningsmiddel.

Udover de lovningsmæssige rammer, skal man også være opmærksom på, at der kan være særlige branchespecifikke begrænsninger. Mælkeproducenter skal f.eks. være opmærksomme på at branchen selv har vedtaget en politik ([læs mere her](#)), der forhindrer, at der kan spredes spildevandsslam på marker, som anvendes af bedriften.

Litteratur:

Jensen, L.S. (2015): Udvikling af beregningsmodel til bestemmelse af gødningsværdi og fastsættelse af udnyttelsesprocent for biomasser til biogasanlæg. Rapport for Miljøstyrelsen, udgivet af Institut for Plante- og Miljøvidenskab, Københavns Universitet. 41 s.

Brod et al. 2016: The recycling potential of phosphorus in secondary resources Resirkuleringspotensialet til fosfor i sekundære ressourser. PhD thesis 2016.

Kratz et al. 2010: Chemical solubility and agricultural performance of P-containing recycling fertilizers. Landbauforschung - vTI Agriculture and Forestry Research.