

Inledning

Fosfor är nödvändigt för allt liv och för all matproduktion. Nu varnar forskare för att fosforreserverna kan ta slut fortare än vi anar. Men är läget verkligen så allvarligt som vissa forskare säger? Kan vi effektivisera fosforanvändningen? Hur kan vi återvinna fosfor och återföra den till matproduktion? Vad kan jordbruket göra – och vad kan vi göra i städerna?

Fosfor finns bland annat i berg, mark, foder, mineralgödsel, mat, stallgödsel, avloppsvatten, sjöar och hav. Alla de här leden i fosforflödet behandlas i boken.

Fosfor finns också i alla levande varelser. I våra celler har fosfor flera mycket viktiga funktioner, skriver Irene Söderhäll, Uppsala universitet, i bokens första kapitel. Det är ett livsviktigt ämne med risk för brist. Fosforbrist råder redan i marken. Både vi och andra organismer behöver effektivisera vår fosforanvändning. Rötter kan bilda fler och längre rothår, och växter kan bilda fler fosfattransportörer. Själva kan vi förbättra växter så att de kräver mindre gödsel, och vi kan lära oss att förbättra symbiosen mellan svamp och växt så att fosfor tas upp effektivare.

Fosfor i globalt perspektiv

Det är omöjligt att säga hur länge fosfor räcker. Ju högre utvinningskostnad som kan accepteras, desto

större blir fosfortillgångarna, skriver Olle Selinus, Linnéuniversitetet i Kalmar. Fosfor räcker många hundra år med dagens bedömningar av brytvärda reserver och med tanke på dagens konsumtion. Fosforbrist eller att fosfor ”tar slut” är en rent ekonomisk bedömning. Men den växande världsbefolkningen och det faktum att fosforbrytningen domineras av några få länder bör ändå vara en tankeställare. Vi bör snarast effektivisera fosforanvändningen och återvinna fosfor.

Felanvändningen av fosfor inom jordbruk och avfallshantering hotar den globala matproduktionen, skriver Dana Cordell, University of Technology Sydney, och Arno Rosemarin, Stockholm Environment Institute. Tillgången till billig fosfatmalm av hög kvalitet är begränsad. Utifrån enbart befolkningsökningen räcker fosfor 170 år. Om dessutom Afrikas jordbruk utvecklas handlar det om 125 år. Om vi även byter ut 10 procent av den globala energitillförseln mot biobränslen så räcker fosfor bara 50 år. Men siffrorna är osäkra. Det skulle behövas en global fosforkonvention i FN-regi.

Tina-Simone S. Neset, Linköpings universitet, skriver om kopplingar mellan fosforförsörjning och andra hållbarhetsutmaningar. Det gäller att identifiera de kopplingar som ger mest positiva synergier för att kunna prioritera och vidta åtgärder. Vi måste se bortom diskussionen om tidsramar och osäkerhet

i bedömningen av de globala fosfortillgångarna. Oavsett när fosfor svinar är det viktigt att vi redan nu vidtar åtgärder för att effektivisera fosforanvändningen och för att återvinna fosfor ur olika typer av avfall.

Fosfor i mat, mark och vatten

Det finns reserver och teknik som klarar vårt fosforbehov för överskådlig tid, skriver Göte Bertilsson, Greengard AB. Men ekosystemen övergöds av fosfor, och därför måste vi ändå minimera flödena genom samhället. Både produktion och användning av gödselmedel bör effektiviseras, och det är viktigt med kretslopp. Han räknar på fosforekonomin i jordbruket, och berättar hur mineralgödsel tillverkas. Han menar att det finns tekniska metoder att rena bort kadmium ur råfosfat, fast marknaden saknas i dag.

Det är inte bara fosforgödslingen som kan effektiviseras, utan också utfodringen av djuren. Djur släpper ut fosfor i miljön, och det gäller att få flödet genom dem så effektivt som möjligt. Kjell Holtenius på Sveriges lantbruksuniversitet (SLU) beskriver olika sätt att optimera fodergivan för nötkreatur, hästar, grisar och fjäderfä. Utfodringsrekommendationerna för fosfor varierar mycket mellan olika länder och borde kunna utformas bättre.

