

Lantbrukshögskolan
UPPSALA

**RAPPORTER FRÅN
AVDELNINGEN FÖR
VÄXTNÄRINGSLÄRA**



Nr 15

1969

Sven L. Jansson

Hur ange gödselns växtnäringss-
innehåll och grödornas växt-
näringssbehov?

Hur ange gödselns växtnäringsinnehåll och grödornas växtnäringsbehov?

Professor Sven L. Jansson

Inledning

Inom forsknings- och försöksavdelningarna för växtnäringslära har sedan lantbrukshögskolans omorganisation 1962 grundämnesbeteckningar för växtnäringsämnena konsekvent använts. Erfarenheterna därav har varit goda.

Den 14 februari 1969 beslöt arbetsutskottet inom försökskollegiets jordbrukssektion att samtliga försöksavdelningar inom sektionen från och med den 1 juli 1969 uteslutande skulle använda grundämnesbeteckningarna.

I anslutning därtill rekommenderar Kungl. Lantbruksstyrelsen lantbruksundervisningen och rådgivningsverksamheten att konsekvent använda grundämnesbeteckningarna. För godkännande av ny undervisningslitteratur på växtnärings- och växtodlingsområdet kommer styrelsen att fordra att grundämnesbeteckningarna tillämpas.

Från och med gödselåret 1970/71 övergår de till Gödsel- och Kalkindustriernas Samarbetsdelegation anslutna industrierna och distributionsorganen till grundämnesbeteckningarna.

För att snarast möjligt skapa klarhet och enhetlighet beträffande beteckningarna för växtnäringsinnehållet i gödsel och grödornas växtnäringsbehov är det angeläget att alla som arbetar inom växtnärings- och växtodlingsområdet vinnlägger sig om att konsekvent använda grundämnesbeteckningarna.

Nedan följer en orientering om problemets tillkomst, utveckling och lösning.

Växtnäringsämnenas kemiska beteckningar och atomvikter

Vi använder gödsel för att förse våra grödor med växtnäring. Gödseln värderas på grundval av sitt växtnäringsinnehåll. Därför bör grödornas växtnäringsbehov och gödselns växtnäringsinnehåll anges på ett klart och lättförståeligt sätt.

Med ett växtnäringsämne menar vi ett grundämne, som växterna behöver för sin normala utveckling. Sammanställningen nedan upptar växtnäringsämnena indelade i sex grupper:

a	b	c
Kol, C, 12	Kväve, N, 14	Kalcium, Ca, 40
Syre, O, 16	Fosfor, P, 31	Magnesium, Mg, 24
Väte, H, 1	Kalium, K, 39	Svavel, S, 32

d	e	f
Mangan, Mn, 55	Järn, Fe, 56	Natrium, Na, 23
Koppar, Cu, 64	Zink, Zn, 65	Kisel, Si, 28
Bor, B, 11	Molybden, Mo, 96	Klor, Cl, 35
	Kobolt, Co, 59	m. fl.

Grupp a innehåller vattnets och koldioxidens beståndsdelar. De tre grundämnena kol, syre och väte är huvudbeståndsdelar i växternas organiska substans. Man gödslar knappast medvetet med dem, men de förekommer ofta i stora mängder i våra gödselmedel.

Grupp b upptar de s.k. huvudnäringsämnena, som alla grödor behöver i stora mängder och som regelbundet behöver tillföras med gödseln.

Grupp c upptar övriga s.k. makronäringsämnen, som alla grödor behöver i stora mängder.

Grupp d innehåller våra mest aktuella mikronäringsämnen.

Grupp e upptar övriga mikronäringsämnen.

Grupp f innehåller ämnen, som ofta upptas i stora mängder men som inte är nödvändiga för alla växter.

Växtnäringsämnenas liksom övriga grundämnens namn är olika på olika språk och ofta ohanterliga och opraktiska i kemiska sammanhang. Kemisterna har därför infört internationella bokstavs-beteckningar på grundämnena. Dessa beteckningar, som har anknytning till grundämnens latinska namn, är också ett slags mängdangivelser i det att de betyder en atom av ämnet i fråga. Syre, som på latin kallas oxygenium, betecknas exempelvis med O. Detta O är tecknet för en atom syre med atomvikten 16. Väteatomen, som betecknas med H (hydrogenium), är 16 gånger lättare än syreatomen och har därmed atomvikten 1. De övriga växtnäringsämnenas kemiska tecken och (till heltal avrundade) atomvikter har medtagits i sammanställningen ovan.

