



Claes Bohlin

VATTNET – EN VIKTIG PRODUKTIONSFAKTOR

Vatten är en förutsättning för allt liv på jorden. Det är därmed också en nödvändig och ytterst viktig produktionsfaktor vid framställning av skogsplantor. Vattnet fungerar både som en byggsten och aktiv komponent i livsprocesserna i växten men i lika hög grad som ett lösningsmedel och en bärare av andra nyttiga ämnen. Ibland också dessvärre med innehåll av saker vi helst vill slippa ifrån.

I den följande artikeln diskuteras de viktigaste mätbara faktorerna som avgör om ett vatten är lämpligt för plantproduktion eller ej och vad de olika begreppen betyder i praktisk odling. Claes Bohlin som författat artikeln är hortonom på Hasselfors Garden och erfarenheterna är i huvudsak hämtade från odling av grönsaker och prydnadsväxter. En hel del är dock allmängiltigt och bör kunna bidra till en ökad förståelse för vattnet som produktionsfaktor även i skogsplantproduktionen.

Specifik ledningsförmåga, ledningstal (Lt)

Mängden lösta elektrolyter (=salter) avgör vattnets förmåga att leda elektrisk ström. Om man vet att merparten av jonerna kommer från närsalter blir ledningsförmågan ett praktiskt sätt att mäta näringsnivån. Ledningsförmågan talar om det totala innehållet av salter och därmed hur starkt osmotiskt motstånd växten har att kämpa emot för att få sitt vatten. I odlingssammanhang används vanligen begreppet ledningstal. Sorten för detta är definitionsmässigt 0,1 mS/cm. I utländsk litteratur används istället för S (Siemens) sorten Mhos, vilket är liktydigt.

Det är antalet joner som är av betydelse. Eftersom jonerna har olika vikt blir deras påverkan på ledningsförmågan inte direkt korrelerad till deras koncentration i t ex g/l.

Viktigt att komma ihåg är att ämnen som

inte löser sig i jonform (ex.vis urea) inte ger någon påverkan alls på ledningstalet. Doserar man urea som inte blandats med något annat gödselmedel med en ledningstalsstyrd blandare kan följden bli katastrofal! Ledningstalet är starkt temperaturberoende. Det ökar nära 20% om temperaturen höjs från +5° C till +20° C. Detta kan vara värt att beakta om mätinstrumenten inte är temperaturkompenserade. Normalt mäts Lt vid +25° C.

En låg saltkoncentration är givetvis att föredra i ett råvatten för bevattningsändamål. Då kan man tillsätta de salter man önskar och slippa den "osmotiska broms" som ett högt ledningstal i råvattnet automatiskt innebär. För bevattning i skogsplantaskolor kan nog ett råvatten med högre Lt än 0,6 mS/cm anses olämpligt, i och för sig något beroende av vilka ämnen som svarar för ledningstalshöjningen.

pH

Man anger vattnets surhetsgrad eller mängd lösta vätejoner som dess pH. De flesta arter tolererar i och för sig ganska stora pH-skillnader men problemet är i allmänhet att pH-svängningar medför olika löslighet av växt-näring och andra ämnen. Vid låga pH-värden (surt vatten) ökar lösligheten av många tungmetaller (mangan, zink, koppar, järn, aluminium) vilket dels kan leda till ökad upptagning hos växterna, dels till skador på ledningar och bevattningsutrustning, i synnerhet om vattnet dessutom har låg hårdhet (se nedan). I substratet kan tidigare utfällt och växtotillgängligt mangan, järn, aluminium mm gå i lösning och uppträda i växtgiftiga koncentrationer om pH sänks drastiskt.

Höga pH-värden å andra sidan minskar tillgängligheten av fosfor, mangan, järn och bor. Även om åsikterna går isär en del torde pH-värden mellan 4,8 och 5,5 vara att föredra för tall och gran, för flertalet andra växthusodlade växter ligger optimum mellan 5,5 och 6,3. Viktigt är att inte utsätta växterna för alltför stora svängningar enligt ovanstående resonemang.

Alkalitet (alkalinitet)

Alkaliteten är ett mått på vattnets förmåga att buffra en tillsats av syra. Ju högre alkalitet desto stabilare pH-värde. Det är i huvudsak den i vattnet lösta kolsyran som svarar för denna buffertverkan och alkaliteten mäts i mg HCO_3^- /l (bikarbonat). Vid alkalitet under 30 blir vattnet lätt korrosivt och dessutom kan en liten tillsats av sura gödselmedel göra att pH skenar iväg nedåt mycket snabbt. Alkalitet över 100–150 brukar behöva neutraliseras med syra för att pH inte ska ställa in sig alltför högt för odlingsändamål.

I vatten med alltför lågt pH eller alltför svag buffringsförmåga kan man höja pH genom tillsats av kaliumkarbonat, K_2CO_3 , (pottaska) eller magnesiumkarbonat, MgCO_3 .