Många är de markorganismer som konkurrerar och samarbetar om fosfor i marken. Växterna är bara

en av aktörerna. Det saknas mycket kunskap om fosfor i jorden, och växttillgängligheten hos fosfor i vissa gödselmedel är svår att mäta. Är fosfor i avloppsslam mindre värd för växterna än annan fosfor? Frågan debatteras men är inte lätt att svara på, skriver Kersti Linderholm, SLU. Ännu har ingen visat att fosfor i slam i Sverige är mindre värd för odlingen än fosfor i andra gödselmedel.

De naturliga läckagen av fosfor från landekosystem till vatten är små, men tillförseln från land är nödvändig för att uppehålla biologiskt liv i sjöar, vattendrag och hav, skriver Håkan Staaf på Naturvårdsverket. Han ger fakta om fosfors olika källor och fosfors väg till havet. Jordbruket stor för en stor del av den fosfortillförsel till våra hav som beror på människan.

Hur ska lantbrukaren göra för att minska fosforförlusterna i sin produktion? Vad kan han åstadkomma i kedjan från stall till vattendrag? Vad är rimligt att förvänta sig? I Helsingforskommissionens Baltic Sea Action Plan är kraven helt orealistiska, skriver Helena Aronsson och Barbro Ulén på SLU – och efterlyser en mer nyanserad diskussion. Lantbruket kan vidta åtgärder, men det ger inte några riktigt stora minskningar av fosforutsläppen.

Fosfor som läcker från syrefattiga bottnar har en viktig roll i Östersjön där övergödning och syrebrist ökar. Därför försöker forskare hitta tekniska lösningar

för att tillföra syre eller få bort fosfor. Men metoderna faller på ekonomi, genomförbarhet eller miljörisiker. Att tillföra syre är en omöjlig uppgift. Mer saltvatten från Västerhavet skulle ge ännu värre syrebrist. Blandning av yt- och bottenvatten kräver mycket energi. Kemikalietillsats är troligen olagligt. Och det är tveksamt om musslor är kostnadseffektiva, skriver Daniel Conley, Lunds universitet.

Fosfor i kretslopp

Kretsloppet i jordbruket kan förbättras så att fosfor i stallgödseln utnyttjas bättre, skriver Pernilla Tidåker, SLU. Det finns regionala obalanser med överskott i djurtäta områden i skogs- och mellanbygder och underskott i spannmålsproducerande slättbygder. Även om all stallgödsel används på jordbruksmark så kommer inte allt grödan tillgodo om tillförseln överstiger behovet. Ackumuleringen leder till miss-hushållning med ändliga resurser. Ett sätt att tackla problemet är att integrera foder- och djurproduktion bättre, ett annat att separera fosfor ur stallgödsel.

Frågan om fosforåtervinning ur avlopp har debatterats i flera decennier. Ska vi gödsla med avloppsslam av god kvalitet? Eller ska vi bränna slammet och återvinna fosfor ur askan? Ska vi bygga om husens och städernas avloppssystem för källsortering? Vilka lösningar är rimliga i ett hållbart samhälle? Detta handlar resten av boken om. Efter en faktadel om

avloppsrening och slam ger Mogens Henze, Danmarks tekniska universitet, några inledande reflektioner.

Martin Holm och Håkan Staaf skriver om Naturvårdsverkets aktionsplan för återföring av fosfor ur avlopp. Det finns ett etappmål till miljömålet "God bebyggd miljö" som säger att minst 60 procent av fosforföreningarna i avlopp år 2015 ska återföras till produktiv mark, varav minst hälften till åkermark. Hur ska det gå till? Naturvårdsverket ser slam-användning som en möjlighet.

Andra myndigheter är mer negativa än Naturvårdsverket till möjligheten att återföra fosfor till jordbruket genom att använda avloppsslam. Det kan dröja innan avloppsslam är en hållbar fosforkälla, skriver Urban Boije af Gennäs på Kemikalieinspektionen. Vi kan inte förlita oss på att strängare regler och kemikaliekontroll inom en nära framtid ska lösa problemet så att avloppsslam kan återföras till åkermark utan farliga föroreningar. Livsmedelsverket och Jordbruksverket ser inte heller särskilt ljus på slam-användning i jordbruket.

Är avloppsslam något för åkermarken?

I dag används cirka en fjärdedel av Sveriges avloppsslam i jordbruket, så målet om minst 30 procent år 2015 verkar vara möjligt att nå. Peter Balmér, VA-strategi AB, är försiktigt optimistisk. Metallhalterna i slammet sjunker, utom för koppar och zink. Organiska ämnen går att minska genom åtgärder från

samhällets sida, och för smittämnen kommer det nya bestämmelser. Över hälften av det slam som gödslar åkrar i Sverige kommer nu från reningsverk som är certifierade enligt Revaqs regler.

