

# Växtnäringsstyrning



Foto: Johan Ascard

# Växtnäringsstyrning i ekologisk odling i växthus

Text: Birgitta Båth, Inst. för Växtproduktionsekologi, SLU, Uppsala

Avsnittet om regler och "Tips från praktiken": Christina Winter, Jordbruksverket, Uppsala

I växthus hanteras stora mängder växtnäring som omsätts i snabb takt. Eftersom utlakningen av näring samtidigt är liten i växthus kan den höga näringstillförseln leda till höga salthalter, ledningstal, i jorden. Höga ledningstal, obalansen mellan näringsämnen i organiska gödselmedel och höga pH-värden kan i förlängningen medföra obalanser i både jord och gröda. Möjligheten att upprätta en växtföljd för att minska problemen är liten, men jorden i växthus kan delvis eller helt bytas ut om odlingen sker i avgränsade bäddar.

I detta avsnitt finns förklaringar till de obalanser som ofta uppstår och hur man motverkar dem. Avsnittet börjar med en genomgång av de olika växtnäringsämnena, hur de förekommer i marken samt upptag och funktion i växten. Texten kan användas som en uppslagsbok om du vill fördjupa dig inom ett visst område. I de gula rutorna finns tips för hur man kan arbeta med de här frågorna i praktiken.

## Förklaringar till några ord som förekommer i texten

Vid en **enzymatisk reaktion** är enzymets uppgift att underlätta och påskynda reaktionen utan att själv förbrukas.

De olika formerna av ett växtnäringsämne står ofta i jämvikt med varandra. En **jämviktsreaktion** innebär att då form A minskar, t.ex. genom upptag i växten, övergår form B till form A så att jämvikten bibehålls. Var jämviktspunkten mellan de olika formerna av ett näringsämne ligger är starkt pH beroende.

Symptomet **nekros** som ofta uppstår vid näringsbrist innebär att fläckar med död vävnad uppstår på t.ex. bladskivan. Ett annat vanligt symptom vid

näringsbrist är **kloros** som betyder att delar av växten gulnar.

Ett **osmotiskt tryck** uppstår när en vävnad är uppdelad av en delvis genomsläpplig vägg t.ex. ett cellmembran, och vätskan på olika sidor om membranet har olika salthalt. Trycket gör att vatten vandrar, genom **osmos**, genom cellväggen från utrymmet med låg salthalt till utrymmet med hög salthalt.

När en metalljon binds till en organisk molekyl på två eller flera ställen och en ringformad struktur bildas, kallas det **kelat**. Växten kan ta upp vissa näringsämnen i **kelatform**.



Figur 1. I växthus är produktionen stor i förhållande till jordvolymen. Det ställer höga krav på markens och gödselmedlens förmåga att leverera växtnäring. (Foto: Johan Ascard)

# Växtnäring i olika former

## I jorden

En stor del av växtnäringen i jorden är inte direkt upptagbar för växterna. Den är bunden antingen i organiska eller oorganiska föreningar men står genom jämviktsreaktioner i kontakt med markvätskan. Det är i huvudsak växtnäringen som finns löst i markvätskan som växten utnyttjar. Hur mycket näring en jord innehåller och hur mycket av den bundna näringen som frigörs till markvätskan beror på jordart och mullhalt. För växtens näringsupptag är även jordens struktur och dränering viktiga faktorer eftersom rottillväxten underlättas i en jord med god struktur.

## Tillförsel av organiskt material viktigt

Vid tillförsel av organiskt material ökar jordens innehåll av lättomsättbart organiskt material vilket förbättrar jordens struktur på kort sikt. I ett längre perspektiv ökar jordens mullhalt vilket påverkar den långsiktiga, stabila, strukturuppbyggnaden. Organiskt material är också en viktig energi- och näringskälla för mikroorganismer och markdjur. När organiskt material tillförs bryter markorganismerna ner materialet för att komma åt energi och näring. Näring som inte går åt för den egna uppförökningen, frigörs till markvätskan. När mängden markorganismerna ökar, ökar också växtnäringsfrigörelsen från jordens egna lager av organiskt bunden växtnäring.

Genom att utsöndra syror påverkar mikroorganismerna även frigörelsen av kemiskt bundna växtnäringsämnen och vittringen från mineral. Hur fort växtnäring frigörs beror bl.a. på mängden markorganismerna, deras sammansättning och aktivitet som i sin tur styrs av omgivningsfaktorer som pH, syretillgång, temperatur och fuktighet. Dessa faktorer är lättare att styra i växthus jämfört med på friland. De möjligheter som står till buds är bevattning för att skapa en gynnsam fuktighet för växter och mikroliv, tillförsel av strukturhöjande material samt styrning av temperatur och ljusinstrålning.

