

# Gödning av akvarieväxter

Av Christina Ghiasvand  
Version 2005-02-07

Gödning av akvarieväxter .....	1
Rörliga näringsämnen .....	3
Grundnäringsämnen, huvudnäringsämnen och spårämnen .....	4
Vad gör växterna egentligen? .....	5
Näringsbehov och gödning, allmänt .....	5
Gödningsmedel kan vara naturliga (=organiska) eller konstgjorda .....	6
Konstgödning .....	6
Organiska gödningsmedel .....	7
När och hur och hur mycket? .....	7
Vad är kelatering? .....	8
Gödning med metallkelat kontra UV-ljus .....	8
Huvudnäringsämnen; .....	10
Fosfor, P .....	10
Kväve, N <sub>2</sub> .....	11
Några ord om kvävecykeln och ammoniak .....	12
Kalcium, Ca .....	12
Kalium, K .....	12
Magnesium, Mg .....	13
Svavel, S .....	13
Mikronäringsämnen; .....	15
Järn, Fe .....	15
Några kända problem i samband med järngödning .....	16
Överdriven järngödning kan ge järnbrist (!) och fosfatbrist genom fosfatutfällning ...	17
Vad är järnkelat? .....	17
Mangan, Mn .....	17
Zink, Zn .....	17
Koppar, Cu .....	18
Kopparhaltiga mediciner: .....	18
Anriknings- och sedimenteringsproblematik: .....	18
Koppar i vattenledningsvattnet .....	19
Koppar som gödningsämne .....	19
Klor, Cl .....	19
Bor, B .....	19
Molybden, Mb .....	19
Kobolt, Ko .....	19
Fluor (F), Jod (I) och Natrium, Na .....	20
Tumregler .....	20
Vad du behöver .....	20
Några viktiga tumregler – liten checklista .....	21
Överkurs .....	<b>Fel! Bokmärket är inte definierat.</b>
Hur järnet används i växterna .....	<b>Fel! Bokmärket är inte definierat.</b>
Mythen und Legenden .....	<b>Fel! Bokmärket är inte definierat.</b>

## Gödning av akvarieväxter

Gödning av akvarieväxter är ett kapitel för sig – men det viktiga är att veta vad man egentligen vill ha ut av sitt akvarium. Vill man ha enbart gröna växter med massiv tillväxt i ett akvarium där fiskar spelar endast en underordnad roll, eller en levande biotop med både fiskar och växter? Man inreder och sköter givetvis dessa miljöer på olika sätt, precis så som man skiljer på intensivodling i gröna växthus och krukväxten på fönsterblecket.

Här tänker jag inte gå in särskilt djupt på de speciella miljö- och näringskrav som uppstår i ett särskilt växtakvarium, utan mera på de generella frågeställningar som uppkommer även i ett normalt vardagsakvarium. För det mesta börjar man inte bekymra sig över sina växter, förrän man ser att vissa växter inte vill växa till sig eller när alger börjar breda ut sig. Ett vanligt problem i sammanhanget är när vattnet är övergött på näringsämnen, vilket de snabbväxande opportunistiska algerna utnyttjar. Dessa näringsämnen kommer vanligen från torrfoder eller annat foder som getts till fiskarna i för stor mängd. Upptiningsvattnet i frysodret är en underskattad riskfaktor. Sanningen är, att obduktionsprotokoll pekar på att 90% av alla akvariefiskar är övergödda och uppvisar leverförfettnings- och andra fysiska problem. Men det ger även gödning till växterna: de ämnen som ingår i fiskmaten är även sådant som ger näring åt växterna! Så när du får rekommendationen att ge dina växter torrfoder, så är det inget skämt. Men för professionell aquascaping är detta för grovt. Då behövs vissa mikronäringsämnen i ökad grad, samt även kol i form av koldioxid att bygga upp den starkt växande gröna massan. I vardagslag så går det dock mycket väl att klara sig utan detta.

Om vi börjar från början så behöver växterna ljus, vatten, nåt att fästa på eller flyta runt i och näring för tillväxt och fortplantning. I allmänhet är kraven lika för akvarieväxter som för landväxter, eftersom många av dem egentligen är landväxter som klarar att leva i sumpmarker, strandnära zoner eller säsongvis översköljda av vatten. Det rör sig om några hundratal arter som lämpar sig eller åtminstone har varit vanliga i akvariemiljö, därtill tillkommer kanske endast 25-30 arter som verkligen är rena vattenväxter.

Rent generellt kan man säga att vattenväxterna klarar att tillgodose den största delen av sitt näringsbehov via vattnet och att sumpväxterna gärna vill ha litet näring via rötterna. Dessa har ett väl utvecklat rotsystem. Detta är anledningen till att rena vattenväxter ofta istället är relativt finbladiga, exempelvis vattenpest (*Elodea*), *Lagarosiphon*, *Cabomba*, *Hydrilla*, *Myriophyllum*, *Vallisneria* osv. Den större bladytan underlättar näringsupptaget via bladytan. Andra är inte rena vattenväxter, exempelvis *Spatiphyllum* (Fredskalla), *Chlorophytum* (Grönlilja), *Javamossa* (*Vesicularia*), *Svärdsplantor*, *Cryptocoryne*, *Salvia*, de flesta *Aponogetum*arter mm. När det gäller landväxter så har de i allmänhet en ökad beredskap för upptagning av vissa näringsämnen via rötterna eller bladverket, men det är något man sällan behöver bekymra sig om när det gäller akvarieplanteringar. Ovan generella regel räcker ganska långt. Det finns dock några ytterligare saker man får tänka på, mera om dessa i uppställningen sist.

Vattenledningsvattnet innehåller faktiskt tillräckliga mängder av många näringsämnen, för att det skall räcka ganska långt för husbehov. Regelbundna vattenbyten ser till att du får kontinuerlig nytillförsel av dessa. Men vill man ha optimal tillväxt av många sorters växter, så får man dock tillföra både grundnäring, huvudnäring och spårämnen. Många tillverkare av gödningsmedel erbjuder diverse dyrbara lösningar innehållande makro- och mikronäring.

Snabbväxande plantor uppvisar oftast bristsymptom först, men bristsymptom kan även uppkomma på andra plantor. Vanligt är att man ser de första tecknen på dålig tillväxt eller t.om.

missfärgningar en-två månader efter inköp eller nyrinredning. Varför är det så? Det är faktiskt i många fall frågan om icke rena vattenväxter, vars hållbarhet i akvariemiljö inte är längre än några månader. Men de övriga då? Jo, den medhavda matsäcken har tagit slut!

Detta beror på, att när de kommer till dig så är de fulladdade med upplagrade näringsämnen från uppdragningen. Växtodlarna vill naturligtvis att de ser så gröna och fina ut som möjligt, när de kommer ut i handeln. De odlar därför upp sina plantor i ofta emersa (ej helt vatten-dränkta eller helt jordbundna) kulturer, med dataövervakad kontinuerlig gödning i koncentrerad form. När växterna sedan varit utplanterade hemma i din burk ett tag, så har dessa näringsämnen tagit slut. Det är då dags för dig att agera. Tyvärr så finns det inga vettiga tester för hemmabruk för alla upptänkliga näringsämnen som det kan råda brist på i ditt vatten. Testerna kräver färska reagens och är ganska omständliga och därför även för dyra för oss hemmaakvarister att skicka till analyslab. Så vi får hålla oss till några tumregler.

Jag tror att man kommer långt med vissa tumregler. Det finns dock ett antal biologiska förutsättningar, utöver dem som jag tagit med i texten, som inom exempelvis jordbruket måste vara uppfyllda för att en del utav näringsämnena skall kunna upptas utav växterna. Jag går inte in på dessa. Jag tror nämligen inte att det är helt nödvändigt, att man ställer dessa krav på akvarievattnet, för att få växterna att trivas. Ja, kanske möjligen om du gillar växtvärldens motsvarighet till ”mästkalvar”. Exempelvis låga pH eller KH-värden är inte en nödvändighet för att plantorna skall kunna växa till sig. Man får dock gärna se till särskilda krav, som enskilda arter kan ha på miljön: Finbladiga plantor får lätt sina porer tilltäppta av hårt vatten, grovbladiga plantor vill gärna ha ett bottenunderlag som förmår transportera näringsämnena fram till rötterna osv. Några arter kan vara känsliga inför höga koncentrationer av vissa gödningsämnen i vattnet, osv.

Det kan också ha betydelse hur, eller rättare var du tillför näringsämnet ifråga. I botten bör man inte tillföra organiska ämnen (torv, kompostjord eller organiska gödnings<sup>1</sup>), utan uteslutande mineraliska näringsämnen. Du kan istället tillföra dessa via vattnet i form av en flytande lösning. Med denna regel undviker man även svavelväten (som ger upphov till bildandet av svart järnsulfid) som ger dålig lukt och förruttelse i botten. Detta är särskilt viktigt i växtakvarier som saknar organismer (snäckor etc.) som gräver runt i och därmed syresätter botten.

