



Växternas möjligheter att lösa viktiga miljöproblem

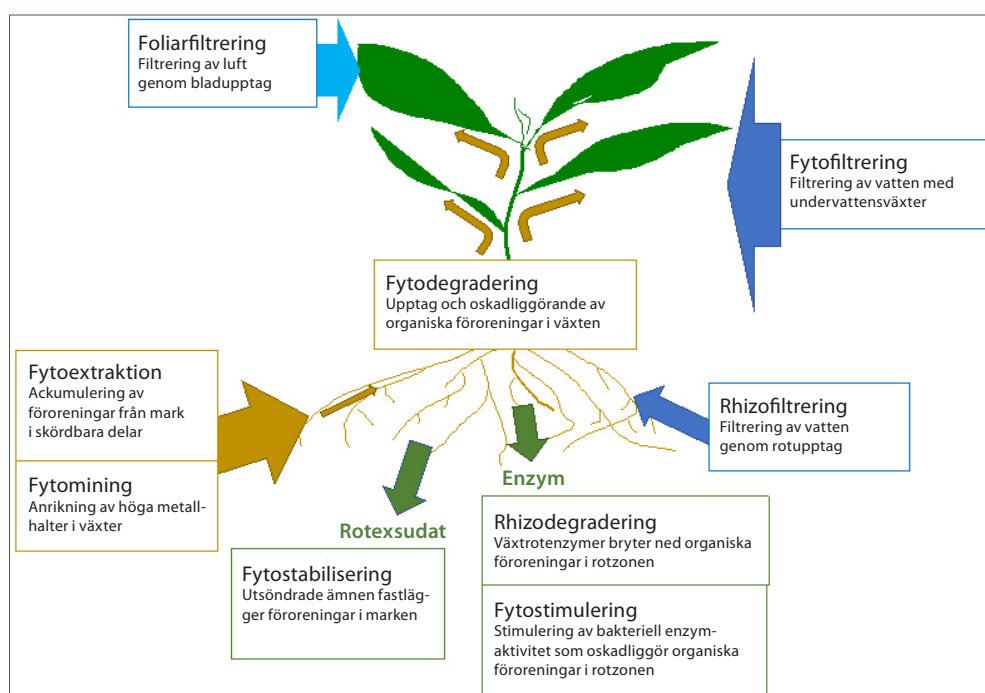
Fytoremediering är ett samlingsnamn för saneringsmetoder av förorenad mark, vatten och luft med hjälp av växter. Växterna tar upp och för bort föroreningar, alternativt bryter ned eller fastlägger dem så att spridning till omgivande vatten och ekosystem minskar. Tekniken används främst för att oskadliggöra miljöfarliga ämnen men också för att anrika värdefulla mineralämnen. Text: ÅKE BRUCE

Under några decennier har det förekommit väsentlig forskning och praktiska tillämpningar inom detta område i Sverige och utomlands. Enskilda projekt har i olika sammanhang uppmärksamats lokalt, men totalt har det specifika forskningsområdet fytoremediering förblivit ganska okänt. Detta ville Stockholms universitet och Linnéuniversitetet i samarbete med KSLA gemensamt råda bot på genom ett webinarium, som ordnades på eftermiddagen den 8 mars 2022. Vid detta tillfälle hade totalt 130 personer anmält sitt deltagande. Påfallande många av dessa arbetade vid olika kommuner runt om i landet. Programmet hade planerats av Åke Bruce, KSLA, i samarbete med Maria Greger, Stockholms universitet, och William Hogland, Linnéuniversitetet i Kalmar.

Maria Greger gav en kort historik och nämnde att termen "fyto­remediering" skapades av Ilya Ruskin i Belarus i början av 1990-talet: "Användning av gröna växter för att avlägsna, fastlägga eller oskadliggöra föroreningar i miljön". Remediering är knappast ett svenskt ord, medan engelskans *remedy* betyder dels läkemedel, dels kan det vara verbet 'avhjälpa'. Forsk-

ningsområdet startade med att man letade efter växter som ackumulerar höga metallhalter från exempelvis gruvavfall – hyperackumulerare – men också för att få bort sprängämnesföroreningar. Maria Greger kom i gång i början av 1990-talet och ordnade drygt tio år senare den första msterskursen i detta ämne.

Man kan urskilja tre huvudområden: Bortförsel, Fastläggning och Nedbrytning.



Remedieringens olika områden. Illustration: Maria Greger.