Spårelement i avloppsslam på åkermark är sannolikt ingen kortsiktig fara för hälsa och miljö, skriver Jan Eriksson, SLU. Men långsiktig ackumulation i jorden kan leda till problem. Matjordens halter av vissa ämnen kan öka för snabbt, till exempel av silver om vi fortsätter att helt i onödan använda det för att ta bort lukt från sportkläder. Vårstingen kadmium finns i alla gödselmedel, fast mer i slam än i stallgödsel och dagens svenska handelsgödsel. Innehållet av spårelement varierar i grödorna, men det beror mer på var grödan har växt än på hur den har gödslats. Både slam och fosforgödsel kan behöva renas från kadmium i framtiden.

Organiska föroreningar i slam är ingen akut fara, skriver John Sternbeck, WSP, och stödjer sig på nordiska studier. De ämnen som binds till slam är inte särskilt vattenlösliga och tas upp av växterna i mycket begränsad omfattning. Däremot ökar halten av svårnedbrytbara ämnen i jorden efter lång tids upprepad slamgödsling. Men slammets förorening av jorden måste jämföras med andra metoder att tillföra fosfor, och med Revaq-certifieringens krav på utfasning av farliga ämnen skulle slam användning på åkermark paradoxalt nog kunna bidra till att miljömålet ”Giftfri miljö” uppnås.

Smittämnen i avloppsslam kan bli ett problem. Salmonella, Campylobacter, Giardia och Cryptosporidium – smittämnen kommer från magsjuka personer som spolar iväg flera miljarder organismer per dygn. Att vi har varit förskonade från sjukdomsutbrott på grund av slam är ett tecken på att regelverket fungerar. Men förr eller senare kommer ett utbrott som kan spåras till slam att ske om vi inte gör något för att minska halterna före spridning i miljön. Jakob Ottoson, SLU, välkomnar ett tuffare regelverk.

Varför är det så lätt att acceptera mat producerad med stallgödsel och biogödsel (rötrest från biogasproduktion), och så svårt att acceptera avloppsslam? Avloppsreningsverken har ett certifieringssystem, liksom biogödselanläggningarna. Däremot kan bonden utan vidare sprida stallgödsel utan att fundera på vad den innehåller. Om VA-branschen ska slå in på en mer teknisk väg för utvinning av fosfor från avloppsslam måste vi konsumenter acceptera en högre VA-taxa. Är vi beredda på det och betyder det verkligen någon miljöförbättring, undrar Ola Palm, Institutet för jordbruks- och miljöteknik (JTI).

Energiskog är en etablerad energigröda som måste gödslas. Avloppsslam och avloppsvatten är två alternativ. Men med dem tillförs inte bara växtnäringsämnen till marken, utan också oönskade metaller. Finessen med Salix är att den tar upp mer metaller än man får tillföra med slammet. Energiskogen kan

alltså på sikt rena åkermarken från metaller, skriver Pär Aronsson, SLU.

I Skåne bedrivs sedan 30 år tillbaka unika fältförsök med användning av kommunalt avloppsslam i jordbruket. Försöken visar att markens mullhalt och bördighet ökar av slamgödslingen. I genomsnitt har man fått en skördeökning på cirka 7 procent. Slamtillförseln har inte påverkat växternas upptag av tungmetaller, och markens maskar och mikroorganismer har påverkats positivt, skriver Per-Göran Andersson, Hushållningssällskapet Malmöhus.

EU-länderna producerar mer och mer avloppsslam ju bättre avloppsreningen blir. I England och Frankrike används cirka 70 procent av slammet i jordbruket – och i Nederländerna ingenting. Debatten ser olika ut i olika länder. I England vill ekologiska odlare gödsla med slam. I Nederländerna måste man använda sin djurgödsel. Anders Finnson, Svenskt Vatten, reder ut dagsläge och trender.

Teknik för fosforåtervinning ur avlopp

Henrik Tideström, Sweco Environment AB, beskriver två metoder för fosforåtervinning ur avlopp: struvitutfällning ur vatten från slamavvattning (Ostara) och rening av aska från förbränning av avloppsslam (Ash Dec). Båda ger en löslig och ren fosforprodukt, en fördel jämfört med gödsling med avloppsslam. Men det finns hinder på vägen. För Ash Dec måste det byggas separata förbränningspannor för

slam, och Ostara fungerar bara i reningsverk med biologisk fosforrening. I Sverige används alltid kemisk fällning, helt eller delvis. Därför borde i första hand teknik som Ash Dec ha en framtid i vårt land.