### **Rörliga näringsämnen**

Det är också bra att veta att en del näringsämnen inte tar slut på en gång, växten kan ta från sina äldre delar för att tillgodose behovet i tillväxtzonerna. Dessa ämnen kallas för rörliga näringsämnen. Man upptäcker ofta bristen på dessa, när äldre delar av plantan ruttar, rullar ihop sig eller missfärgas. Likaså kan nytillväxten försvåras eller upphöra, plantorna får svårt att förgrena sig, bilda nya skott eller blad. Hit räknas ofta de näringsämnen som är förknippade med blomning och fruktsättning: Fosfor, Kalium, Kväve, Magnesium, Molybden och Zink. Men när det gäller vattenväxter, även Järn i stor utsträckning.

Övriga ämnen som inte räknas till de rörliga näringsämnena, är lika nödvändiga för att växten skall komma med nya blad och skott. Brist på dessa försvårar nytillväxt och märks därför bäst på nya blad.

---

<sup>1</sup> Organiska gödningsämnen är sådana som innehåller organiska föreningar, alltså kemiska föreningar som innehåller kväve i någon form

## Grundnäringsämnen, huvudnäringsämnen och spårämnen

Framför allt behöver växter essentiella näringsämnen eller grundnäringsämnen. Dessa utgörs utav grundämnena kol, väte och syre. De kallas essentiella eftersom de är helt enkelt livsnöd-vändiga. Dessa ämnen som plantorna drar ur vattnet och luften, bygger upp stommen i alla växter. Det finns ytterligare 14 särskilt viktiga och några ytterligare näringsämnen som växterna måste dra ur jorden. Dessa kallas antingen makro- eller mikro-näringsämnen.

Med makronäring menar man ofta de ämnen som det volymmässigt går åt mycket av och som kallas för huvudnäringsämnen eller makronäringsämnen. Man brukar även dela in dessa i primära och sekundära näringsämnen. Till huvudnäringsämnena räknas kväve, fosfor, kalium, kalcium, magnesium och svavel. Även dessa ingår i växtens uppbyggnad men behövs också för att igångsätta eller leverera energi till biokemiska processer som är involverade i tillväxt och näringstransport. Dessa ämnen kan påvisas i ökad grad i lövverket samt i frön av olika slag (eftersom dessa innehåller en ökad mängd arvsmasseproteiner). Kväve, fosfor och kalium, som även kallas primära element, är vanligt förekommande i växtgödning. Man kan blanda det i jorden men för att stimulera ökning av bladmassan kan man istället spraya plantornas lövverk med dessa näringsämnen. De övriga kallas för sekundära element och tillförs jorden i form av kalksten (kalciumkarbonater, kalciumhydroxider osv. i form av kalk från korallskellett eller benmjöl), eller när det gäller svavlet i form av biprodukter till fosforhaltiga gödningsmedel. Gödning är inte alltid av godo: Exempelvis kväve och svavel existerar för det mesta i form av negativt laddade joner i jordarterna och är därför inte bundna till kolloider i jorden. Som en följd av detta läcker dessa ämnen gärna via vatten som rör sig igenom jorden, särskilt då i sandjord. Kväveläckaget in till grundvattnet är ett av de mera allvarliga miljöproblemen som särskilt drabbar sandiga regioner med konstbevattning.

Eftersom akvariets bottenstrat har ett ”ändligt” innehåll, alltså utgör ett slutet system, kan vi inte lita på att dessa näringsämnen finns i tillräcklig mängd i bottenstratet. Vi kan därför tillsätta dem i form av näringskulor som lägges intill rötterna. Ett alternativ är att köpa de rätt dyra substratblandningar som finns i handeln för detta ändamål. Nackdelen med dessa är att det näringsmässiga innehållet förbrukas – och då får man köpa nytt. Det går också att tillsätta dessa näringsämnen i flytande form, eftersom de ofta är kemiskt kopplade till andra näringsämnen och fungerar bra ihop på så sätt i form av olika lösningar.

Därutöver behöver man även tillföra spårämnen eller mikronäringsämnen som är nödvändiga som katalysator för olika enzymreaktioner. Dessa är bor, järn, klor, kobolt, koppar, mangan, molybden och zink. Tillgängligheten av mikronäringsämnen bestäms utav jordens surhetsgrad och alkalinitet. Dessutom räknar vi även hit fluor, jod och natrium till denna grupp av näringsämnen. I allmänhet tillför vi dessa mikronäringsämnen i flytande form till akvarieväxterna. Det har helt enkelt visat sig mest praktiskt, dels eftersom det rör sig om så små mängder, dels därför att de utmärkt låter sig levereras kemiskt ihopkopplade till någon av de övriga näringsämnena på detta sätt.

Därutöver behövs naturligtvis energi, alltså ljus! Detta får växterna via dagsljuset eller det ljus vi förser dem med. Den tropiska dagen är betydligt kortare än de 10-12 timmar som ofta rekommenderas som akvariebelysning. Trots detta behöver vi ge växterna denna tid eftersom vi inte på konstgjord väg klarar att tillgodose dem med de timmar av IR- och UV-ljus och andra däremellan liggande, för oss människor ”osynligt” ljus, som finns i tropikernas skymning och gryning.

## Vad gör växterna egentligen?

De material som gröna växter konsumerar i störst mängd är koldioxid och vatten. Dessa drar de ur luften och marken, alternativt akvarievattnet. Med hjälp utav solenergi och det gröna pigmentet klorofyll bygger växterna om dem till sockerarten glukos via en kemisk process som kallas fotosyntes. Detta glukos omvandlas till stärkelse, cellulosa och andra kolhydrater (ämnen som innehåller kol) som blir till beståndsdelar i plantorna.

Förutom tillverkning av kolhydrater, så måste varje växt kunna producera många olika typer av fetter, proteiner och andra ämnen. Växtplantan måste exempelvis kunna förse sig själv med klorofyll som innehåller kväve och magnesium. Eftersom växten måste ta dessa ämnen (kvävet och magnesiumet) från sin omgivning, måste de adderas till de näringsämnen som plantan behöver.

Resterande näringsämnen drar landväxterna ur jorden i stora kvantiteter eller så tillför vi människor dem i fast form via jorden eller i flytande form via bladverket. Här är det frågan om makronäring som utgörs av ämnen såsom kväve, fosfor, kalium, kalcium, svavel och magnesium. Dessutom så behöver växterna mycket små mängder utav ämnen såsom järn, mangan, zink, koppar, molybden, bor, kisel och klor. De flesta jordar innehåller på naturlig väg tillräckliga mängder för att tillfredsställa vanliga grödors behov av dessa ämnen, men när man vill odla vissa typer av grönsaker eller frukter så måste dessa ämnen tillföras i form av gödningsmedel. Nödvändigheten av extra tillförsel av mikronäringsämnen i normal akvariemiljö är marginell, men i hårt drivna växtakvarier så kan det gå åt en hel del.

## Näringsbehov och gödning, allmänt

De näringsämnen som det volymmässigt konsumeras mest utav är kväve, fosfor och kalium och dessa måste därför ersättas i de största volymerna. Odlare tillför även stora mängder kalk till jorden, mest för att höja surhetsgraden, men även i syfte att tillgodose växternas behov av kalcium som är ett av makronäringsämnena. Kalken drar vattenväxterna istället ur vattnet.

Mängden kväve i jorden är den faktor som utövar störst inflytande på planteringar och på den mängd gröda som kan skördas. Efter skörd av en gröda som konsumerat rikliga mängder kväve, återställde tidigare odlarna detta kväve genom plantering av alfalfa, klöver eller vissa andra närbesläktade växter. Dessa växter, som även kallades legymer, absorberar kvävgas ur luften och omvandlar detta till ämnen som nyttjas till föda eller till nästa kvävekrävande skörd. Då tillvaratas dessa ämnen genom att man låter legymerna ligga kvar i jorden efter att man plöjt ned dem. Detta sätt att ta tillvara kväve på kallas för grön gödsling. I akvariemiljö produceras kvävet via kvävecykeln, därför är kvävebrist ett relativt ovanligt fenomen i vanliga, överbefolkade hobbyakvarier. Dock är det ett av de problem som relativt lätt kan uppstå i växtakvarier, särskilt då man inte gett mer än bara järngödning.

Under rubriken "Tumregler" får du en sammanfattning på vad du kan behöva göda med i ett akvarium som innehåller mycket växter.

