

Vi får et problem

Verdens ressourcer af fosfat varer ikke evigt. Derfor er der behov for, at vores politiske ledere udarbejder en samlet, langsigtet og koordineret plan, der sikrer fremtiden adgang til phosphatholdige gødninger. Vores børnebørn skal også mættes.

Af Per Eichner* (civilingeniør, tidligere laboratorieforsker for Kemira Danmarks Udviklingslaboratorium) og Erik Larsen (professor emeritus ved Kemisk Institut, Københavns Universitet)

* Per Eichner blev desværre ramt af en alvorlig lungebetændelse og døde den 23. april 2019.

Hvert forår starter en hektisk sæson for vores afgrøder. De skal udnytte solens stråler så effektivt som muligt og derfor tidligt optage store mængder næringsmidler fra jorden. Store høstresultater opnås ved at give for eksempel NPK-gødning, der udmærker sig ved høj og hurtig opløselighed. Resultatet kan vi næsten se ved store daglige tilvækster af kornplanter. N, P og K er jo de kemiske betegnelser for nitrogen, phosphor og kalium. Tre grundstoffer, der sammen med carbon fra kuldioxid opbygger planterne under solens energibidrag.

Problemet ligger i phosphorgødningen, og det vil sige i tilførslen af phosphationer. I NPK-gødning findes phosphor især som salte af dihydrogenphosphationer, $H_2PO_4^-$, der let optages af planterne. Disse ioner har tendens til at danne tungtopløselige salte med de allestedsnærværende calciumioner og derved hindres planterødderne i at optage nok fosfat til den ønskede hurtige vækst. Når der om foråret er virkelig god gang i væksten, fordi alle tre gødningskomponenter, N, P, og K er tilføjet, ja, så når planterne at optage en stor del af de tilførte dihydrogenphosphationer, inden de når at blive udfældet i jorden som tungtopløselige salte. Dermed lægges grundlaget for et godt høstudbytte, der for eksempel er af størrelsesordenen 10 tons hvede/ha svarende til 1 kg pr. kvadratmeter. Udbyttet før vi tog kunstgødning i brug var ca. en tiendedel heraf.

Tilsvarende kan man opnå gode resultater for dyrkning af byg, majs, ris m.fl. Faktisk dyrker vi kun ca. det, der er behov for med Jordens nuværende befolkning. Og befolkningstallet stiger med ret voldsom hastighed, uden det bliver muligt at opdyrke store, nye landområder. Det er derfor et væsentligt og alvorligt problem, at der kan opstå mangel på fosfatgødning i en ikke for fjern fremtid, og at denne mangel på fosfat kan føre til global mangel på fødevarer.

Kilder til fosfatgødning

Den væsentligste kilde til fosfatgødning er de såkaldte råphosphater. Jordens oprindelige bjergmasser havde en meget lav koncentration af phosphor. Ved erosion blev bjerge nedbrudt til grus og sand, hvorfra phosphor blev opløst og endte som phosphationer i hav- og søvand. Fra vandet blev fosfat optaget i planter og dyr, der siden døde og atter frigav phosphationer, og med calciumioner udfældedes calciumphosphat på havbunden, ligesom dyrs skeletter blev lagret. Forskellige mekanismer har været ansvarlige for, at en biologisk oprindelse kunne samle sig til større mængder med højt indhold af calciumphosphater. Geologiske processer har ofte bragt mineralerne dybt ned til høje temperaturer og tryk for



En så tæt bevoksning af bygplanter kræver meget let tilgængelig fosfatgødning for at lykkes.



siden at åbenbares som sedimenter i hævet havbund. Herfra henter vi råphosphater. Disse kommercielle produkter består langt fra af rent calciumphosphat. Der er væsentlige forureninger af sand, calciumcarbonat, calciumfluorid, phosphater af jern, aluminium og magnesium samt af vand og organisk stof. Der er relativt få af denne type forekomster med en vestafrikansk (marokkansk) aflejring som langt den største.

Råphosphaterne er ikke færdige produkter, som man blot ubesværet graver op af jorden. Ofte må der flyttes meget store mængder jord for at nå dem og råphosphaterne må ofte gennem renseprocesser (for eksempel flotation- og tørreprocesser) og formalingsprocesser (knusning og sigtning), før man står med et kommercielt produkt. Jo vanskeligere tilgængelig en forekomst er, og jo flere urenheder der skal fjernes, jo højere bliver disse oparbejdningssomkostninger, og det kan selvfølgelig mærkes på prisen for råphosphat.