Exempel på procentberäkningar

Bokstavs-beteckningarna är till stor hjälp i det kemiska formelspråket, som användes för att kort och koncist beskriva kemiska föreningar och kemiska reaktioner. Därvid är alltid ett heltal (en eller flera) atomer av de berörda grundämnena inblandade. Detta betyder att den kemiska formeln för de olika kemiska föreningarna direkt anger deras viktsammansättning. Vatten, vars molekyler består av två väteatomer och en syreatom och har den kemiska formeln H_2O , har sålunda molekylvikten $2 \times 1 + 16 = 18$. Av 18 viktsdelar vatten utgöres 2 av väte och 16 av syre. Räknar vi i stället i procent, får vi fram att vattnet till 11 procent består av väte (H) och till 89 procent av syre (O).

Som ett annat exempel tar vi ammoniumsulfat, som har den kemiska formeln $(NH_4)_2SO_4$. Dess molekylvikt blir (jämför atomvikterna i sammanställningen):

$$2 (14 + 4 \times 1) + 32 + 4 \times 16 = 132$$

Av de 132 viktsdelarna består 28 av kväve, 8 av väte, 32 av svavel och 64 av syre. Den procentuella sammansättningen blir:

Kväve, N	21%
Väte, H	6%
Svavel, S	24%
Syre, C	49%

Ammoniumsulfatet är ett kvävegödselmedel och vi känner igen siffran 21 procent som måttet på dess kväveinnehåll.

För kaliumsulfat, K_2SO_4 , får vi molekylvikten:

$$2 \times 39 + 32 + 4 \times 16 = 174$$

Av de 174 viktsdelarna utgöres 78 av kalium, 32 av svavel och 64 av syre.

Den procentuella sammansättningen blir:

Kalium, K	45%
Svavel, S	18%
Syre, O	37%

Kaliumsulfat är också ett gödselmedel. På säckarna med kalium-sulfat står att det innehåller 50 procent K_2O och (med liten stil och mera undanskymt) 41,5 procent K.

För att börja med den finstilta siffran: Gödselmedlet kaliumsulfat är inte kemiskt rent. Det innehåller något kalcium, magnesium och natrium, som gör att K-halten stannar vid 41,5 procent i stället för att nå upp till 45.

De föråldrade oxidbeteckningarna

Siffran 50 procent K_2O har sin särskilda historia. Den anknyter till kemiens barndom, då man menade att salterna var sammansatta av oxider, basiska och sura. Kaliumsulfatet K_2SO_4 skrevs sålunda K_2O , SO_3 , varav K_2O är den basiska oxiden och SO_3 den sura, och man fick sammansättningen 54 procent K_2O och 46 procent SO_3 . Eftersom gödselmedlet inte är rent kaliumsulfat stannar K_2O -värdet vid 50 procent.

På motsvarande sätt behandlade man fosfaterna. Den i superfosfatet ingående, verksamma fosforföreningen, kalciumdivätefosfat, har formeln $Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O$ och den procentuella sammansättningen:

Kalcium, Ca	16%
Väte, H	2%
Fosfor, P	25%
Syre, O	57%

De gamla kemisterna skulle skriva föreningen $CaO, 2H_2O, P_2O_5, H_2O$ och ange den procentuella sammansättningen på följande sätt:

CaO	22%
P_2O_5	57%
H_2O	21%

Vi finner alltså att fosforhalten i föreningen kan anges på två sätt, som grundämnet P och som den sura oxiden P_2O_5 , varvid det senare procenttalet blir 2,3 gånger större än det förra. Men det är fosfor, som är den värdefulla beståndsdelen och den är densamma oavsett beteckningssättet.