## Gödningsmedel kan vara naturliga (=organiska) eller konstgjorda

### Konstgödning

Vi har numera tillgång till snabbverkande konstgjorda gödningsmedel och behöver inte ta till den långsamma grüngödslingen. 1985 använde amerikanska farmare sig utav runt 11 miljoner ton konstgjord kvävegödning per år. Detta var 8 ggr så mycket som år 1950. Hur kunde det komma sig? Det berodde på att efter andra världskrigets slut så behövdes inte längre framställningen utav kväveföreningar till explosiva ämnen. Fabrikerna blev tillgängliga och farmarna upptäckte då att det fanns ett sätt att framställa kvävegödning som var billigt nog för framställning av stora kvantiteter. Farmarna upptäckte då också att det hade en skördemässigt god effekt och öste därför på ännu mer av det billigt framställda gödningsmedlet.

Det vanligast förekommande konstgjort framställda kvävegödningsmedlet är ren ammoniak, förvarat i flytande form under tryck i ståltankar. Dessutom används ammoniumsulfat, diverse nitratföreningar som kallas salpstrar och ammoniumfosfat som alla är fasta former av kvävegödning. Urea (=urinämne) ges också i fast, eller åtminstone koncentrerad form. Detta frigör sitt kväveinnehåll långsamt över en längre tidsperiod.

Med salpstrar menas kvävehaltiga föreningar i form av salter. Dessa salter kallas även nitrater. Nitrater är salpetersyrans salter med natrium, kalium osv. Salpstrar bildas med hjälp utav s.k. salpeterbakterier som lever i symbios med baljväxter och andra legymer men förekommer även i jordarter. Salpstrar kan också framställas på kemisk väg genom att man låter salpetersyra reagera med alkalimetallerna. De vanligaste salpstrarna är ammoniumnitrat (= ammoniumsulfat = salpetersyrad ammoniak) och kalciumnitrat eller kalksalpeter som är ett snabbverkande kvävegödselmedel som används både i trädgårdar och grönsaksland. Andra varianter av salpstrar, är natronsalpeter (=natriumnitrat) och kaliumsalpeter (=kalisalpeter=kaliumnitrat =salpetersyrad kali). Det senare användes förr i svartkrut. På grund av sprängämnesriskerna är salpeter till gödsling aldrig rent utan alltid blandad med kalciumkarbonat. Produktionen av salpstrar har på hundra år gått från att vara en naturligt framställd råvara, till att idag nästan mestadels framställas syntetiskt.

Vanliga fosforgödningsmedel kallas för superfosfater och trippel-superfosfater. De tillverkas genom att man bearbetar fosfathaltiga bergarter med svavelsyra respektive fosforsyra.

Kaliumklorid är den mest vanliga källan till kalium för växtgödning, men för de grödor som tar skada utav klor så tar man till kaliumsulfat och kaliumnitrat istället.

Beteckningen "straight fertilizer" används för många material som förser med endast ett utav de tre huvudnäringsämnena, kväve fosfor eller kalium. "Mixed fertilizers" är sådana som innehåller två eller alla tre utav de tre viktigaste (primära) huvudnäringsämnena. Båda dessa typer kan vara i flytande form, men vanligen är de fasta i form av granulat. Fabrikerna deklarerar varje behållare alltefter halten utav dessa ämnen. Detta uttrycks i form av procenthalten av de tre främsta näringsämnena. Beteckningen 4-16-18-gödning innehåller med andra ord 4% kväve (N), 16% fosforsyra ( $P_2O_5$ ) och 18% kaliumoxid ( $K_2O$ ). Sammansättningen av den gödning som skall ges vid varje tillfälle bestäms utav vilken gröda som odlas och jordens beskaffenhet (vilken fastställs genom provtagning). Detta sker med stor noggrannhet, eftersom kostnaden för varje gödning som ges skall vägas emot skördevinsten. När jag var liten så visade mig min morfar, som hade en handelsträdgård och plantskola i Jämtland, hur han försiktigt

doserade nymodigheten ”Blåkorn” som var ett NPK-gödningsmedel. När han var liten, vid förförre sekelskiftet, så fanns inte denna typ av konstgödning alls. Idag har utvecklingen gått så långt, att vi har möjlighet till kontinuerlig, droppvis dosering i akvariemiljö, med hjälp av utrustning som kan handhas i hemmet och införskaffas till överkomliga priser.

### **Organiska gödningsmedel**

Legymer (se tidigare avsnitt), olika former av djurgödsel, diverse andra avfallsprodukter och komposter var tidigare de enda gödningsmedlen som bönder och trädgårdsmästare använde sig utav. Dessa innehåller förhållandevis låga nivåer av näringsämnen jämfört med konstgödning av samma vikt. Å andra sidan finns det andra anledningar att använda sig utav de naturliga gödningsämnena, de hjälper exempelvis jorden att kvarhålla fukt och att stå emot jorderosion. Dessutom så tror många att frukt och grönt som odlas med organisk gödning är hälsosammare än sådant som odlas med hjälp utav syntetiskt framställda gödningsämnen.

Det viktigaste organiska gödningsmedlet är djurgödsel, som består utav djurens fasta och flytande avfallsämnen i en blandning tillsammans med hö som stammar från djurstallar och hägn. En del utav detta sprids ute på fälten men den största mängden torkas, finfördelas och sprids i mindre trädgårdar eller trädgårdsanläggningar. Andra organiska gödningsmedel är guano, som är sjöfåglars eller fladdermusavföring och rötslam som härrör från de fasta beståndsdelarna i Städernas avloppsrening. Till sist så har vi sådana gödningsämnen som baseras på rester från slakterier eller fiskindustrin. Det finns en hel del sånt som inte duger som människoföda, men som istället får tjänstgöra som gödningsmedel.

### **När och hur och hur mycket?**

Som metod för tillförsel av gödningsämnen kan man välja kontinuerlig tillförsel, vilket plantskolor gärna använder, eller allt ifrån daglig till månadsvis tillförsel. Man får då tänka på vilken dosering man använder. Är man van att ge veckovis, då får man istället ge 1/7 av denna mängd om man vill dosera varje dag. Viktigt att komma ihåg: Dosering sker lämpligen veckovis eller varannan vecka med hela mängden gödningsämnen man vill ge, till hela vattenvolymen i akvariet. Alltså inte bara vattenbytesvolymen! I rena växtakvarier med kraftig tillväxt kan man dessutom behöva öka gödningen med 50% jämfört med ett standard-hobbyakvarium.

Droppfilter, UV-filter, oxydatorer, extremt stark belysning, täta planteringar och därmed förknippad kraftig tillväxt i akvariet kan förorsaka dels ökat behov, dels ökad förlust av vissa näringsämnen. I dessa fall rekommenderas en noggrannare bedömning av vilka näringsämnen som kan behöva tillsättas i ökad grad. Det kan förutom grundgödningen behövas ytterligare förstärkning av gödningsmedel jämfört med ett ”standard-akvarium”. I dessa fall kan man ta till de specialblandningar som finns i handeln eller blanda till själv.

Observera även att gödningsmedel visserligen kan vara nitratfria, men eftersom de innehåller kelatorer, utgör de ändå beaktliga kvävekällor. Det är frågan om flera gram per liter. Det är dock inte så att nyttobakterierna utan vidare klarar av att mineralisera (bearbeta, sönderdela) alla dessa ämnen till fritt kväve, men man bör ändå ha i åtanke, vad det är man egentligen tillför!

## Vad är kelatering?

Nästan utan att vi märkt det, så har många utav våra vardagsproblem nästan helt försvunnit med åren. Ingen saknar ränderna som bildas på badkarskanten eller tvättstället. Kranvattnet är ofta hårt, det är denna kalk som tillsammans med diverse i vattnet lösta salter, förr bildade vattenolösliga kemiska föreningar tillsammans med beståndsdelar i tvålar eller andra badtillsatser. Avlagringarna bestod av salter och tvålämnen som avsatte sig som "smutsränder". Genom användandet av med tiden allt effektivare komplex- och kelatbildande ämnen så förhindras uppkomsten av sådana avlagringar.

Kelatorer eller komplex är beteckningen för en typ av mycket svaga kemiska bindningar mellan olika ämnen. Litet löst uttryckt kan man kalla detta för klumpbildning. Det rör sig inte om några komplexa molekyler, utan det är frågan om att ämnena lagrar sig löst bredvid varandra. Det bildas inte heller några nya ämnen som vid kemiska reaktioner, de ingående ämnena bibehålls, även om några utav deras kemiska egenskaper förändras. Lösligheten i vatten kan t.ex. vara något som påverkas. Somliga recept på exempelvis kosmetika kan vara extremt lättpåverkade av minimala halter av oorganiska salter eller metaller, det är något man försöker undvika med hjälp av tillsatser av kelater. Även i gödningsmedel används kelatering som medel att öka hållbarheten.

