



Snabbmetod för näringsinnehåll i gödsel

Inom projektet har många olika gödselmedel använts både vid de tre demonstrationsodlingarna. Detta infoblad visar näringsinnehållet i olika gödselmedel och diskuterar kring hur det möter kraven för användning i jordbruket. Dessutom har en studie gjorts med syfte att hitta en snabb metod för att ta reda på näringsinnehållet i olika gödselmedel.

■ De olika gödselmedlen som har använts har analyserats med avseende på torrhalt, de viktigaste näringsämnena samt tungmetaller. Från biogasanläggningar har avvattnad och obehandlad rötrest, rejektvatten, kompost och slambiol analysats.

NÄRINGSINNEHÅLL OCH TORRHALT

I praktiskt jordbruk är näringsinnehållet per ton viktigt eftersom tunga transporter är dyrt och man riskerar att få markpackning. Innehållet av totalkväve, fosfor, kalcium och magnesium är väldigt beroende av torrsubstanshalten. Däremot är de mer vattenlösliga ämnena kalium och ammoniumkväve beroende av andra

faktorer. Järnhalterna är högst i avloppsslam eftersom järn tillsätts för att rena avloppsvattnet från fosfor.

De viktigaste näringsämnena är ammoniumkväve, fosfor och kalium. De högsta halterna av fosfor och totalkväve finner vi i slambiol. Dessa näringsämnen är dock inte växttillgängliga på kort sikt eftersom de höga järnhalterna i slambiolet binder fosfor hårt och det kväve som blir kvar efter pyrolysen är hårt bundet i kolet. Vid gödsling har slambiolet fått en tillsats av återvunnet ammoniumkväve, men detta ger ändå inte tillräckligt hög halt av ammoniumkväve. Alla gödselmedel med ursprung i avloppsvatten har låga kaliumhalter eftersom kalium är mycket vattenlösligt

Tabell 1. Torrsubstanshalt (TS) och de viktigaste näringsämnena i olika typer av gödselmedel.

	TS %	Ca kg/ton	Fe kg/ton	K kg/ton	Mg kg/ton	P kg/ton	N kg/ton	NH ₄ -N kg/ton
Avvattnad bioavfall Skellefteå	23,9	12,7	3,8	1,0	0,6	2,0	12,5	ej anal.
Avvattnad bioavfall Stormossen	27,6	10,2	1,0	1,6	1,3	3,1	13,1	1,5
Avvattnad avloppsslam Stormossen	30,9	13,3	19,2	0,5	1,9	6,6	10,6	2,3
Rötrest djurgödsel Jeppo	4,6	1,1	1,3	1,1	0,4	1,1	4,7	3,3
Rötrest bioavfall Hemab	6,8	2,7	0,6	2,2	0,2	0,4	6,7	3,8
Rötrest bioavfall Skellefteå	2,0	0,6	0,2	0,9	0,1	0,1	3,1	2,1
Rötrest bioavfall Stormossen	3,2	0,9	0,1	1,0	0,2	0,3	3,2	1,5
Rötrest avloppsslam Skellefteå	4,2	0,7	0,7	0,2	0,1	0,8	2,7	1,2
Rötrest avloppsslam Stormossen	4,8	2,3	2,9	0,2	0,3	1,2	3,0	1,7
Rötrest Avloppsslam Vakin	1,8	0,4	1,4	0,1	0,1	0,5	1,7	0,8
Rejektvatten bioavfall Stormossen	1,7	0,3	0,0	0,9	0,1	0,1	2,3	1,2
Rejektvatten avloppsslam Stormossen	0,3	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	1,5	1,2
Kompost bioavfall + ammoniumsulfat	35,8	10,5	3,3	2,7	2,2	3,3	14,2	8,2
Kompost bioavfall	41,4	12	3,6	3,0	2,5	3,9	9,6	0,1
Fårgödsel	40,1	4,2	0,6	9,5	1,5	1,8	8,3	0,8
Biokol avloppsslam	94,2	26	160	1,9	3,3	42,5	16,1	2,7



Tabell 2. Tungmetallhalter i olika typer av gödselmedel. Gulmarkerade är över något gränsvärde.