Salix, vide, är en viktig växt för att rena förorenad mark från tungmetaller och giftiga organiska ämnen. Foto: Ingar Bruce.



*Hyperackumulerande är till exempel backskärvfrö (*Thlaspi caerulescens*) och gråddådra (*Alyssum alyssoides*). Foto: Krzysztof Ziarnik [CC BY-SA 4.0].*

Det visade sig under dagen att det inte alltid föreligger några skarpa gränser mellan dessa tre områden. Även om huvudsyftet kan vara att på olika sätt oskadliggöra oönskade organiska eller oorganiska ämnen i mark eller vatten kan tekniken också användas för att mer eller mindre kommersiellt anrika metalljoner (fytomining) eller näringsämnen. I huvudsak finns problemen i mark och sediment respektive i vatten men också i luften. I det senare fallet gäller det främst inomhusmiljöer där bladväxter kan vara både en prydnad och ha ett nyttigt syfte.

Från växtfysiologisk utgångspunkt är det viktigt att ha i minnet att många processer äger rum i rotzonen, i interaktioner mellan mikroorganismer och exsudat (proteinrik vätska) från rotspetsen i en miljö som utgörs av vatten och jordpartiklar. Mikroorganismer kan i samspel med olika enzymer från växten bryta ned organiska ämnen eller göra dem mera vattenlösliga. Under dagen fick vi exempel på många olika tillämpningar, allt ifrån rena laboratorie- eller växthusstudier till projekt vid olika former av mer eller mindre förorenade områden, exempelvis gammal industrimark eller deponier.

Det är många olika växter som kan vara aktiva, allt ifrån kärlväxter och mossor till alger och mikroorganismer. I det här sammanhanget har vide (*Salix*) en stor betydelse

och många projekt redovisades då man använt sig av denna buske, i huvudsak korgvide.

I en tidig studie fann Maria Greger att det kan föreligga stor skillnad mellan olika kloner. Vid en jämförelse mellan ett femtiotal kloner kunde hon visa att de som var bra på att ta upp kadmium inte nödvändigtvis var bra på att ackumulera koppar eller zink. Liknande skillnader fann man när man jämförde rötter hos ett antal vattenväxter och deras förmåga att binda PFAS i en flytande våtmarksbädd. Det är således viktigt att veta vad det är för växtmaterial man använder.

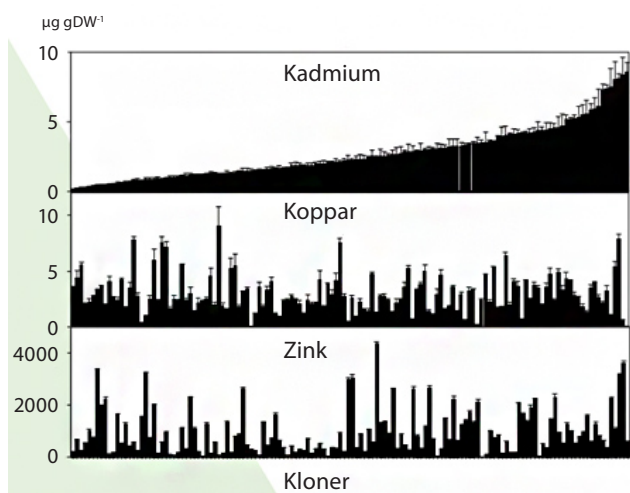
Hur det går till

Bortförelse av främmande ämnen genom fitoextraktion sker i princip via rötterna och sedan stannar de aktuella ämnena kvar i rotmiljön eller transporteras upp i växten. Vissa växter har en stor rotmassa medan andra har en stor bladmassa. Det är också en viktig skillnad mellan hyper- och högackumulerande växter. De förra är som regel inte särskilt storvuxna (exempelvis backskärvfrö eller *Alyssum*) men de har stor förmåga att anrika vissa joner – de har låg biomasseproduktion men hög koncentration i skördade delar. För exempelvis *Salix* gäller i stället en stor produktion av biomassa men inte så hög koncentration i skördade delar. I långa loppet blir ändå *Salix*odlingar mest effektiva.

Under eftermiddagen gavs många exempel på hur man använt fyto Remediering för att oskadliggöra oönskade ämnen i skilda miljöer:

- Kontaminerad industrimark på flera håll i landet (tungmetaller, PCB, PAH, PFAS).
- Gammal skogsplantskola efter användning av olika bekämpningsmedel.
- Gruvavfallsdeponier (tungmetaller, sulfatjoner).
- Kreosotkontaminerad jord (PAH).
- Utfyllnadsområden: rening av jord och lakvatten.
- Krossglaskontaminerad jord vid glasbruk.