Fyra vägar att återföra fosfor till åkermark diskuteras av Yariv Cohen och Holger Kirchmann. Alla har sina för- och nackdelar. Allt tyder på att aska kommer att vara den huvudsakliga restprodukten från större städer i framtiden. Att utvinna fosfor ur aska från slamförbränning blir ett viktigt steg för att sluta kretsloppet, menar de.

Återför all växtnäring ur avloppet – inte bara fosfor

Kväve och svavel är avloppets viktigaste växtnäringsresurser – inte fosfor, skriver Håkan Jönsson, SLU. Sveriges jordbruk använder 13 gånger så mycket kväve och dubbelt så mycket svavel som fosfor. Och man lägger ungefär nio gånger så mycket pengar på kväve som på fosfor. Dessutom tar de naturresurser som behövs för framställning av handelsgödselns kväve och svavel slut betydligt snabbare än reserven av råfosfat. Men i målet för återföring av växtnäring ur avloppssystem är det bara fosfor som tas upp. Det är olyckligt och leder inte till system som tar vara på avloppets alla resurser, menar Håkan Jönsson.

Det är dags att fasa in källsorterande avlopp i VA-systemet, skriver Elisabeth Kvarnström, Vectura, och Mats Johansson, Ecoloop. Utred källsortering som ett seriöst alternativ vid olika VA-investeringar

och inför sorterande avloppsteknik där det är lämpligt i samma takt som bebyggelsen förnyas. De vill återvinna även annan växtnäring än fosfor. De jämför slam, urin och klosettatten – och drar slutsatsen att det är dags för Sverige att bli världsmästare på ”triplikata” system.

Vi måste skapa en mer hållbar hantering av fosfor dels från staden till jordbruket, dels inom jordbruket. Mycket har gjorts för att bättre ta hand om och återanvända den fosfor som finns i jordbrukssystemet, men det finns alltid mer att göra, säger Sunita Hallgren, Lantbrukarnas Riksförbund. Från övriga samhället måste fosfor tas omhand och återföras till odlingen, men bara om man inte samtidigt förorenar kretsloppet med oönskade ämnen. LRF arbetar på två fronter med frågan: för renare slam och för mer kretsloppsanpassade avloppslösningar.

Systemlösningar och betalningsvilja

Vi bör utveckla systemlösningar som bidrar till att lösa flera problem samtidigt, bland annat återvinning av fosfor. Matavfall, svingödsel och biomassa från sjöar och hav kan bli biogas och biogödsel. Skörd av akvatisk biomassa kan dessutom minska övergödningen. Men lösningarna måste löna sig för de enskilda aktörerna, och de får inte vara beroende av helt ny och dyrbar infrastruktur, skriver Mats Eklund, Linköpings universitet.

Resursbrist, miljöpåverkan eller rent ekonomiska skäl – vilket är motivet för att investera i återvinning av växtnäringsämnen från världens städer? Kalium, svavel och kväve är resursmässigt inget problem för jordbruket. Fosfor är en knappare resurs. Samtidigt går det att skapa ganska täta odlingssystem som inte läcker särskilt mycket fosfor. För den fosfor som ändå måste tillföras jordbruket borde betalningsviljan i framtiden vara så hög att man kan bryta fosfor ur gråberg eller ur biflöden från annan gruvverksamhet, skriver Fredrik Fredrikson, Länsstyrelsen i Västra Götaland.

Sist i boken finns en ordlista med många ord som har att göra med vatten och avlopp.

Birgitta Johansson, redaktör

Birgitta Johansson är vetenskapsjournalist och informatör hos Forskningsrådet Formas.

Lästips

I slutet av boken hittar du alla tidigare utgivna böcker i serien Formas Fokuserar. En av dem har anknytning till fosforfrågan:

- *Jordbruk som håller i längden*, Formas Fokuserar nr 17, Formas 2010.

Tips för undervisning

Inom undervisning finns det behov av att presentera och diskutera olika sätt att se på miljö- och hållbarhetsfrågor. Därför passar Formas Fokuserar bra i undervisningssammanhang. På www.formasfokuserar.se finns tips och material under rubriken "För lärare". Se också sidan 409 i den här boken.