### Tips från praktiken

#### Förbättra strukturen

Jordens struktur är viktigt för att plantorna ska utveckla ett stort och väl fungerande rotsystem. Åtgärder som bibehåller och förbättrar strukturen är:

- Båddodling
- Tillförsel av organiskt material som torv, halm, vass och kompost

Torv kan tillföras med upp till 3 m<sup>3</sup> per 100 m<sup>2</sup> växthus. Större mängder kan vara svårt att bruka ner och ger en för luftig struktur. Tänk på att organiskt material förbrukas och måste därför ständigt tillföras. Som grundgödsling använder man ofta gödselmedel som tillför mycket organiskt material som fast stallgödsel från nöt, får, häst eller gris.



**Figur 2.** Det är svårt att få en varierad växtföljd i växthus. I detta företag har gurkodlingen flyttat in där tomater tidigare odlades. På den överblivna ytan odlas störbönor. (Foto: Christina Winter)

## I växten

Växten består till största delen av vatten (80–90 %) och kolhydrater som huvudsakligen består av kol, syre och väte. Resten av växten består av mineralämnen (1–2 %). Beroende på i vilken mängd de förekommer, delas de in i makronäringsämnen: kväve, fosfor, kalium, svavel, kalcium och magnesium, och mikronäringsämnen: bor, klor, molybden, koppar, järn, mangan, nickel och zink. Ämnen som inte är nödvändiga (essentiella) för växten men som under vissa förhållanden eller i vissa växter, stimulerar tillväxten, kallas funktionella mineralämnen. Hit hör natrium, kisel, selen och aluminium. Kobolt utgör ett gränsfall då detta ämne är essentiellt för kvävefixerande bakterier och därmed också för växters förmåga att i symbios med dessa bakterier, fixera kväve. Troligen kommer fler grundämnen att räknas som nödvändiga när kunskapen inom detta område ökar.

De flesta mineralämnen ingår i växtens organiska strukturer. Kväve, svavel och fosfor ingår i proteiner och aminosyror medan magnesium och mikronäringsämnen, med undantag för klor, till övervägande del ingår i enzymatiska strukturer. Kalium och eventuellt klor är de enda mineralnäringsämnen som inte ingår i organiska föreningar. De verkar i processer som reglerar det osmotiska trycket i växten, upprätthåller jämvikten mellan positiva och negativa joner och reglerar enzymatiska reaktioner.

**Tabell 1a–b.** Koncentrationen av näringsämnen i växten. För makronäringsämnena anges det koncentrationsintervall inom vilket ämnet förekommer i växten och gränsen för när brist kan uppstå. Observera dock att symptom inte behöver framträda trots att denna gräns överskridits. För mikronäringsämnena anges det intervall inom vilket koncentrationen anses vara tillräcklig för de flesta växter samt gränsen för bristsymptom. (Källor: Bergmann, 1992; Dock-Gustavsson et al., 2004 och Ascard & Rehnstedt, 2003.)

Koncentrationsintervall inom vilket ämnet förekommer i växten						Intervall inom vilket koncentrationen anses vara tillräcklig för de flesta växter				
% av torrsubstanshalten						ppm av torrsubstanshalten (mg/kg)				
N	P	K	Mg	S	Ca	Mn	Fe	B	Cu	Zn
1–5	0,1–0,5	1–6	0,1–0,5	0,1–1,5	0,1–5,0	30–300	70–200	30–100	5–15	30–200
Gräns för när brist kan uppstå						Gräns för bristsymptom				
% av torrsubstanshalten						ppm av torrsubstanshalten (mg/kg)				
N	P	K	Mg	S	Ca	Mn	Fe	B	Cu	Zn
1,5	0,2	2,0	0,2	0,5	0,8	10	40	5	2	10

Tabell 1a–b visar i vilka koncentrationer olika näringsämnen normalt förekommer och vid vilka koncentrationer som brist kan uppstå i växten. Värdena är medeltal över ett stort antal växtslag.