Oxidteorien för saltbildningen hör 1800-talet till. Gödselindustrien och även gödselläran har varit konservativa och hållit fast vid de föråldrade oxidbeteckningarna när det gäller växtnäringsämnen fosfor och kalium. Kvävehalten i gödselmedlen har däremot aldrig kommit att anges i oxidform. Våra gödselmedel har endast en beteckning för kvävehalten, nämligen procenttalet för grundämnet N. Angivelsen som rena grundämnen gäller också genomgående för de växtnäringsämnena, som aktualiserats som beståndsdelar i gödseln efter det att oxidteorien övergetts inom kemien. Detta gäller exempelvis magnesium (Mg) och svavel (S) samt mikronäringsämnena mangan (Mn), koppar (Cu) och bor (B) liksom också alla de övriga växtnäringsämnena, som fortfarande mera sällan omnämnes i gödselsammanhang.

Kalciums dubbelroll

En särställning i beteckningsavseende tillkommer kalcium (Ca). Detta ämne har dubbelrollen att vara ett oundgängligt växtnäringsämne samt att ingå i kalkningsmedlen, som är jordförbättringsmedel. När saken gäller växtnäringsämnet kalcium och kalciumhaltiga gödselprodukter utan kalkverkan (exempelvis kalciumdivätefosfatet ovan) finns det lika litet anledning att tala om innehållet av kalciumoxid (CaO) som när det gäller oxiderna av de övriga växtnäringsämnena. Kalciumhalten bör i alla sådana sammanhang anges som halten av grundämnet Ca.

Beträffande kalkningsmedlen ligger saken annorlunda till. Vad som intresserar beträffande dem är deras kalkverkan, d. v. s. deras förmåga att neutralisera syror. Den per viktenhet mest effektiva kalciumföreningen med kalkverkan är kalciumoxid, CaO . Det är just oxiden, som är den värdefulla beståndsdelen. Det är därför riktigt att man för kalkningsmediens del använder CaO som mätare och anger deras kalkeffekt på grundval av hur många viktsenheter CaO , som 100 viktsenheter av ifrågakvarande kalkningsmedel svarar till.

Inkonsekvenser och oklarheter

Inom den moderna gödselläran finns det inte fog för någonting annat än att ange alla växtnäringsämnena som de rena grundämnena.

Situationen är nu den att grundämnesbeteckningarna P och K sakta men säkert vinner spridning men att de i stor utsträckning används parallellt med oxidbeteckningarna P_2O_5 och K_2O . Ofta skriver man P och K men menar P_2O_5 och K_2O , vilket är ägnat att skapa oklarheter och missförstånd. Lika inkonsekvent är det att tala om fosfor- och kaliumgödsel och samtidigt räkna med P_2O_5 och K_2O . De äldre termer, som hör ihop med P_2O_5 och K_2O , är fosforsyregödsel och kaligödsel, varav den förra dock även den är inkonsekvent, eftersom fosforsyra har formeln H_3PO_4 och inte P_2O_5 , vars rätta namn är fosforpentoxid.

Den kanske längst gående inkonsekvensen finner vi i beteckningarna på våra moderna sammansatta gödselmedel, NPK-gödselmedlen. Det betecknas med sifferkombinationer, exempelvis 13 - 10 - 13. Första ledet i sifferkombinationen uttrycker som man bör vänta procenthalten av kväve = N. Andra siffran avser däremot inte procentsiffran fosfor = P, utan i stället halten fosforpentoxid, P_2O_5 . På samma sätt gäller tredje siffran inte halten av kalium = K utan av kaliumoxid = K_2O . Den rätta sifferkombinationen, som står i överensstämmelse med produktens NPK-namn, är 13 - 4,4 - 10,8.

Exemplet riktar uppmärksamheten på en sak, som anses tala för oxidbeteckningarnas bibehållande. Det är att omräkningen till grundämnen resulterar i ojämna siffror, ofta med decimaler, som är svåra att komma ihåg och besvärliga att räkna med vid gödslingsplanering m.m. Anmärkningen kan dock knappast anses vara tungt vägande; visserligen får man ojämna siffror när jämna oxidhalter omräknas till grundämneshalter, men i de flesta fall torde ingenting hindra att gödselmedlens sammansättning justeras, så att jämna eller i varje fall hela procenttal för grundämneshalterna erhålles, t.ex. 9-procentigt superfosfat i stället för det hittillsvarande 8,5-procentiga.