Ett angeläget folkhälsoproblem är kadmium i vår föda, och inte minst i vete. Maria Greger kunde visa att *Salix* kan ta upp och binda kadmium i olika jordar. Efter fyra år hade innehållet av denna toxiska tungmetall minskat med ca 25 procent i vete och i odlingsjorden.



Metallupptag i Salixkloner. Illustration: Landberg och Greger (1994).



Stora mängder biomassa, som tång, hamnar på stranden särskilt i övergödda marina ekosystem. Det skulle kunna gå att hitta användning för den i olika sammanhang, något som fyto Remedieringsprojektet arbetar med. Foto: M J Richardson [CC BY-SA 2.0].

Återvinningstekniker

Karin Karlstedt Fedje fokuserar sin forskning mot att utveckla tekniker för att återvinna metaller från förorenade jordar och askor. Målet är att skapa hållbara tekniker för att sanera förorenade material, nyttiggöra värdefulla metaller och bidra till en mer hållbar framtid.

I akvatisk miljö kan upptaget ske i rötterna, rhizofiltrering, eller i hela växten (bålen). Den förra principen har testats och tillämpats i flytande våtmarker, där rötterna når ned i strömmande vatten, eller experimentellt hydroponiska anläggningar. Att vattenlevande mossor kan vara effektiva visades i en studie av arsenikreduktion i ett kontaminerat vattendrag.

William Hogland och medarbetare har byggt upp en testanläggning i Kalmar för att rena den grunda, närbelägna Malmfjärden från främmande ämnen i vatten och botten slam. Bland annat testas olika metoder för att samla upp sedimenten samt att genom lämplig kompostering minska halten av dessa ämnen och få fram näringsrik kompostjord för användning i exempelvis parker. Laura Ferrans studerar hur återvinning av värdefulla ämnen är ett sätt att eliminera dumpning och bidrar till hållbar utvinning av sekundära råvaror och Frank Schmieder studerar hur man kan ta hand om muddermassor och strandvallar från Kalmarsund.



Frank Schmieder vid odlingsbäddar som används för att följa effekterna av olika inblandning av botten sediment, strandvallsmaterial och biokol vid Malmfjärden i Kalmar. Foto: William Hogland.

Stora mängder biomassa (tång och andra växtdelar) hamnar på stranden, särskilt i övergödda marina ekosystem. Projektet omfattar ett brett spektrum av biopolymerer, näringsämnen och funktionella föreningar som man skulle kunna hitta tillämpningar för i mänsklig konsumtion eller för användning till djur/sällskapsdjur som läkemedel, och i andra kemisk-tekniska industrier. Henrik Haller berättade om forskning vid Mittuniversitetet när det gällt att undersöka hur man skulle kunna få bort gifter ur de fibermassor som hopat sig vid de norrländska massafabrikerna.

I Helsingborg har Nordvästra Skånes Renhållnings AB i samarbete med Linnéuniversitetet en anläggning för näringsåtervinning av kväve i Filbornadeponin i nordöstra delen av staden. Om detta berättade projektledaren Angelika Blom. Försöken omfattar både odlingslådor med kontrollerade förhållanden och praktiska erfarenheter på försöksytor, bland annat testning av lämplig maskinpark och val av växter för bland annat biogasproduktion.



Skörd av nässlor på Filbornadeponin i Helsingborg. Foto: Angelika Blom.

Hon informerade också om ett regelbundet utkommande informationsblad inom ramen för BAPR – Baltic Phytoremediation (se nedan).

Många av presentationerna vittnade om komplexiteten vad gäller fytoremediering och detta problem har närmare bearbetats av Paul Drenning i hans forskning om ökad tillgång till ekosystemtjänster genom innovativ och skonsam efterbehandling ”Gentle Remediation Options” (GRO), och med hänsyn till de lokala förutsättningarna.

Avslutningsvis deltog Inga Grinfelde från i Lettland som berättade om *Den europeiska gröna given – ett klimat-neutralt EU senast 2050*. Detta arbete startade 2019 och

omfattar åtta olika delområden. Ett första mål är att 2030 ska EU ha minskat sina utsläpp med minst 55 procent jämfört med 1990. Fytoremediering är ett viktigt verktyg och Inga Grinfelde har en nyckelroll i denna storsatsning.