Totalhårdhet

Mängden kalcium och magnesium tillsammans bestämmer vattnets hårdhet. Mjukt till medelhårt vatten är bäst. Alltför mjukt vatten medför risk för metallutfällningar i bevattningssystem etc. Avhärningsfilter av konventionell typ byter ut Ca^{2+} och Mg^{2+} jonerna mot Na^+ joner och det är i stort

sett lika illa, dessutom läcker de ofta ut klorid vilket kan vara skadligt. Använd därför inte avhärnare. Hårdhet mäts i tyska hårdhetsgrader ($^\circ\text{dH}$).

Tabell 1. Vattnets hårdhet

dH	mg Ca/l	Benämning
2,0	15	Mycket mjukt
2,1–4,9	16–35	Mjukt
5,0–9,8	36–70	Medelhårt
9,9–21,0	71–150	Hårt
21,0–	150	Mycket hårt

Syrgashalt, syreförbrukning, permanganatförbrukning

Tillräckligt med syrgas i rotmiljön är av yttersta vikt för en god rotfunktion. Eftersom rötterna i praktiken alltid är omgivna av en tunn vattenfilm, tas rötternas syre upp ur vatten. Vattnets förmåga att innehålla och transportera syre är dock rätt begränsad. Lösligheten av syre i vatten är också starkt temperaturberoende, se Tabell 2.

Tabell 2. Syrets löslighet i vatten vid full mättnad

Temp	mg O_2 /l
5°	12,7
10°	11,3
15°	10,1
20°	9,1
25°	8,2
30°	7,5

När halten av löst syre understiger 3–4 mg/l kan problem börja uppstå men det finns fler faktorer än själva mängden syrgas som är betydelsefulla, bl a den hastighet varmed syre förbrukas. Diffusionshastigheten för syre är låg i vatten jämfört med luft och det går relativt snabbt att tömma vattnets förråd. Diffusionen i luft är ca 300.000 ggr snabbare än i vatten och det är därför av yttersta vikt vid odling att luftförande porer finns i hela substratet så att syrets väg genom vattnet inte blir för lång.

Syrefattigt vatten mättas snabbt vid luftkontakt. Egna mätningar visar att vatten som hållit mellan 25% och 40% syremättnad vid spridning från vattningsramp i växthus i samtliga fall hållit 100% när det nått plantorna. Hur snabbt syret förbrukas

är beroende av biologisk och kemisk aktivitet i vattnet/substratet.

Självfallet är det intressant att veta om det bevattningsvattnet eller det substrat man använder kommer att bidra till förbrukning av syre och därmed konkurrera med växterna. I traditionella fysikalisk-kemiska vattenanalyser använder man permanganatförbrukning som ett mått på potentiell syreförbrukning. Genom en kemisk oxidation med kaliumpermanganat bryter man ned organiskt material och får därmed en indikation på hur mycket syre som kan förbrukas. Problemet med denna metod är att man inte ser om det är lätt- eller svårnedbrytbara ämnen som oxideras och att oxidationen inte är fullständig. Det kan vara relativt stabila humusämnen som svarar för permanganattalet likaväl som lättnedbrytbara rester av döda alger etc som ger problem ganska snabbt.

Oorganiska ämnen lösta i vattnet

Kväve (N)

Det oorganiska kvävet förekommer som ammonium (NH_4^+), nitrit (NO_2^-) eller nitrat (NO_3^-). I analysammanhang talar man ofta om nitratkväve (NO_3^- -N). Kvävet utgör 23% av nitratjonens vikt. I råvatten överstiger nitratkvävet sällan 10 mg/l, är halten högre är vattnet sannolikt starkt förorenat. För dricksvatten ligger gränsen på max 50 mg/l nitrat (11 mg/l nitratkväve). Ammoniumhalten i råvatten är oftast låg. Ammonium omvandlas via nitrit till nitrat. Omvandlingen sker snabbare om pH är högt, temperaturen hög och syretillgången god. Vid omvandlingen från ammonium till nitrat avspaltas H^+ -joner som sänker substratets pH. Ammoniumgödsling fungerar därför som en pH-regulator men omvandlingen kräver också en hel del syre. Saknas syre kan reaktionen stanna halvvägs och nitrit ansamlas. Redan vid koncentrationer på 0,05–0,1 mg/l NO_2^- kan tillväxthämning spåras på vissa växtslag, över 1,0 mg/l ofta ren giftverkan.

Fosfor (P)

Förekommer i råvatten endast i små mängder. Om mängden rent fosfor överstiger 5 mg/l har man anledning att misstänka att vattnet är förorenat av utsläpp, dräneringsvatten eller liknande.

Kalium (K)

Ligger ofta mellan 3 och 15 mg/l. Någon gång finns det i större koncentration och blir då ett näringstillskott att räkna med.

Kalcium och Magnesium (Ca, Mg)

Kommer från berggrunden och uppträder ofta i förhållandet 3–5 ggr så mycket Ca som Mg. 1 tysk hårdhetsgrad (dH) motsvarar 7,14 mg/l av Ca och/eller Mg.