### Transport av näringsämnena

I växtens stam och grenar finns två typer av transportsystem för vatten och näring. I det ena systemet går transporten uppåt och drivs av växtens vattenupptag och avdunstning. Näringstransporten i det andra systemet kan ske både uppåt och neråt och drivs av växtens behov. De flesta näringsämnena transporteras i båda systemen. För många, speciellt mikronäringsämnena, är rörligheten låg, främst på grund av den låga koncentrationen i växten. Detta gör att transporten från äldre till yngre delar av växten blir låg i bristsituationer. Omfördelningen av mikronäringsämnena inom växten sjunker i följande ordning: Mo>Zn>Fe>Cu>B>Mn.

## Makronäringsämnena

### Kväve (N)

#### Förekomst i jorden samt upptag i växten

Kväve förekommer i olika former i marken, se figur 3. Den övervägande delen av kvävet är organiskt bundet medan en mindre del återfinns i mineralform, huvudsakligen som ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) och nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ). Nitratkväve är relativt rörligt i marken medan ammoniumkväve binds till markens lermaterial och till nedbrutet organiskt material. Oorganiskt kväve förekommer också i form av gaser bl.a. som ammoniak och lustgas.

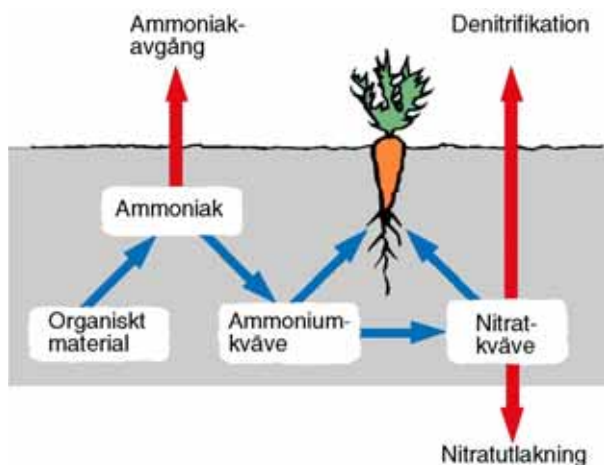
Kväve tas upp i växtens rötter framför allt i form av de oorganiska jonerna ammonium och nitrat. Även organiskt kväve tas upp, speciellt under näringsfattiga förhållanden. Genom kvävefixering tillgodogör sig vissa växter också elementärt kväve ( $\text{N}_2$ ).

### Förekomst i växten och symptom vid obalanser

Som beståndsdel av proteiner, amino- och nukleinsyror samt i enzymer spelar kväve en viktig roll vid överföring av genetisk information och i växtens energiomsättning. Inget annat ämne kan ersätta kväve i dessa funktioner och kvävebrist visar sig därför snabbt som försämrad tillväxt.

När kväve saknas avstannar syntesen av klorofyll och växten bleknar och gulnar så småningom. Då kväve är lätttröligt i växten uppstår symptomen först på äldre blad. Slutligen vissnar växten med början i bladspets och bladkanter. Beroende på överskottet av kolhydrater som uppstår vid kvävebrist kan plantan få rödaktiga missfärgningar. Bladens huvudnerv skiftar i rödviolett och bladen blir mindre och upprättstående. Rödfärgning förekommer också vid brist på t.ex. fosfor men kvävebrist ger dessutom alltid bleka plantor. Vid kvävebrist blommar plantorna tidigt men blommorna är svagt färgade och fruktsättningen dålig. Hos gurka ser blommorna stora ut i jämförelse med övriga plantdelar. Rötterna hos plantor med kvävebrist blir vita och långa med få förgreningar.

Vid överskott av kväve antar växten en mörkgrön färg som stöter i blått. Växten blir lös vilket gör att den lättare angrips av skadegörare. I växthus är det risk för överfrodinghet d.v.s. att den vegetativa tillväxten stimuleras på bekostnad av fruktsättningen. Överfrodinga plantor ökar också avdunstningen vilket ökar risken för bruna kärllsträngar i frukterna. Vid stort kväveöverskott blir tomatbladen kortare än normalt, ser styva ut, och både i tomat och i gurka uppstår till sist vattniga, efterhand vitgrå fläckar på bladskivorna. Vid överskott av kväve sker dessutom, speciellt vid ljusunderskott, en ansamling av nitrat och amider i växten vilket ger en smaklösare produkt.



Figur 3. Kväve förekommer i olika fraktioner i jorden.