Begreppet kelatering används i många olika sammanhang inom industri, kosmetika, livsmedel, medicin och akvaristik. Ibland är den avsedda effekten att oskadliggöra vissa ämnen (exempelvis klorborttagningsmedel) eller tvärt om att göra ämnen stabila och/eller tillgängliga (exempelvis järn- och koppargödning av jordbruks-, trädgårds- eller akvarieväxter). Det finns många olika sådana ämnen.

Kelatorer innehåller kväve och får därför anses som en betydande kvävekälla i akvariet, då växtgödning tillförs. Det rör sig om flera gram per liter.

## Gödning med metallkelat kontra UV-ljus

Rening med UV-ljus/UV-filter hindrar gödning med metaller, eftersom den kvickt sönderdelar kelaterade föreningar. I diverse forskningsprojekt med bakterier och alger ute i havet har man funnit att många processer som har med näringsupptaget att göra förändras, när organismerna utsätts för olika former av ljus. Dessutom så vet man att de relativt lösa förbindelser som kelateringen innebär, lätt påverkas av många olika faktorer. Det satsas stora pengar på forskning kring detta, inte minst inom kosmetika- och hudvårdsindustrin. Man känner ännu inte till exakt hur dessa mekanismer fungerar, men man vet idag att UV-ljus, både naturligt och sådant som förekommer i filter avsedda för akvarier eller dammar, påverkar metallkelaten. UV-ljus påverkar både naturligt förekommande (producerade av ex.vis växter eller vår ansiktshud) och konstgjort tillsatta kelateringar. I akvariegödning förekommer exempelvis koppar- och järngödning i kelaterad form. Den uppmätta järnhalten kan minska till noll inom några timmar eller några få dagar efter att man doserat med järnkelat! Detta är viktigt att känna till, eftersom gödningen i och med detta inte bara blir överksam, utan även kan förorsaka förgiftningar. Kopparförgiftning kan uppstå, inte bara akut utan även med anledning av upplagrat koppar. Svårösliga koppar- och järnutfällningar är vanliga fynd i filtergrums i akvarier exempelvis efter växtgödning eller medicinering med kopparhaltiga preparat. Avlagringar kan även konstateras på diverse inredningsdetaljer och substrat (läs även om järnsulfit under rubriken svavel). UV-rening rekommenderas alltså inte vid samtidig gödning med metallkelat! I varje fall inte, tills att man löst detta problem praktiskt på något sätt.

Om man nu tvunget vill ge kelatbaserad gödning i akvarier som utsätts för UV-ljus får man använda sig utav droppvis eller kontinuerlig dosering, annars är den verkningslös. Det finns dock beskrivet, att då man tillsatt större mängder av torvextrakt till akvarievattnet, har kelateringen varit stabilare inför påverkan av UV-ljus. Det kan vara så att syrorna från torven stabiliserar kelateringen.

För den nyfikne: Ljuset som når jordytan har följande medelsammansättning: Infrarött 43,9%, Synligt ljus 51,8%, UV-A 3,9% och UV-B 0,4%. Det är värden som inte bara akvarister utan även exempelvis kosmetikaindustrin har att ta hänsyn till.

# Huvudnäringssämnen;

## Fosfor, P

Tidigare kunde man skrapa fosfor från tändstickor som fanns i varje hem, numera har vi tack och lov "säkerhetständstickor" utan fosfor. Det heter så, eftersom de inte självantänder eller ger användaren sjukdomar i skellettbenen ... Det var den vita fosfor som användes på detta sätt. Det finns många fler olika fosfortyper. Idag går det mesta utav fosfor till tillverkning utav fosforsyra, bergarter innehållande fosfor mals ned till gödningsprodukter och andra, extremt giftiga fosforkomponenter används till insektsmedel och i kemiska stridsmedel (nervgaser). Fosfor är intressant i form av fosfater, som ingår mycket energirika bindningar med andra ämnen. När dessa bindningar bryts, frigörs energi. Kanske kommer du ihåg de självlysande siffrorna på gamla klockor?

Växter behöver liksom djuren energi till uppbyggnaden av vävnader, utförandet av nödvändiga kemiska processer och andra aktiviteter. Ett exempel på detta är insöndringen av salter från akvarievattnet, både hos fiskar och växter. En speciell molekyl kallad ATP<sup>2</sup> tjänstgör som energileverantör. Den innehåller bland annat aminosyran adenin (som kommer från DNA och RNA som är arvsmasseproteiner), en sockerart (som ingår i RNA) samt tre fosfatgrupper. När det i plantorna upplagrade fosfor frigörs, frigörs stora mängder energi som kommer plantorna tillgodo och det bildas även ADP som innehåller adenin och två fosfatgrupper. Exempel på uppgifter där fosfor agerar som energileverantör är tillverkningen av proteiner och enzymer som är livsnödvändiga för att plantan skall kunna utföra naturliga processer.

I en annan variant av kemiska reaktioner kan fosfat istället kombineras med ADP och bilda ATP. Den så upplagrade fosfor kan då leverera energi till andra energikrävande biokemiska processer.

Fosfor är ett av de rörliga näringsämnen, äldre blad faller i bristsituationer av för tidigt samt blir gula. Brist är dock ovanligt i "normala" välmatade akvarier, eftersom det förekommer i riklig mängd i fiskmat. Brist uppkommer egentligen enbart i rena växtakvarier eftersom nybildningen av växtmassa där går så fort. Fosfor kan försvinna vid användande av s.k. vattenberedningsmedel (kelatorer) och vid överdriven användning av järngödningsmedel! Läs om fosfatut-fällning i avsnittet om järn.

Läs under rubriken kväve, vad som står om fosfat- och kvävebrist! Samtidig brist på fosfat och kväve kan förorsaka bristsymptom på växterna även då det finns tillräckliga mängder av mikronäringssämnen. Fosfatbrist brukar kunna hävas rätt snabbt efter givor av t.ex. ammoniumfosfat, som går att inhandla från jordbruks- eller kemihandeln (kvävegödningsmedel).

Observera att rikliga mängder av fosfat (särskilt i kombination med stor mängd kväve) inte bara främjar alg-tillväxt, dessutom binds mikronäringssämnen av detta! Mikronäringssämnen fälls sedan ut och föreligger därför inte längre i för växterna åtkomlig form. Särskilt kalcium hindras av fosfor, även på cellulär nivå.

---

<sup>2</sup> ATP = förkortning på adenosintrifosfat

## Kväve, N<sub>2</sub>

Kväve hör till de rörliga näringsämnen, bristsymptom är relativt ovanliga i ”normala” överbefolkade hobbyakvarier. Kvävebrist är dock en av de problem som relativt lätt kan uppstå i växtakvarier, särskilt då man inte gett mer än bara järngödning. Problemet kan emellertid faktiskt även uppstå i akvarier där man ger gödning med mikronäringsämnen: Vid ett nitratvärde på <1 mg/l (ppm<sup>3</sup>) och ett samtidigt fosfatvärde på <0,1 mg/l (ppm) kan tillväxten försämrats eller upphöra för många växter med anledning av kvävebristen. Detta trots närvaron av tillräckliga mängder av mikronäringsämnen. Det rekommenderas därför att man i rena växtakvarier ger litet extra kväve, gärna i form av snålt doserat s.k. NPK, Enpekå eller andra allroundgödningsmedel. Vanlig flytande krukväxtgödning ger samma resultat, men får doseras försiktigt. Jag brukar rekommendera palmgödning, som i många praktiska försök har visat sig fungera utmärkt bra i akvaristisk miljö, men detta är svårt att få tag på i Sverige. Man får ofta specialbeställa detta. Ett användbart alternativ är hydrokulturgödning, som även innehåller mikronäringsämnen.