Svavel(S)

Svavlet utgör 33% av sulfatjonens vikt. Ca:a 50 mg/l av sulfatsvavel är relativt högt men lokalt förekommer värden som är åtskilligt högre. Sulfatet höjer ledningstalet kraftigt och man bör genomvattna substratet så att man undviker att det byggs upp. Ca och sulfat faller ut som gips vilket är svårslösligt. Därför kan man aldrig blanda sulfat- och kalkhaltiga gödselmedel i stamlösningar.

Natrium (Na)

8–20 mg/l är vanliga värden. Natrium brukar finnas ungefär 3–5 ggr så rikligt som kalium.. Natrium kan anrikas och vid halter på 30–45 mg/l och långa kulturer riskerar man att skadliga halter byggs upp. Förekommer rikligare i grundvattnet i de delar av landet som varit täckta av hav efter senaste istiden.

Klorid (Cl)

Klorid är liksom natrium lösligt och har man höga halter i vattnet kan man genomvattna odlingssubstratet rejält för att skölja ur överskott. I långa kulturer där man inte har möjlighet till en ordentlig genomvattning kan man få problem redan vid halter över 30 mg/l. I ett försök tillsammans med Domänverkets plantskola i Hillet, testade vi effekten på gran och tallplantor vid olika nivåer av klorid i vattnet. De olika leden innehöll 0, 50, 100, 150 och 200 mg (Cl^- /l) i bevattningsvattnet. Granen är känsligast och skador i form av intorkade barrspetsar, svag tillväxt och plantdöd kunde noteras i de tre leden med högsta koncentrationer. I tabell 3 nedan framgår att plantornas upptagning av klorid var korrelerad till halten i bevattningsvattnet. Ledningstalet i substratet steg också ganska kraftigt med stigande Cl^- -koncentration. Detta understryker vikten av att vattna med rejält överskott.

Tabell 3. Försök med klorid i bevattningsvatten

Försöksled mg Cl ⁻ /l	Cl ⁻ , % av TS
0	0,18
50	0,27
100	0,41
150	0,80
200	0,84

Järn (Fe)

Föreligger i formerna Fe³⁺ och Fe²⁺. Det trevärdiga järnet är inte upptagbart för växterna. I djupa brunnar med låg syresättning av vattnet är järnet mindre oxiderat (Fe²⁺) men vid luftkontakt fälls det ut (Fe³⁺).

Vid koncentration kring 0,3–0,4 mg/l kan det fällas ut t ex i droppslangar, dysor mm. Över 0,9 mg/l ger fläckar på plantorna och vid halter av 1,5 mg/l ser vattnet gult ut. I gödselmedel är järnet ofta chelatbundet för att det ska vara växttillgängligt och inte fällas ut. Järnet är bättre åtkomligt för växterna vid låga än vid höga Ph-värden. Har man överskott på järn i vattnet kan det fällas kemiskt men ett bättre och säkrare sätt är att syresätta vattnet och därigenom oxidera järnet varefter man filtrerar bort det, oftast i ett sandfilter.

Mangan (Mn)

Beter sig på ungefär samma sätt som järn. Bör i råvatten ligga under 0,5 mg/l, i kommunalt vatten får det inte överstiga 0,1 mg/l. Skadliga effekter vid halter över 2–3 mg/l. Fälls ut som MnO₂ genom luftning (brunsten) och är då svårlösligt.

Bor (B)

Vid en halt i vattnet över 0,2–0,3 mg/l riskerar man att få en anrikning som leder till skadliga mängder i substratet. Fastläggs vid höga pH-värden.

Zink (Zn)

Över 2–4 mg/l uppträder skador, bör ligga runt 0,1–0,2. Ligger zinkvärdena högt kan en ökning av andra mikronäringsämnen vara på sin plats. Det råder en konkurrens mellan dessa när det gäller plantans upptagning. Höga halter kan komma från utfällningar från galvaniserade ledningar mm. Spola därför igenom ordentligt innan vattenprov tas så att det verkligen blir representativt.

Koppar (Cu)

Koppar bör inte överstiga 0,1 mg/l i råvattnet. Skador på växter vid halter över 0,5 mg/l. Liksom för zink gäller att koppar ofta fälls ut ur bevattningsutrustningen.

Molybden (Mo)

Finns i allmänhet endast i mycket små mängder i vattnet. Normalt anser man halter under 0,05 mg/l som ofarliga men flertalet växter tål betydligt mer.

Aluminium (Al)

Aluminiums löslighet varierar starkt med pH. Känsliga växter uppvisar förgiftningssymtom redan vid halter av 0,1 mg/l medan toleranta arter klarar 15 mg eller mer. Våra barrträd torde inte höra till de allra känsligaste eftersom de normalt växer på marker där aluminiums löslighet är relativt stor. Aluminium är ett av de vanligast förekommande grundämnena i marken.

Författare till artikeln är
Claes Bohlin Hasselfors Bruks AB,
690 33 HASSELFORS

Sveriges lantbruksuniversitet, institutionen för skogsproduktion, avd för skogsförnyelse,
770 73 GARPENBERG

Projektledare: Christer Nyström

Ansvarig utgivare: Håkan Hultén

Återgivande endast efter skriftlig överenskommelse ISSN 0280-0012