Källa: Jerkebring, 2001/Kim Gutekunst

## Fosfor (P)

### Förekomst i jorden samt upptag i växten

Liksom kväve kan fosfor förekomma både i oorganiska former och bundet i jordens organiska fraktioner. I odlade jordar dominerar de oorganiska fosforfraktionerna. Både de organiska och oorganiska fosforfraktionerna i jorden kan delas upp i en lätt- och en svårtillgänglig del (>90 %).

Lättillgänglig fosfor kan frigöras och bli tillgänglig för växterna under loppet av en odlingsssäsong. Det utgörs av fosfor löst bundet till lermineral, oftast till järn eller aluminium, av fosfor bundet i lättomsättbara organiska föreningar och oorganiskt fosfor löst i markvätskan. Växter tar huvudsakligen upp fosfor i form av divätefosfat ( $H_2PO_4^-$ ). I jordar där markvattnet har ett pH över 7,2 förekommer fosfor också i form av vätefosfat ( $HPO_4^{2-}$ ). De svårtillgängligare fosforpoolerna utgörs av fosfor bundet i organiska föreningar med låg omsättningshastighet och fosfor bundet i mineral som apatit och fosforit. Svårtillgänglig, oorganisk fosfor förekommer också med bindningar till aluminium- och järnoxider, bundet till kalcium liksom fixerat inuti mineralpartiklar.

Andelen vattenlöslig fosfor är liten och står i jämvikt med övriga former av fosfor. Tillgången på fosfor för växterna är därför starkt beroende av jämviktsreaktionernas hastighet. På våren när temperaturen är låg är också hastigheten låg vilket medför att det kan uppstå fosforbrist på jordar med normal fosforstatus tidigt på säsongen och under plantupptragningen. I temperaturintervallet 12–18 °C innebär en temperaturhöjning på två grader en fördubbling av fosforupptagningen. Upptaget av fosfor kan också begränsas av transporten fram till rotytan.

Mikroorganismer och växtrötter kan även öka frigörelsen av fosfor genom att utsöndra fosfataser, enzymer som bidrar till frigörelsen av organiskt bunden fosfor. Tillgängligheten av den fosfor som finns

bunden i jorden ökar också då en jord genom gödsling går mot ett högre fosfortillstånd. Detta beror på att ju mer fosfor som binds på mineralytorna desto svagare blir den genomsnittliga bindningsstyrkan. Effekten blir därför mer uttalad på en lättare jord som har färre bindningsställen än på en lerjord. Slutligen påverkas frigörelsen av fosfor av pH-värdet i markvätskan. Fosfor har högst tillgänglighet vid ett pH kring 6,5. Vid lägre pH bildas föreningar med aluminium och järn, vid högt pH föreningar med kalcium.

### Förekomst i växten och symptom vid obalanser

I likhet med kväve kan fosfor inte bytas ut mot något annat växtnäringsämne. I växten förekommer fosfor i olika cellmembran och som beståndsdel av nukleinsyror är fosfor en viktig bärare av genetisk information. Vissa fosforföreningar är också viktiga för transport och lagring av den energi som växten tillgodogör sig via fotosyntesen.

Fosfor är lätttröligt i växten och omfördelas vid brist från äldre till yngre delar. Symptomen blir därför tydligast på äldre blad. I de tidiga stadierna av brist är symtomen svaga, tillväxten i tomat avtar och stammen tunnar ut. Då växten har förmåga att recirkulera och återanvända det fosfor som används i energirika föreningar tar det emellertid långt tid innan tillväxten avstannar helt. På grund av en ökad koncentration av klorofyll blir bladen mörkt gröna, styva och böjs nedåt. Undersidan av bladen liksom stjälk och stam kan få en rödviolett anstrykning, ibland med bruna kanter. I gurka uppträder vattniga fläckar på och mellan bladnerverna. Frukterna hos tomat kan få mörkgröna nackar vilket ökar risken för ”gröna nackar” när frukterna mognar. Vid allvarigare brist bleknar växten och tillväxten avtar kraftigt (dvärgväxt). Blomningen försenas och antalet blommor minskar liksom frukt- och fröbildningen. Även rotutvecklingen påverkas negativt. Rötterna blir dåligt förgrenade och i vissa fall rödbruna.

Överskott av fosfor ger sällan upphov till symptom då överskottet binds upp i jorden vilket i sin tur däremot kan ge upphov till brist på exempelvis järn.