Brist på kväve ger gula blad eller rödaktiga missfärgningar (inte enbart längs ytan, som ”sol-skydd” utan generellt på hela växten). Hela växten kan bli gulgrön men äldre blad kan ljusna mer än yngre skott. På detta sätt så liknar kvävebristen en brist av rörliga näringsämnen: Vid svår brist så dör hela plantan varvid de äldre bladen går åt först. I akvarier där man håller stora mängder fisk (tät population) och matar rikligt uppstår sällan kvävebrist. Brist uppstår i princip bara i rena växtakvarier där kväveåtgången är större. Kvävet finns normalt i form av nitrat NO<sub>3</sub><sup>-</sup> i akvarier med fungerande biologisk filtrering. Observera att om det finns mycket avfallsämnen i akvariet kan den från kvävecykeln resulterande mängden nitrat tillsammans med stora mängder fosfat ge toppentillväxt för alger ---

Vattenväxter kan ta till sig kväve på två sätt: Primärt från ammoniumjoner NH<sub>4</sub><sup>+</sup> (bakteriellt producerat eller från fiskarnas urin) och sekundärt ur nitratjoner (en av slutprodukterna i kvävecykeln). Det senare sker i en reduktionsprocess som kostar växterna mycket energi. Det kan därför vara befogat vid latent kvävebrist, att gödsla på litet med (ytterst små mängder av) ammoniumsalter. Ett sätt att göra detta är genom tillsats av hjorthornsalt från bakhörnan i snabbköpet. Detta innehåller ammoniumkarbonat som lätt kan utnyttjas som kvävekälla utav växterna. Observera, att man bara får tillsätta ammonium i akvarier där pH-värdet ligger under 7, eftersom det annars föreligger risk för bildandet av farligt ammoniak NH<sub>3</sub>! Ett alternativ till hjorthornsaltet är droppvis tillsättande utav utspädd ammoniak-lösning. Det är inte så farligt som det låter, eftersom det finns fritt löst koldioxid i akvariet. I surt akvarievatten bildas ammoniumkarbonat utav den befintliga koldioxiden tillsammans med den tillförda ammoniaken.

Många använder tillsats av ammoniumfosfat från kemi- eller jordbrukshandeln i syfte att tillföra kväve, men jag rekommenderar försiktighet med detta. Man bör endast ge detta vid samtidig fosfatbrist. Övergödning är inte nödvändigt, varken i våra akvarier eller i fria vatten. Och det är ju där som vårt vattenbytesvatten hamnar!

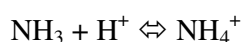
En sak till: Kelatorer är en kvävekälla, även sådana som växterna själva avger för att kunna tillgodogöra sig järnet i vattnet!

---

<sup>3</sup> Här har jag likställt mg/liter med ppm eftersom en liter vatten väger ett kilo. Egentligen motsvarar måttenheten ppm dock mg/kg.

## Några ord om kvävecykeln och ammoniak

I ett akvarium pågår hela tiden nedbrytning av avfallsprodukter från fiskar och växter. Väte frigörs genom nitrifikationsprocessen och kan inte tas omhand utan hamnar i vattnet som fria vätejoner. Detta medför ett lågt och alltmer sjunkande pH-värde. Därmed finns det ett upplagrat förråd av ammonium och andra restprodukter i vattnet som "frigörs" vid ett vattenbyte. Då blir det farligt: Anledningen är att pH ökar efter vattenbytet jämfört med före. Det finns inte längre något överskott av vätejoner att ta utav för de upplagrade nedbrytningsprocesserna, istället används det kemiskt bundna vätet. Ammoniumjonerna ( $\text{NH}_4^+$ ) släpper ifrån sig en vätejon och då har vi vips den betydligt farligare ammoniakmolekylen ( $\text{NH}_3$ )! I nedanstående formel oxiderar ammoniak till ammonium och vice versa i en pH-beroende jämviktsreaktion. Dödliga doser ammoniak kan förekomma vid pH-värden över 7,5 men kan däremot inte bildas alls vid pH under 6. Man bör därför hålla sig vid ett pH-värde under 7 i rena växtakvarier där man tillsätter olika former av gödningsämnen (se även under avsnittet om kväve).



## Kalcium, Ca

Bristsymptom märks först på nyare blad och växtdelar. Skotten dör eller skadas. De blir bräckliga pga att vissa delar försvagas men de angrips även gärna av akvarieinnevävar. Bladkanter gulnar. Skott avstannar i tillväxten eller blir förvrängda, korta, böjda eller skålade (Vallisneriablad kan skrynkla sig i veckformationer). Det är nog det mest uttalade symptomet vid både lätt och svår kalciumbrist. Tillväxtzonerna dör eller skadas. Dessutom gulnar bladkanter på nybildade skott, men även vita stråk kan upptäckas. Rötter blir vridna och/eller avkortade och knubbiga. Rotspetsar kan dö eftersom tillväxtzonen är skadad. Unga plantor eller skott är därför känsligare för kalciumbrist än etablerade plantor med bra rotsystem.

Enligt Hjortgatans kan riktigt extrem kalciumbrist på ex.vis Svärdsplantor ge sig tillkänna med näranog helvita unga bladskott. Hjortgatans uppger också att nyplanterade plantor snabbt kan uppvisa bristsymptom; växande toppar blir vita och faller av inom 4 dagar vid svår brist. Blad och rotskott dör.

För mycket kalcium i vattnet är inte bra för finbladiga vattenväxter eftersom hårt vatten täpper till porerna. Dessutom hämmar det järnupptaget, både p.g.a. detta och på cellulär nivå. Upptaget av kalcium kan å sin sidan hämmas av fosfor.

## Kalium, K

Fritt kalium kan försvinna ur vattnet vid användande av s.k. vattenberedningsmedel och dessutom tas det ofta bort vid reningsprocesser i vattenreningsverken. Kranvatten uppvisar därför ofta brist på detta ämne. Kaliumbrist är något som kan förekomma på konstgjort bevattnade, hårt drivna trädgårdsanläggningar eller på plantor som växer i jordar fattiga på kalium. Ibland förekommer kaliumbrist tillsammans med brist på fosfor. Även växterna i ett växtakvarium kan ibland uppvisa tecken på kaliumbrist. Tecken på detta syns både på de nya och äldre delarna av plantorna, eftersom det är ett av de rörliga näringsämnena. Brist ger upphov till hål på bladen, särskilt på de äldre. Hålen kan börja smått men sedan utvidgas med tiden. Blad eller delar av blad gulnar och ruttnar sedan längs kanter och toppar. Gamla blad kan fortfarande vara gröna, men uppvisa ökande gula fläckar och ruttnande områden. Även

bladnerverna kan gulna. Tynande toppar eller rent generellt långsam tillväxt. Nyttillväxten är i förminskad storlek (bladen blir för små).

## Magnesium, Mg

Brist på magnesium ger gula och rödaktiga fläckar på bladen. Märks först på äldre blad som ruttar från kanterna och inåt. Magnesium är ett av de rörliga näringsämnena där bristen märks lättare på rena landväxter, där blomning och fruktsättning har större betydelse. Bristen liknar Kaliumbrist, men framför allt de större bladnerverna är fortfarande gröna.

Magnesium påverkar även fotosyntesen och tillväxten. Bristsymptomen kan misstolkas som enbart järnbrist pga att magnesium har med järnupptagningen att göra.

Mängden fritt magnesium får inte överstiga mängden löst kalcium (Ca) i vattnet.

## Svavel, S

Svavel är ett viktigt kapitel inom akvaristiken. Det förekommer i form av sulfater i riklig mängd i både flytande och fasta gödningsmedel; Järnsulfat, kopparsulfat, kaliumsulfat, zinksulfat, mangansulfat, nickelsulfat, koboltsulfat och magnesiumsulfat. Vi behöver därför sällan bekymra oss om att vi ger för litet sulfat, när vi tillför någon form av växtnäring till akvarievattnet. Och i allmänhet inte annars heller - svavel förekommer normalt i riklig mängd i ett fiskbefolkat akvarium:

En viktig sak i sammanhanget är nämligen att bakterierna skiftar sig i ett sedimenterat bottenlager (vilket i ogynnsamma fall kan ge upphov till illaluktande svavelväten som fräter på Corydoras-malars känslspröt osv.). Samma process, som gör att det uppstår svavelväten, kan även ge metangas, men det är en annan historia. Där i botten råder faktiskt stora skillnader, på olika nivåer finns aeroba och anaeroba bakterier. Att tänka på här är att det sker en nitrifikation i aerob, syrerik miljö respektive en denitrifikation i anaerob, syrefattig miljö. Denitrifikationen försiggår endast i anaerob miljö i närvaro utav anaeroba bakterier och organiska kolväten (från avföring, födoester m.m.). (Här kortar jag av grovt i kemin) När det i omgivande områden (runtom den anaeroba processen alltså, till exempel i kompakt bottenlager eller längst inuti ett motordrivet filtersubstrat) saknas det för nedbrytningen av organiska kolväten nödvändiga syret (och här är kolfiltrering en särskild farorisk), används istället det i nitratet kemiskt bundna syret. Alltså när det inte finns något tillgängligt fritt, fysikaliskt lösligt syre till förfogande. Detta tillstånd inträffar även när du tränger undan syret i vattnet medelst CO<sub>2</sub>-gödning. Järn och andra salter reduceras. Det bildas svavelväten i bottensedimentet, ett välkänt sådant heter järnsulfid. Det är de brunsvarta kornen som man ofta hittar i bottengruset på litet äldre akvarier.