Gödselmedel	Cd mg/kg TS	Cr mg/kg TS	Cu mg/kg TS	Ni mg/kg TS	Pb mg/kg TS	Zn mg/kg TS	mg Cd /kg P
Avvattnad bioavfall Skellefteå	0,4	8,4	49	5	11	171	46
Avvattnad bioavfall Stormossen	0,2	18,3	62	4	54	203	21
Avvattnad avloppsslam Stormossen	0,7	15,8	342	35	10	580	33
Rötrest djurgödsel Jeppo	0,2	9,1	110	7	2	573	7
Rötrest bioavfall Hemab	0,3	5,2	94	10	3	196	53
Rötrest bioavfall Skellefteå	0,3	5,2	34	6	7	112	42
Rötrest bioavfall Stormossen	0,2	7,6	41	5	8	153	17
Rötrest avloppsslam Stormossen	0,6	15,6	323	30	9	562	24
Rötrest Avloppsslam Vaklin	1,0	17,6	102	27	8	450	37
Rejektvatten bioavfall Stormossen	0,1	3,8	20	7	3	69	7
Rejektvatten avloppsslam Stormossen	0,1	2,5	248	26	3	127	8
Kompost bioavfall + ammoniumsulfat	0,5	20,5	254	11	10	252	55
Kompost bioavfall	0,4	18,1	51	9	12	266	46
Fårgödsel	0,1	2,0	41	1	1	125	20
Biokol avloppsslam	0,2	30,3	345	29	13	728	5
Gränsvärde Sverige SPCR 120	1,0	100	600	50	100	800	32
Gränsvärde Finland LARA	1,0	200	500	50	70	1000	

och följer med det renade vattnet istället för slammet. De högsta kaliumhalterna fanns i fårgödseln. Får åter mycket gräs som innehåller höga halter av kalium. Av rötrestprodukterna är det bara komposten tillverkad av rötrest från bioavfall och rötresten från Hemab som har några högre halter av kalium.

INNEHÅLL AV TUNGMETALLER I RÖTREST

Det finns också risker med rötrestprodukter. Tungmetallhalterna i jorden riskerar att öka på lång sikt vid upprepad användning av rötrestprodukter. Därför kontrolleras tungmetallhalterna enligt lagstiftning och certifieringsregler. Tungmetallhalterna anges i förhållande till torrsubstanshalten i gödselmedlet. Fosforgödsel är en viktig källa till kadmium inom jordbruket. Därför finns det i det svenska regelverket för rötrest (SPCR 120) också en regel för hur mycket kadmium som får finnas i förhållande till fosforhalten.

Tungmetallhalterna ligger i de allra flesta fall en bra bit under gränsvärdena både för Sverige och Finland. Zinkhalten i slambioolet ligger nära det svenska gränsvärdet, men en bit under det finska. Kadmiumhalten i Vakins avloppsslam ligger över gränsen i ett av två prov men övriga gödselmedel ligger bra till. Däremot är kadmiumhalterna för höga i förhållande till fosforhalten i många gödselmedel. Det gäller de flesta gödselmedel med ursprung i bioavfall. Komposten från bioavfall har en högre Cd/P-kvot än den ursprungliga rötresten från Stormossen. Det kan både bero på att kvoten varierar mellan år och på att det trädgårdsavfall som också används i komposttillverkningen skulle kunna ha högre

kadmiumhalter. Cd/P-kvoten är således något som behöver inkluderas i biogasverkens uppströmsarbete så att den kan hållas på en lägre nivå än nu.

SNABBANALYSER AV NÄRINGSÄMNER

Olika prover analyserades med de snabba metoderna nära infraröd reflektans (NIR) och röntgenfluorescens (XRF), se Figur 1 och 2. Proverna hade varit frysta och analyserades direkt efter upptining, efter frystorkning och efter malning av de frystorkade proverna.



Figur 1. NIR-instrumentet som användes var Perten DA7250. Den är anpassad för kvalitetskontroller i t.ex. livsmedelsindustrin. Den mäter reflekterad strålning i den nära infraröda spektrat mellan 950 och 1650 nm.



Figur 2. XRF-spectra från proverna mättes med 0.015 keV bins (intervaller) från 0 to 50 keV med en Niton XL3t (Thermo Scientific Niton, Billerica, MA, USA) ED-XRF handenhet som stod i ett ställ med skydd mot strålning. Instrumentet har en 50 kV röntgentub med ett Ag mål och en Si(Pin)-detektor. En mät kopp med mylarfilm mot instrumentet användes.