## Kalium (K)

### Förekomst i jorden samt upptag i växten

I mineraljordar är kalium ett av de vanligast förekommande makronäringsämnena. Kalium återfinns i mineral (99 %) som illit, montmorillonit, fältspat och biotit. Genom vittring från mineralen tillförs kalium till jordens fraktioner av svår- och lättlösligt kalium. Fixerat mellan skikten som bygger upp lermineral (illit och montmorillonit) finns det svårlösliga kaliumet (K-HCl) och associerat till ler och organiska föreningar samt löst i markvätskan finns lättlösligt kalium (K-AL). I motsats till kväve och fosfor ingår kalium inte i några organiska föreningar. I markvätskan förekommer kalium som  $K^+$ , den jon

som växten tar upp. Andelen löst kalium är liten men när växten tar upp kalium förskjuts jämviktsreaktionerna och mer kalium frigörs till markvätskan.

Växten behöver ofta större mängd kalium än vad som finns tillgång till i markvätskan. Vissa växter, speciellt enhjärtbladiga, "lyxkonsumerar" därför kalium vid god tillgång i markvätskan. Detta kan leda till brist på andra positiva joner. Även om koncentrationen av magnesium, kalcium och natrium i markvätskan är högre än kaliumkoncentrationen tas dessa ämnen upp i mindre mängd än kalium. Bakgrunden är inte helt utredd men en orsak kan vara att magnesium, kalcium och natrium tas upp passivt och därmed konkurrerar med andra positiva joner, medan kaliumupptaget är en aktiv process. Ju rikligare tillgång på kalium desto bättre måste därför tillgången på magnesium, kalcium och natrium vara för att växten inte ska lida brist på dessa ämnen.

### Förekomst i växten och symptom vid obalanser

Då kalium inte ingår i några organiska föreningar är detta växtnäringsämne det mest lättlösliga i växten och en viktig transportör av andra joner genom växtens olika membran. Detta har stor betydelse för näringsammansättningen i frukter och upplagsorgan och behovet är också extra stort vid riklig fruktsättning. Kalium reglerar växtens pH, balansen mellan positivt och negativt laddade joner samt saftspänningen som styrs av balansen mellan salter och vatten. Kalium är även viktigt för syntesen av proteiner och stärkelse. Vid brist på kalium ackumuleras därför enkla kolhydrater och kväveföreningar vilket minskar växtens motståndskraft mot svampangrepp medan god tillgång stärker motståndskraften genom att växtens stödjevåvner och cellväggar stärks.

Eftersom kalium reglerar saftspänningen i växten kan det första tecknet på kaliumbrist vara att växten lätt slokar varma dagar. På bladen uppträder symptom först på äldre och halvgamla blad eftersom kalium vid brist transporteras till yngre blad med stor metabolisk aktivitet. Bladfärgen är ofta mörkare än normalt och bladkanterna något vågiga och gulgröna. Bladkanter och spetsar torkar efterhand in och döda fläckar uppträder ibland på bladskivan längs nerverna. Till sist gulnar hela bladet men nerverna, förblir gröna. Knoppbildning och blomfärg försämras och frukterna, som får en lägre syrahalt och sämre hållbarhet, mognar ojämnt. Rötterna blir långa och ogrenade med en dragning åt gult.

Överskott av kalium kan orsaka skador på rötter och blad samt ökar risken för vikta klasar hos tomat.

## Magnesium (Mg)

### Förekomst i jorden samt upptag i växten

Magnesium i jorden finns bundet i mineral som biotit, hornblände och montmorillonit. Genom vittring tillförs magnesium till de olika fraktionerna i jorden. En mindre fraktion utgörs av magnesium associerat



Figur 4. Magnesiumbrist i tomat. Bristssymptomen uppträder vanligtvis på äldre blad. (Foto: Torbjörn Hansson)

till organiskt material medans storleksordningen på fraktionen lättlöslig magnesium är 5 % av markens totala förråd. I markvätskan återfinns magnesium som den växttillgängliga jonen  $Mg^{2+}$ . Ett högt ammonium- och kaliumtal, lågt pH värde, högt ledningstal och låg jordtemperatur är faktorer som bidrar till magnesiumbrist.