I de fall, där man kunnat finna mätbara värden av svavelväten i akvarievattnet, har man alltid funnit inlagringar av det svarta järnsulfidet och samtidigt känt svavel-doft när man grävt runt i bottensubstratet. Då har det länge varit dags att storrengöra burken och bottengruset! Giftigheten hänger (precis som för ammoniak) samman med pH-värdet. Vid pH 5 föreligger 99% av svavelvätet som H<sub>2</sub>S och vid pH 9 föreligger 99% som HS. Vid låga pH-värden stiger alltså giftigheten markant!

För att vara extra tydlig: I ett fungerande och rätt skött akvarium ligger inte syreförbrukande, ruttande material på bottenrusset eller flyter omkring lösta i vattnet. Där blir ämnesomsättningsprodukter (ammoniak, aminosyror) omedelbart oxiderade till nitrat. Av detta nitrat bildas det (genom kemisk reduktion i den anaeroba nedbrytningen av organiska ämnen i bottensubstratet) precis så lagom mycket elementärt kväve, som motsvarar det i filtret uppkommande ammoniaken (genom oxidation) = Balans! Det  $\text{CO}_2$  som därvid frigörs i bottensubstratet uppförbrukas av växterna och det harmlösa elementära kvävet drivs ut ur vattnet av genomluftningen. Ergo sum = fina fiskar o fina växter!

Svavel är ett ”reaktionsmedel” som sätter igång många biologiska reaktionsprocesser och har därför en genomgripande verkan på hela tillväxten. Brist på svavel kan likna kvävebrist, bladen på alla delar av växten gulnar och/eller missfärgas. Unga blad gulnar först, sedan gulnar äldre blad. Bristssymptom lättare att se på rena landväxter. Kan som sagt likna kvävebrist, men det gäller att hålla reda på vad som är verkligheten är grundorsaken till symptomen ifråga.

## Mikronäringsämnen;

### Järn, Fe

Enligt en stor tillverkare av akvaristiska produkter, Brustmann, råder det järnbrist i 90 % av alla akvarier! Om vi tittar på strandzonerna i många tropiska (egentligen subtropiska) vattendrag, så flagar dessa formligen av järn. Mätningar från olika biotoper kan därför vara missvisande, eftersom de tas ute i de djupare snabbflytande zonerna. Där kan man t.ex. i floder få ett mätvärde på 0,2-0,6 mg/l totalt järn och ute runt öar få ett mätvärde på en tiondel av detta. Men där växterna växer, där finns järnet sedimenterat i så rikliga mängder, att jorden kan vara rödbrun och formligen flagar av utfällt järn. I dessa strandzoner rör sig vattnet långsammare och växterna exponeras för järn i höga nivåer. Det finns en undersökning gjord av Horst 1986 som visar att vattenväxter i tropiska områden växer i starkt järnhaltiga jordarter. Detta järn måste vara i tvåvärd, alltså icke-oxiderad form, för att kunna utnyttjas av växterna. Man åstadkommer detta genom att kelatera järnet samt hålla järnpreparaten buffrade och i lågt pH. Det finns några ytterligare biologiska förutsättningar som måste vara uppfyllda, för att järnet skall kunna upptas.

Järn är inte bara viktigt för växterna; plantbaserat järn är människans viktigaste järnkälla (Theil et al., 1997)! Järnbrist uppstår därför oftare hos människor som bor i trakter med järnfattig mark än hos andra människor. Speciellt svåra bristtillstånd är kända från trakter där järnet föreligger i sådan form som ej kan upptas av växterna (Emery, 1982 samt Brown och Jolley, 1989). En tredjedel av världens befolkning beräknas ha järnbrist. Svår järnbrist hos människor och växter är påvisbara i kalkhaltiga marker som kännetecknas av högt pH (7-9) och signifikant hög halt av fria karbonater (Gildersleeve och Ocampagh, 1989). Plantorna uppvisar där Kloros (=vit växtfärg) p.g.a. att de inte finner något järn i en form som de klarar att ta upp. Detta åtgärdar man på olika sätt inom jordbruket. Man ger kelaterat järn och olika salter, antingen via bladen eller i jorden. Även andra åtgärder ger samma effekt; man sänker pH-värdet i marken genom tillsats av organiska eller oorganiska syror eller så tar man helt enkelt till andra sorters plantor som klarar att ta upp järnet ändå (Olsen *et al.*, 1987; Chen y Barak, 1982; Emery, 1982). Även i akvariemiljö så kan man applicera motsvarande åtgärder.

Det finns ett flertal faktorer i ett fungerande akvarium som påverkar järnkonzentrationen efter användandet av järngödningsmedel, det rekommenderas därför att regelbundet göra mätningar för att bekräfta järnnivån. Man bör utföra denna mätning någon timme efter doseringen. Det är också fördelaktigt för växterna om de får tillsatsen regelbundet i små doser, gärna droppvis, istället för i större doser och mera sällan. Då järnkonzentrationen i akvariet nått ned till 0,1 - 0,3 mg/l kan det vara dags att efterdosera. Vid varje vattenbyte så efterdoserar du (lämpligen efter en kontrollmätning). Tyvärr så är inte alla mätmetoder optimala – de klarar helt enkelt inte att påvisa allt kelaterat järn som finns i akvarievattnet.

Rekommendationerna beträffande optimal järnkonzentration i akvarievattnet varierar. De flesta tillverkare av järngödningsmedel rekommenderar en järnhalt på 1 mg/l. I praktiken har det dock visat sig att lägre nivåer, kanske ned till 0,5 mg/l kan fungera bra. Jag har sett ogödslade akvarier med uppmätta järnvärden på 0,05-0,1 mg/l (vilket motsvarar havsvatten) som har fungerat någotsånär, men där var växterna på halvfart. Vissa vatten kanske inte ens behöver en extra tillsats, men då riskerar man att särskilt järnkrävande vattenväxter inte växer optimalt. Behovet är olika beroende på utgångsvärdena beträffande ingående näringsämnen i vattnet som används till akvariet. Även regelbundna tillsatser av havssalt kan minska behovet av

efterdosering av järngödningen, saltet innehåller nämligen en hel del mineralier, däribland järn och magnesium (OBS - detta gäller endast för havssalt), vilket behövs för att järnet skall kunna utnyttjas optimalt.

Observera att järnhalter på 1-3 mg/l är akut toxiska (=giftiga) på fiskar och att värden på runt 0,2 mg/l ofta anges som skadliga på lång sikt. Eller rättare sagt: Man kan med dagens kännedom om akvariefiskhållning inte utesluta att skador kan uppstå på lång sikt. Ute i naturen kan det förhålla sig på annat sätt.

Brist på järn ger sig tillkänna hos växterna med gulgröna eller gula blad, gröna nerver i för övrigt gula blad eller att gröna bladnerver omger gulnade områden som även kan bli till små hål. Ofta syns detta först på snabbväxande växter eller på nybildade blad. Äldre och nyare blad blir transparenta och tunnväggiga. Förökning och skottbildning avtar. Vid svår järnbrist är nytillväxten vit (=Järnkloros) och bladnerver kan avteckna sig tydligt i kontrast mot de bleknade mellanrummen. Detta beror på att Clorofyllsynthesen upphör. Järnet behövs för bildandet av många olika Porfyrinföreningar, vilka behövs vid syretransporten, detta är beståndsdelarna i växtens "blodsystem". Vid riktigt svår brist dör slutligen skotten som saknar klorofyll och tillväxten avstannar helt. Syretransporten är helt livsnödvändig för växterna.

(Enligt Hjortgatans >) Hornsärva uppges få till en början skära, sedan vita skott. Vattenpest blir grönaktigt gul eller får blad som växer tätt intill stammen (små, svarta fläckar på bladbaserna, gulaktig stam som ruttar delvis, inga rötter produceras, plantan sprinklad med svarta fläckar, kan repa sig efter tillsats av Fe). Svärdsplantor får bredare stråk med blekare färg än på resten av bladet vid lindrig brist.

### **Några kända problem i samband med järngödning**

När man ger järngödning är det särskilt viktigt att se till, att det finns koldioxid i vattnet. Många vattenverk tillsätter koldioxid, så i många fall räcker det som finns i kranvattnet. Om du har rena växtakvarier, räcker dock inte dessa halter till. Koldioxidbehovet varierar mellan olika växtarter, vilket ofta har att göra med deras geografiska härkomst.

Överdosera inte. Det är känt att vissa akvarieväxter, däribland Ludwigia-arter och Hygrophila-arter kan reagera negativt på höga järndoser. Har du många sådana växter i akvariet är det bäst att ge det mesta järnet via rötterna istället.

Observera att användningen av oxydatorer eller ozonisatorer förstör kelateringen av järnet och även av andra för fiskarna nyttiga ämnen. Använd inte sådana metoder under tiden som du gödslar, de gör att järngödningen inte fungerar. Syret i vattnet ingår förbindelser med det värdefulla tvåvärda järnet, som oxiderar till det värdelösa trevärda. Detta järn faller ut och avsätter sig som bruna slemmiga beläggningar (som består även av andra ämnen) i filtret. UV-filtrering kan göra att den uppmätta järnhalten i vattnet sjunker till noll på några timmar eller dagar.