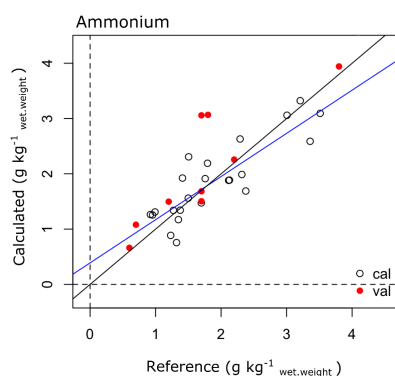
Tabell 3. Resultaten från jämförelse mellan referensanalyser och predikterade värden uttryckt som förklarad varians (r^2), medelfelet för korsvalideringen (RMSECV) och medelfelet för prediktionen av valideringsproverna (RMSEP). Förbehandling: multipel skatterkorrigering (MSC), andraderivata (2:a der.) och paretoskalning (PS).

Snabbmetod	Referensanalys	Förbehandling spektra	kalibrering			prediktering	
			antal prover	r^2	RMSECV	r^2	RMSEP
NIR	Torrsubstans %	2:a derivata	28	0,92	3,3	0,23	8,9
	Ammonium-N g/kg	MSC	24	0,74	0,4	0,83	0,6
	Totalkväve g/kg	MSC	28	0,75	2,2	0,64	1,8
XRF	Järn mg/kg	PS	28	0,95	1391	0,16	1392
	Kalium mg/kg	ingen	28	0,76	292	0,80	414
	Fosfor mg/kg	ingen	28	0,75	1052	0,03	600

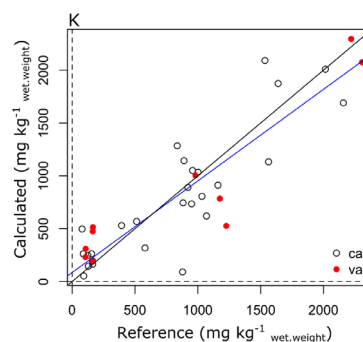
Data användes för att göra kalibreringsmodeller som predikterar referensanalyser som gjordes på kommersiella lab (Tabell 1). Vi använde programvaran R för modelleringen. Vi prövade olika metoder men valde att använda Ortogonal partiell minsta kvadratregression (OPLS) eftersom antalet prover var relativt få.

NIR-data användes för att prediktera TS-halt, totalkväve och ammoniumkväve. XRF-data användes för att prediktera K, P och Fe. Vi gjorde också helt misslyckade försök att prediktera tungmetaller. Den första utvärderingen av kalibreringsmodellerna gjordes genom att ta bort ett prov i taget och prediktera referensvärdet med en modell gjord med de andra proverna (korsvalidering). För både NIR och XRF testades också olika kombinationer av förbehandlingsmetoder för spektra. Dessutom omvandlades referensdata till roten av de ursprungliga data före modelleringen och de predikterade värdena kvadrerades för att undvika att några av prediktionerna gav negativa värden.

För att metoderna ska vara snabba att använda i prak-



Figur 3. Predikterade ammoniumhalter med modell som använder NIR-data för alla kalibreringsprover (cal) för att prediktera ett prov i taget (cal) och alla valideringsprover (val). Referens är ammoniumhalten analyserad av ett kommersiellt laboratorium.



Figur 4. Predikterade kaliumhalter med modell som använder XRF-data för kalibreringsprover (cal) för att prediktera ett prov i taget (cal) och alla valideringsprover (val). Referens är kaliumhalten analyserad av ett kommersiellt laboratorium.

tiken är det dock bara mätningar på prover som inte är torkade som är intressanta. Därför gjordes valideringen av modellerna med helt nya prover bara med prover som inte var torkade.

Vi gjorde dock NIR och XRF mätningar både före och efter frysning och upptining och kunde konstatera att frysningen förändrade spektra ganska rejält i båda fallen. Vi använde därför bara mätningar på prover som frysts och tinas till valideringen eftersom det var så vi gjort med kalibreringsproverna. I tabell 3 finns resultaten för de bästa modellerna gjorda med data från mätningar på upptinade prover. De enda näringsämnen som gick att prediktera med viss säkerhet för prover som inte var med i modellen var ammonium (genom att använda NIR) och kalium (genom att använda XRF). Vi prövade också att göra separata modeller för prover från avloppsslam och prover från bioavfall. Vi fick då ännu färre prover att göra våra kalibreringsmodeller med. Prediktionerna förbättrades då något för avloppsslam, men inte för bioavfall.

SLUTSATSER

Våra prover var alltför olika för att det skulle gå att göra bra modeller som passade alla prover. Vi hade också för få prover av varje sort för att kunna utvärdera hur metoderna skulle fungera om man gör modeller t.ex. för varje biogasverk. Däremot är det troligt att det går att få fram en väl fungerande modell vid tillgång på flera prover och då proverna kommer från samma biogasläggning.

Cecilia Palmberg

Institutionen för norrländskt jordbruksvetenskap, SLU