For at gøre råphosphaternes fosfatindhold vandopløseligt (og dermed tilgængeligt for planterne) behandler gødningsfabrikanten råphosphatet med syrer som svovlsyre, salpetersyre eller phosphorsyre ved en såkaldt oplukningsproces, der fører til superfosfat, $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$.

Dansk produktion af gødning

Før 1840 kendte man stort set kun til naturlige gødninger baseret på dyrs og menneskers knogler og ekskrementer, og man mente, at disse gødningers vækstforbedrende virkning skyldtes et indhold af organiske bestanddele.

I 1840 viste den tyske kemiker Justus von Liebig imidlertid, at planterne leve af ren uorganisk næring samt sollys.

Danmark fik sin første svovlsyrefabrik allerede i 1833, og i 1851 fremstilledes det første danske superfosfat ved at behandle benmel med svovlsyre. Benmel og guano (ekskrementer fra fugle) blev i starten anvendt som phosphorkilde, men efter "opdagelsen" af forekomsterne af råphosphat blev benmel og guano ret hurtigt erstattet af dette. I 1891 stiftedes firmaet "Dansk Svovlsyre og Superfosfat-Fabrik", og selv om firmaet skiftede navn flere gange (først til Superfos A/S og sluttelig til Kemira, Danmark) var firmaet hovedleverandør af gødninger til det danske marked indtil 2004, hvor firmaets aktiviteter stansede og Danmark mistede sin eneste og sidste gødningsfabrik, som lå i Fredericia.

Firmaet havde i løbet af sin lange historie fremstillet mange gødningstyper som superfosfat, triple-superfosfat, PK-gødninger og NPK-gødninger samt

hjelpeprodukterne svovlsyre, salpetersyre og phosphorsyre.

Reserverne varer ikke evigt

I 1890 var der i Danmark cirka 2.172.000 munde at mætte – i 2019 var dette antal steget til 5.700.000, det vil sige, at befolkningstallet var steget med en faktor på 2,6 over 129 år. Lykkeligvis betød stigninger i markernes udbytte (og andre tiltag), at vi aldrig har oplevet alvorlig mangel på fødevarer, men er det en selvfølge, at denne tilstand vil vare ved?

Man kan gøre forskellige antagelser om omfanget af fosfatforbruget i fremtiden og herefter beregne, hvad antagelserne fører til: Antager vi således, at reserverne er konstante, men at produktionen stiger med to procent hvert år, så vil verdens reserver (eksklusiv Marokko) være opbrugt i løbet af 51 år. Et amerikansk organ har opgjort de senere års forbrug:

Fra 2007 til 2013 steg produktionen fra 156 Gkg/år til 224 G kg/år, hvilket svarer til en stigning på 68 Gkg eller 44,4 procent (med 2007-produktionen som basis). Den gennemsnitlige årlige stigning over syv år var således 6,3 procent (1 Gkg svarer til 1 million ton).

Hvis denne stigning i produktionen forsætter i årene fremover, vil verdens reserver (stadig eksklusiv Marokko) være udtømt om blot 31 år ved uforandrede reserver.

Det er ikke nogen rar tanke, at et enkelt land herefter skal stå som eneste leverandør til verdensmarkedet. Der bliver rift om Marokkos forekomster, og man kan forvente, at prisen på råphosphat vil stige til astronomiske højder til stor skade for flertallet af verdens agerbrugere.

Hertil kommer, at der må ske en voldsom forøgelse af Marokkos produktionskapacitet (til cirka otte gange den

USA Geological Survey opgiver følgende produktionstal for hele verden:

År	Produktion/(Gkg/år)	Ændring/(Gkg/år)	i %
2007	156		
2008	161	5	3,2
2009	158	-3	-1,9
2010	176	18	11,4
2011	191	15	8,5
2012	210	19	9,9
2013	224	14	6,7



NPK-gødning spredes som fint krystalmel i en stor bredde.

nuværende), og der må ske en større udbygning af veje, jernbaner og havne for at klare transportopgaven.

Politisk set er det vel heller ikke hensigtsmæssigt og ønskeligt, at en enkelt person (Marokkos konge) får lov at bestemme over en ressource, som er af afgørende betydning for hele menneskeheden.

Det er selvsagt af største betydning, at de oplysninger, der ligger til grund for Marokkos dominerende rolle, er pålidelige og sandfærdige. US Geological Survey har accepteret oplysningerne, men andre har sat spørgsmålstegn ved, om de er korrekte, idet man antyder, at der er sket en bogholderimæssig overflytning fra ressourcer til reserver. Endvidere antydes, at prospekteringen ikke er så omfattende og detaljeret, som man kunne ønske sig i et spørgsmål af så stor vigtighed. Man burde lade verdenssamfundet udføre (og betale for) en detaljeret prospektering gennemført af et hold internationale geologer i samarbejde med Marokko.