Närvaron av kadmium (och på cellulär nivå även kalcium) hämmar växternas upptagning av järn, dock behöver man inte ta hänsyn till detta i akvariemiljö, där det närvarande järnet föreligger i kelaterad form. OBS – Brist på magnesium kan leda till järnbrist, även då det finns tillgängligt järn i akvarievattnet.

## Överdriven järgödning kan ge järnbrist (!) och fosfatbrist genom fosfatutfällning

Vid låga eller normala fosfatvärden i akvariet (fosfat kommer bl.a. från foder eller gödning) kan en överdriven järgödning leda till fosfatbrist. Detta uppstår som en följd utav att järnet binds till det befintliga fosfatet och fälls ut i form av järnfosfat.

Järnfosfat är i akvaristiska miljöer näranog olösligt. När fosfatet binds på det här sättet är det inte heller längre tillgängligt som växtnärsämne, vilket kan leda till problem med tillväxten. Det är då frågan om fosfatbristsymptom, men även symptom på järnbrist kan uppstå. Med anledning utav detta kan stora mängder järn befinna sig bundet i filterslammet, i synnerhet vid höga fosfatmängder. Detta kan man undvika genom vattenbyten, vilket sänker fosfathalten i karet. En del av järnfosfatet löser sig igen efter vattenbytena och man får därefter relativt snabbt tillbaka den gamla järnnivån i karet (dock maximalt ungefär 6 mg/l). Detsamma gäller för det likaledes svårösliga kalciumfosfatet, som även det faller ut delvis i hårt vatten. Även ifråga om kalciumfosfatet får man snabbt tillbaka den tidigare fosfathalten efter vattenbyten, alltså man återfår det lösliga fosfatet.

### Vad är järnkelat?

Kelatorer är komplexbildare, de är ämnen som bildar föreningar mellan andra ämnen. Ibland är den avsedda effekten att oskadliggöra och få bort vissa ämnen (exempelvis klorborttagningsmedel) eller tvärt om att göra ämnen stabila och tillgängliga (exempelvis järgödning av jordbruks-, trädgårds- eller akvarieväxter). Det finns många olika sådana ämnen.

Beträffande järgödning förekommer flera vanföreställningar. Bl.a. att kelatorer skulle förhindra oxidation: Detta stämmer inte, men däremot så förhindrar de att det trevärda järnet faller ut i form av olösliga fosfater och hydroxider och därmed försvinner ut i filterslammet och kleggar igen detta. En annan vanföreställning är att kelatorerna måste knäckas upp av bakterier, innan växterna kan uppta det ingående järnet. Växterna klarar faktiskt själva att uppta kompletta järnkomplex, de utsöndrar dessutom alldeles egna kelatorer i syfte att underlätta detta. Några inom akvaristiken vanliga kelatorer är EDTA som används till gödning och mediciner, samt Natrium-thio-fosfat (=fixérsalt) som förekommer i vattenberedningsmedel.

## Mangan, Mn

Ett av de ämnen som medverkar vid syreproduktion och -transport; används vid Fotosyntes-system II. Bristssymptom liknar dem som vid Järnbrist. Växterna ser liksom "Klorblekta" ut (Kloros) p.g.a. bristen på Klorofyll och uppvisar död, gulnad bladvävnad mellan bladnerverna.

## Zink, Zn

Zink hör till de näringsämnen som växten kan ta till från upplagrade områden för att kompensera behovet i tillväxtzonerna. Detta ger i viss mån att äldre delar av plantan gulnar, men även andra delar av plantan kan uppvisa gulnade områden mellan gröna bladnerv. Vid uttalad brist startar detta ofta i toppar och kanter på växten, eftersom klorofyllbildningen är störd i de nyutvecklade bladen (Kloros). Zink är en ko-faktor till enzymer som medverkar vid Alkoholdehydrogenasen och Karbonat-dehydrogenasen.

## Koppar, Cu

Är koppar verkligen något man skall tillföra i ett akvarium? Är det inte skadligt för ryggradslösa djur såsom t.ex. snäckor, kräftor och räkor? I varje fall i akvarier med mycket växter kan man utan vidare tillföra gödningsmedel i mängder på upp till 2 µg/l Cu per vecka. Denna mängd är det minsta man behöver för att inte växterna skall börja uppvisa bristsymptom.

Emellertid finns kopparförgiftningar beskrivna för både akvarieinnevånare och människor. Resultatet motsvarar tungmetallförgiftning och följer även detta mönster vad gäller anrikning i kroppsliga vävnader.

Det är dock skillnad på koppar och koppar: Fritt, icke-komplext koppar har en hundra gånger starkare giftverkan än kelaterat koppar, vars giftighet i jämförelse brukar anges till ca. 1%. Detta har man konstaterat med hjälp av tester på vattenloppor. Dessutom tillkommer det faktum, att fritt koppar i ett inkört akvarium genom nyttobakteriernas inverkan, väldigt snabbt landar i filterslammet respektive upptas i växterna. I den form som det föreligger i gödningsmedel, alltså i form av kelaterat koppar, är det således helt ofarligt i lagom doser.

### **Kopparhaltiga mediciner:**

Malakitgrönt är ett vanligt förekommande samlingsnamn för kopparhaltiga ämnen i fiskmediciner och medicinblandningar. Det förekommer i två former; dels som Kopparoxalat (giftigare) och dels som Kopparklorid (mindre giftigt). Välj därför gärna det senare alternativet om möjligt. Även Kopparsulfat (giftigare än både Kopparoxalat och Kopparklorid) är vanligt i mediciner, detta utfälls (se texten) särskilt lätt på diverse objekt i ett akvarium. Men vem bryr sig om att skrubba rötter och byta bottensand efter en behandling ...?

Detta får en att tänka till, eller hur? Medicinera därför inte utan anledning - och aldrig utan riktig diagnos! Många mediciner, exempelvis Niclosamid eller vissa kopparhaltiga mediciner, är dessutom närmast vattenlösliga och faller ut och avlagrar sig i naturen efter utsläpp.

### **Anriknings- och sedimenteringsproblematik:**

Akvarister bör lämpligen ta till sig att det har funnits kroniska kopparförgiftningar beskrivna: Då har det i flera fall varit frågan om att kopparn fällt ut i bottensediment och andra substrat och anrikats där. Kopparjonerna bildar svårlösliga karbonater och hydroxider. Efter ett antal behandlingar så var problemet ett faktum. Egentligen borde vatten från kar där det medicinerats med kopparhaltiga mediciner behandlas som riskavfall! Detta säger jag på fullaste allvar. Behandla därför gärna i ett mera lättrensat karantänkar - för miljöns och för fiskarnas skull.

Symptom på kopparförgiftning har observerats mera som ett resultat av kumulativ effekt, snarare än en akut förgiftning. Detta är mycket sällsynt. Analyserna som bekräftar att det verkligen rör sig om kopparförgiftning är dessutom väldigt krävande och dyrbara. Symptomen på kopparförgiftning skiljer sig inte nämnvärt från förgiftningar av andra tungmetaller. Därav problematiken. Då är det lättare att dra slutledningar ur bottens beskaffenhet (upprepad, kumulativ medicinering) osv.

## **Koppar i vattenledningsvattnet**

Det kan bli problematiskt, då man i huset har gamla kopparbehållare som tjänstgör som varm-vattenberedare eller när de innehåller värmväxlare tillverkade av koppar. Man har kunnat uppmäta skrämmande höga värden på 2-15 mg/liter vatten! Även kopparrör kan tillfoga vattenledningsvattnet koppar i denna kaliber. Sådana kopparhalter klarar inte ens det bästa vattenberedningsmedel av att neutralisera. Då hjälper det bara att söka sig en annan vattentäkt eller att använda sig utav nattståndet, avhållt vatten.

## **Koppar som gödningsämne**

Brist på koppar ger (till-)växtstörningar hos växterna. Topparna dör och växten förmultnar på kanterna (bladens äldsta delar). Mellan bladnerverna uppstår områden som är tomma (som ett nät eller galler). Stammens topp dör. Koppar ingår i diverse viktiga enzymer: Fenolas, Tyrosinas, Ascorbat-Oxidas, Cytokrom-C-Oxidas osv, vilka kontrollerar flera viktiga processer.

## **Klor, Cl**

Ett av de ämnen som oftast finns i tillräcklig mängd i det tillförda vattenledningavattnet samt i fiskfoder. Bristsymptom på akvarieväxter är ovanligt.