De traditionella växtnäringshalterna

Växtnäringshalterna i våra enkla gödselmedel är knappast bestämda av växtfysiologiska eller markbiologiska förhållanden. Det är traditionens makt och i en del fall kemiska lagbundenheter, som varit de avgörande faktorerna. Traditionen på området är dock snabbt på väg mot sin upplösning genom tillkomsten av ett stort antal nya gödselmedel, i synnerhet sammansatta sådana.

Vad traditionen och likformighetssträvandena betytt på handelsgödselområdet belyses bäst av utvecklingen på kvävesidan. De äldsta kvävegödselmedlen är ammoniumsulfatet med en kvävehalt på 20/21 procent och chilesalpeteren, som tidigare innehöll 15,5 procent kväve (numera 16 procent). Dessa två gödselmedel har använts alltsedan tiden före sekelskiftet. När de nya, på den industriella luftkvävebindningen grundade kvävegödselmedlen kom i marknaden efter sekelskiftet, anslöt man deras kvävehalter till de redan existerande gödselmedlens, ehuru dessa kvävehalter i och för sig inte innebar några fördelar. Kalksalpeteren, som från början var 13-procentig, uppjusterades genom tillsats av ammoniumnitrat till chilesalpeterens gamla procenttal 15,5. Då kalkkammonsalpeteren introducerades i slutet av 1920-talet, blev också den 15,5-procentig (vartill också kom en 20,5-procentig kvalitet).

Under mellankrigstiden blev vår gödselmarknad på detta sätt mycket enhetlig och stabil vad de dominerande gödselmedlens växtnäringshalt beträffade. Kvävegödseln var 15,5-procentig (de 20,5-procentiga gödselmedlen hade endast en mindre del av marknaden), fosforgödseln hade P_2O_5 -halter omkring 20 procent och kalisaltet var 40-procentigt med avseende på halten K_2O . Detta möjliggjorde ett enhetligt beräknings- och doseringssystem för handelsgödseln, som slog igenom i praktiken och inte behövde föranleda några missförstånd. Man lärde sig helt enkelt att dosera i kg eller säckar salpeter, superfosfat och kalisalt.

Övergång till grundämnesberäkning

Under efterkrigstiden har emellertid stabiliteten med avseende på gödselmedlens växtnäringshalt upphört. Kalkammonsalpeteren har bytt kvävehalt flera gånger och är nu 26-procentig. Urea med 46 procent kväve har gjort sitt inträde på gödselmarknaden. Högprocentigare superfosfater har tillkommit. Kalisaltet har först blivit 50-procentigt (K_2O) och är nu 60-procentigt. En hel rad av PK-, NP- och NPK-gödselmedel har tillkommit, vilkas växtnäringshalter inte har någon anknytning till de vedertagna enkla gödselmedlens.

Vi måste först som sist lära oss att beräkna och ange grödornas växtnäringsbehov i form av de rena grundämnena. Det bör exempelvis heta att en spannmålsgrödans totala NPK-behov uppgår till 120 kg kväve (N), 20 kg fosfor (P) och 100 kg kalium (K) per ha. Däremot inte att den behöver 770 kg salpeter, 235 kg super och 240 kg kalisalt och inte heller 46 kg P_2O_5 och 120 kg K_2O . Sedan kan och bör man naturligtvis säga att det erforderliga gödselkvävet under vissa förhållanden bör tillföras som salpeter, under andra som urea o. s. v.

Slutord

Sammanfattningsvis må understrykas att vi behöver enkla och enhetliga beteckningar för grödornas växtnäringsinnehåll och gödslingsbehov liksom för gödselmedlens växtnäringshalter. Det enda riktiga systemet för dessa beteckningar är att använda grundämnesmängderna och grundämneshalterna.

Omräkningsfaktorer

$$1 \text{ kg P} = 2,29 \text{ kg } P_2O_5$$

$$1 \text{ kg } P_2O_5 = 0,44 \text{ kg P}$$

$$1 \text{ kg K} = 1,20 \text{ kg } K_2O$$

$$1 \text{ kg } K_2O = 0,83 \text{ kg K}$$