Vi må finde løsninger nu

Det kan måske være vanskeligt at forholde sig til problemer, der først for alvor manifesterer sig i fremtiden, men måske giver det tid til at få verdens nok største problem under kontrol, nemlig befolkningstilvæksten. Det må give stof til eftertanke, at Jordens befolkning vil være vokset fra de nuværende syv milliarder mennesker til ni milliarder omkring 2050. Men at verdens ressourcer af fosfat engang vil være opbrugt, er sikkert, så der er al mulig grund til, at denne generation og de efterfølgende finder veje og metoder til at spare på og genbruge fosfat, så verden ikke engang løber ind i krige om noget så elementært som det daglige brød.

Bortset fra en enkelt lille mine i Finland råder Europa ikke over væsentlige forekomster, men er henvist til import af råphosphater eller phosphatholdige gødninger; men hvad gør vi så, hvis landet kun får adgang til en stærkt begrænset import af phosphatholdige gødninger til tårnhøje priser?

Mindst tre hovedopgaver ligger lige for

1. Metoder til at genvinde og genbruge phosphater fra alle typer phosphatholdigt affald må udvikles og afprøves.
2. Markernes pulje af tungtopløselige phosphater må gøres tilgængelige for planterne. Danske marker er lykkeligvis ikke udpinte, men rummer en pulje på omkring 4 Gkg phosphor opbygget over mere end 100 år. Tilgængeligheden kan næppe øges med simpel kemi, men måske kan problemet klares ved en form for symbiose mellem planter og visse mikrober, således at mikroberne oplukker fosfatet – formodentlig ved udskillelse af organiske syrer – og dermed gør fosfatet tilgængeligt for planterne. Måske kan mikrober "trænes" til at optage store mængder fosfat over året for så igen at afgive fosfat til planterne i vækstsæsonen. Sådanne problemer er dog særdeles komplekse.
3. Offentligheden må orienteres og gøres fortrolige med de mange tiltag, som bliver nødvendige hen ad vejen, hvis vi skal have et bæredygtigt landbrug.

Formålet med denne artikel er først og fremmest at vække mere interesse for problemet i offentligheden. Vi kan se, at der sker meget internationalt for eksempel gennem den internationale organisation GPRI (Global Phosphorus Research Initiative) og også, at danske landbrugsvidenskabelige institutter har holdt en temadag, hvor fosfatmanglens problemer har været diskuteret i både et globalt og dansk perspektiv.

Litteraturen viser også, at vores landbrugsfaglige og landbrugsvidenskabelige institutter beskæftiger sig indgående med problemer, som har relation til fosfor.

E-mail:

Erik Larsen: erik@chem.ku.dk

Samsung investerer i Infuser

Samsung investerer et tocifret millionbeløb og bliver medejer af den danske cleantech-virksomhed Infuser. Virksomheden har udviklet en banebrydende teknologi, som fjerner alle uønskede stoffer fra luften ved at kopiere naturens egen mekanisme til at nedbryde luftforurening.

Derved får Samsung adgang til en unik og globalt patenteret luftrensningsteknologi baseret på atmosfærens egne rensningsprincipper. Ikke blot kan teknologien rense forurenede luft, den kan også nedbryde forurenende gasser og partikler uden brug af filtre.

Ved at bruge den nye teknologi til alt fra elektronik til biler, fabrikker, ventilationssystemer og kontorbygninger er det muligt at fjerne farlige stoffer fra luften, så der kun er ren luft at indånde i ventilerede miljøer.



Infuser renser forurenede luft uden filtre ved hjælp af atmosfærens egen metode.

Teknologien udspringer af forskning oprindelig udført ved Kemisk Institut på Københavns Universitet og kan for eksempel fjerne og uskadeliggøre kræftfremkaldende restprodukter fra forbrændingsanlæg og antibiotikaresistente bakterier i hospitalsmiljøer.

Samsungs medejerskab repræsenterer samtidig den sydkoreanske industrigigants første investering i en skandinavisk virksomhed.

Infuser bruger atmosfærens egen metode til at gøre luft ren ved at nedbryde partikler med UV-lys uden filter. Konventionelle luftrensningsmetoder bruger filtre, som skal opfange partiklerne og efterfølgende destrueres.

Kilde: Via Ritzau