## **Bor, B**

Brist på Bor kan ge döda skott. Problemet består i att bildningen av själva vävnaderna försvåras, växterna blir bräckliga och sköra, stammar går av. Nyttillväxten är förvrängd och mindre i storlek, sidoskott dör. Vid lättare brist kan tillväxtmellanrum avkortas (avståndet mellan nya blad minskas). Man tror att Bor medverkar i bildandet av komplex utav Polyhydroxyföreningar. Symptomen liknar Kalciumbrist. Blad blir korta, tjocka, sköra och bruna. Med tiden dör både blad och rotskott.

## **Molybden, Mb**

Molybden hör till de rörliga näringsämnena. Bladen (ofta de äldre) missfärgas eller avfärgas (Kloros), inga blommor bildas. Brist ger även gulnade områden mellan gröna bladnerv, därefter bruna områden längs bladkanterna. Molybden är en viktig beståndsdel i de enzymer som medverkar i det anorganiska kväve-kretsloppet.

## **Kobolt, Ko**

Betydelsen av Kobolt är inte riktigt utredd, diverse oklara bristsymptom kan förekomma. Ett av de biokemiska uppgifterna är som kofaktor i enzymatiska reaktioner vid symbiotisk bindning (fixering) av molekylärt kväve, samt ingår som beståndsdel i vitamin B 12. Nickelallergier är ofta även allergiska mot Kobolt. Man håller därför just nu på med undersökningar beträffande de involverade biokemiska mekanismerna.

## Fluor (F), Jod (I) och Natrium, Na

Brist kan ge döda skott. Bristsymptom är tydligast på icke rena vattenväxter. Analysmetoderna för att fastställa brist är svåra och dyrbara och i allmänhet inte intressanta för hobbyakvarister. Ofta finns dessa näringsämnen med i gödningsmedel, tillsammans med andra näringsämnen. Exempel: Önskar man tillföra kalium, så ger man detta i form av kaliumjodid, där även jod ingår. Det är då svårt att veta, vad eventuella bristsymptom egentligen berodde på.

## Tumregler

### Vad du behöver

Först behöver du huvudnäringsämnen eller makronäringsämnen. Man brukar även dela in dessa i primära och sekundära näringsämnen. Till huvudnäringsämnena räknas kväve, fosfor, kalium, kalcium, magnesium och svavel. Eftersom akvariets bottensubstrat har ett "ändligt" innehåll, alltså utgör ett slutet system, kan vi inte lita på att dessa näringsämnen finns i tillräcklig mängd i bottensubstratet. Vi kan därför tillsätta dem i form av

- näringskylor som lägges intill rötterna. Sådana näringskylor innehållare förutom stora mängder järn även ofta NPK-gödning, med eller utan mikronäring tillsatt. Kylorna finns i snabbverkande och långtidsverkande (kapslad näring) variant.
- Ett alternativ är att köpa de rätt dyra substratblandningar som finns i handeln för detta ändamål. Nackdelen med dessa är att det näringsmässiga innehållet förbrukas – och då får man köpa nytt.
- Det går också att tillsätta dessa näringsämnen i flytande form, eftersom de ofta är kemiskt kopplade till andra näringsämnen och fungerar bra ihop på så sätt i form av olika lösningar. Vill du dessutom tillföra mer utav mikronäringsämnen får du tillsätta särskilda blandningar med sådana. Alla sådana blandningar är sinsemellan blandbara.

Litet kväve i ytterst små mängder är egentligen bra att ge i alla hobbyakvarier med god växtlighet, gärna som komplement till järngödning. Du kan välja antingen NPK-gödning eller hjorthornsalt från bakhörnan i snabbköpet. Detta innehåller ammoniumkarbonat som lätt kan utnyttjas som kvävekälla utav växterna. Observera, att man bara får tillsätta ammonium i akvarier där pH-värdet ligger under 7, eftersom det annars föreligger risk för bildandet av farligt ammoniak  $\text{NH}_3$ ! Ett alternativ till hjorthornsaltet är droppvis tillsättande utav utspädd ammoniak-lösning.

Därutöver behöver man även tillföra spårämnen eller mikronäringsämnen. Dessa är bor, järn, klor, kobolt, koppar, mangan, molybden och zink. Nödvändigheten av extra tillförsel av mikronäringsämnen i normal akvariemiljö är marginell, men i hårt drivna växtakvarier så kan det gå åt en hel del. Tillgängligheten av mikronäringsämnen bestäms utav jordens surhetsgrad och alkalinitet. Dessutom räknar vi även hit fluor, jod och natrium till denna grupp av näringsämnen.

- I allmänhet tillför vi dessa mikronäringsämnen i flytande form till akvarieväxterna. Det har helt enkelt visat sig mest praktiskt, dels eftersom det rör sig om så små mängder, dels därför att de utmärkt låter sig levereras kemiskt ihopkopplade till någon av de övriga näringsämnena på detta sätt. Makronäringsämnen kan vara med i dessa blandningar, som är sinsemellan blandbara.

Därutöver behövs naturligtvis energi, alltså

- Ljus! 10-12 timmar i obruten följd är det som oftast rekommenderas som akvariebelysning. Man har vid tester funnit, att efter en brytningstid av 20 minuter så påverkas växterna märkbart, efter två timmar har de sagt god natt och de börjar ställa om sig för de mörka timmarna som de tror skall följa. Eftersom näringsupptaget då störs, får sig algerna istället ett skrovsmål. Minst tio timmar i rak följd är därför det bästa sättet att försäkra sig om god tillväxt.
- Använd gärna ljusrör eller andra lampor med för växterna fördelaktigt våglängdsspektrum, alltså färg. Personligen så tror jag ljusspektrat kan vara viktigare än tiden, mängden ljus kan man alltid reglera med antalet lampor eller lysrör. Använder du lysrör med tyngdpunkt på ofördelaktiga färger kan du få en oönskad alg tillväxt som misspyder plantorna och täpper till dem.
- Du får gärna kombinera flera olika sorters lampor och lysrör. Låt dina ögon avgöra i första hand, algerna i andra hand.

## Några viktiga tumregler – liten checklista

Viss akvarieutrustning gör att näringsämnen går åt i högre grad eller tom förstörs.

- Droppfilter, UV-filter, oxydatorer, extremt stark belysning, täta planteringar och därmed förknippad kraftig tillväxt i akvariet kan förorsaka dels ökat behov, dels ökad förlust av vissa näringsämnen. I dessa fall rekommenderas en noggrannare bedöning av vilka näringsämnen som kan behöva tillsättas i ökad grad. Det kan förutom grundgödningen behövas ytterligare förstärkning av gödningsmedel jämfört med ett ”standard-akvarium”. I dessa fall kan man ta till de specialblandningar som finns i handeln eller blanda till själv.

Du kanske ger växtgödning utan att du vet om det?

- De ämnen som ingår i fiskmaten är även sådant som ger näring åt växterna! Till rena växtakvarier behövs dock vissa mikronäringsämnen i ökad grad, samt även kol i form av koldioxid att bygga upp den starkt växande gröna massan. I vardagslag så går det dock mycket väl att klara sig utan detta.

Man brukar i akvariesammanhang kunna säga att rena vattenväxter klarar att tillgodose den största delen av sitt näringsbehov via vattnet och att sumpväxter och landväxter gärna vill ha litet näring via rötterna.

Det kan också ha stor betydelse för hälsan hos akvariefiskarna hur, eller rättare var du tillför näringsämnet ifråga. I botten bör man inte tillföra organiska ämnen (torv, kompostjord eller organiska gödningsmedel), utan uteslutande mineraliska näringsämnen. Du kan istället tillföra dessa via vattnet i form av en flytande lösning.

Rent generellt så kan man säga att näring som levereras i fast form kan vara både i snabbverkande och i långtidsverkande form. Man kan blanda dem i jorden/bottensubstratet och beroende på vad det är dosera först efter 1-2 månader eller ännu längre tid. De flesta flytande lösningar och blandningar är dock snabbverkande och kan inte upplagras. Dessa måste doseras kontinuerligt.

I rena växtakvarier med kraftig tillväxt kan man dessutom behöva öka gödningen med 50% jämfört med ett standard-hobbyakvarium.

Observera att snabbverkande gödningar levererar allt sitt näringsinnehåll på en gång. Detta kan i ogynnsamma fall bädda för att ett stort eller för stort innehåll av gödningsämnen svämmar ut i vattnet och kommer oönskade alger tillgodo, innan växterna hunnit ta till sig dem. Dosera efter behov eller med långtidsverkande gödning.

Vissa näringsämnen bör inte ges vid låga eller höga pH-värden p.g.a. risken för att gifter uppstår eller ackumuleras.

Vissa växter tål inte höga koncentrationer av vissa näringsämnen