Under hela eftermiddagen fördes dessutom en separat och stundom intensiv chattdiskussion om bland annat resultaten från olika studier och i en efterföljande kort frågestund nämndes ytterligare tre projekt:

- Bo Gertsson, Lantmännen, om växtförädling av Salix.
- Knut Hansson, Levande jord.
- Mauritz Ramstedt, BioRemed AB och ett projekt i Älvkarleby kommun.

Biologen och författaren Stefan Edman sammanfattade dagen i fem spontana reflektioner

1. Fascinerande naturvetenskap.

De fakta som presenterades om växtrötternas fysiologi och biokemi var helt nya för mig, liksom faktiskt hela begreppet och forskningsområdet ”fyto Remediering”. Denna kunskap fanns inte ens vid horisonten när jag för drygt femtio år sedan studerade botanik inklusive växtfysiologi vid Göteborgs universitet.

Seminarier gav en utmärkt pedagogisk lektion om de tre olika mekanismer som vissa växter erbjuder för att oskadliggöra toxiska eller andra ämnen i mark och vatten: uppsugning i vävnaderna med efterföljande skörd och bortforsling, fastläggning i marken samt nedbrytning. Särskilt intressant var biokemin kring exsudat och enzymer som medverkar till frisättning av metalljoner från jordpartiklar, joner som sedan transporteras in i växten.

Om allt detta vill jag veta mera, och efterlyser populärvetenskapliga texter som läggs ut på nätet.

2. Biologisk metod som kan lösa flera problem samtidigt.

I miljöpolitiken har vi ju i årtionden nästan uteslutande varit hänvisade till alltmer sinnrika tekniska metoder och åtgärder, inte minst för rening av mark, luft och vatten. Den utvecklingen går vidare, nu inte minst med fokus på klimatområdet.

Tekniken har dock ofta bara kunnat erbjuda lösningar på en fråga i taget. Remediering erbjuder en biobaserad metod med möjligheter att åtgärda flera problem samtidigt, i en smart synergi: avgiftning, kolinlagring, bioenergiproduktion, agrara innovationer (växelslag med matproduktion), rikare biologisk mångfald, ökad skönhet, ”trivsel” och hälsa. Jag skulle kunna tänka mig att fytoremediering också är kostnadseffektivare jämfört med en del tekniska metoder.

3. Flera praktiska tillämpningar redan.

Seminarier visade att olika varianter av fytoremediering redan tillämpas i praktisk verksamhet. Särskilt intressant var experimenten med att reducera kadmiumhalten i vetjordar/vetekärnor genom växelslag av spannmål och Salix; här presenterades övertygande mätvärden som visar hur väl metoden fungerar. Exempelen som rörde rening av mark från metallföroreningar vid metallindustri respektive bilverkstad var också lovande, liksom exempel från vattenrening.

Här framgick även vilka arter som är användbara och som ger bäst effekt. Ett utstående problem att lösa – väl så viktigt! – är att finna metoder för att efter skörd av den remedierande vegetationen oskadliggöra de oönskade, ackumulerade molekyler. Såvitt jag förstår återstår här en hel del arbete, både vetenskapligt och praktiskt.

4. Informera politiken – och hitta styrmedel.

Fytoremediering borde kunna utvecklas och implementeras i många sammanhang; våra samhällen söker ju numera i hög grad skonsamma biologiska metoder som imiterar naturens egna processer. För att detta ska kunna påskyndas måste en metod som remediering beskrivas och ”säljas in” till beslutsfattare på olika nivåer i stat, kommun och företag. En annan förutsättning är att finna drivande styrmedel som även gör fytoremediering ekonomiskt intressant. För bägge dessa uppdrag bör KSKA kunna spela en viktig roll.

5. ”Remediering” behöver ett bättre namn.

Remediering är ett begrepp som sannolikt kommer att fortleva i den vetenskapliga kontexten. Men om själva saken ska kunna väcka intresse och engagemang i de grupper i samhället som borde ta metoderna till sig bör ett nytt, mera lättbegripligt och tydliggörande namn hittas.

Seminarier finns dokumenterat här:

<https://www.ksla.se/aktivitet/fyto Remediering-vaxternas-mojligheter-att-losa-viktiga-miljoproblem/>

BAPR – Baltic Phytoremediations informationsblad nr 1-2022:

<https://hassleholm.via-em.com/a/plink/row/v1-t13J3SHcM7S3~qkj0rPgxmBF45gUb8Si4zwxQXpqkYl.html>