### Förekomst i växten och symptom vid obalanser

Som central atom i klorofyllmolekylen spelar magnesium en viktig roll vid fotosyntesen. Huvuddelen av magnesiumet finns dock löst i cellvätskan där det, liksom kalium, påverkar och deltar i enzymatiska reaktioner samt reglerar växtens vattenbudget och jonbalans. Då magnesium är viktigt för transport och överföring av energi i växten är magnesium indirekt nödvändigt för syntesen av de flesta av växtens byggstenar som proteiner och kolhydrater. Magnesiumbrist kan därför liksom kaliumbrist leda till ansamling av enklare föreningar i bladen. Magnesium är lättlösligt i växten och brist framträder först på äldre blad. Med början från kanterna gulnar bladen mellan nerverna. Nerverna, utom de allra minsta, förblir gröna vilket ger upphov till en typisk marmorering, ibland med röda inslag. På de gulnande bladen kan döda fläckar uppträda, ibland i form av band längs nerverna. Svag magnesiumbrist, som uppträder i nästan alla växthusodlingar, har liten inverkan på fruktproduktionen. När tomatplantorna är hårt belastade kan akut brist uppstå som visar sig i form av gula blad mitt på plantan. Rötterna blir vid brist korta och "slemmiga".

## Svavel (S)

### Förekomst i jorden samt upptag i växten

Huvuddelen av svavlet i jorden är bundet i organiska föreningar (95–99 %). Genom omsättning av det organiska materialet och genom vittring av svavelrika mineral (t.ex. pyrit) frigörs svavel som sulfat ( $\text{SO}_4^{2-}$ ). Sulfatjonen som är den dominerande oorganiska formen av svavel i jorden är den form av svavel som växterna lättast tar upp. Sulfat förekommer fritt i markvätskan samt i vissa jordar associerat till mineralpartiklar och i oxider av järn och aluminium. Sulfatjonen är liksom nitrat lätttröglig i marken och lakas därför lätt ut. Växter kan också ta upp svavel i form av svaveldioxid genom bladen där det omvandlas till sulfat.

### Förekomst i växten och symptom vid obalanser

Det svavel som växten inte har nytta av direkt lagras i växten som sulfat. Upp till 60 % av svavlet kan finnas lagrat på detta sätt. Av det omsatta sulfatet finns omkring 90 % bundet i aminosyror och proteiner samt i vitaminer, hormoner och enzymer.

Brist på svavel ger tillväxthämning, plantorna blir små och styva. Då en stor del av bladproteinerna ingår i kloroplasterna gulnar bladen mellan nerverna med början hos de yngre bladen. Bladen kan bli mer upprättstående än vanligt, i vissa fall med neråtböjd bladskiva, smala och buckliga. Stammar och nerver kan få en violett anstrykning. I gurka är bladkanterna hos unga blad tydligt sågkantade. Då svavel förekommer i enzym som styr omvandlingen av nitrat, kan svavelbrist hämma proteinsyntesen och medföra en ansamling av nitrat i växten. Svavelbrist förväxlas på grund av hämningen av proteinsyntesen ofta med kvävebrist men i motsats till svavelbrist uppträder kvävebrist först på äldre blad och normalt böjs inte heller bladen nedåt. Rötterna blir vid svavelbrist många och rikt förgrenade.

Vid överskott kan äldre blad bli blekgröna med rödvioletta fläckar.

## Kalcium (Ca)

### Förekomst i jorden samt upptag i växten

I jorden finns kalcium främst bundet i mineral t.ex. fältpat och kalcit. Detta förråd av kalcium är större än förrådet av kalium, i synnerhet på kalkrika jordar. Kalcium finns också i stor mängd associerat till lerpartiklarna i jorden och löst i markvätskan. Kalcium tas upp som  $\text{Ca}^{2+}$  och transporteras med transpirationsströmmen upp i växten. Det är sällan brist på kalcium i jorden som utlöser kalciumbrist. Ofta är det istället obalanser mellan olika näringsämnen t.ex. riklig förekomst av andra positiva joner i jorden som ligger bakom kalciumbrist i växten. Kalciumtransporten är beroende av transpirationsströmmarna och brist kan uppstå om transpirationen i växten begränsas på grund av låg eller ojämn vattentillgång,

låg ljusintensitet eller hög luftfuktighet. Vid syrebrist orsakad av t.ex. jordpackning eller nedbrukning av stora mängder färskt organiskt material minskar rötternas aktiva upptagningsyta vilket också kan vara en orsak till brist.

### Förekomst i växten och symptom vid obalanser

Kalcium är viktigt för växtens strukturella och fysiska stabilitet och en hög andel av kalciumet är bundet i cellväggarna. Brist på kalcium medför därför ofta kollaps av cellerna vilket yttrar sig som döda fläckar eller mjuka, blöta partier. Kalcium är också viktigt för transportprocesser genom vävnader och i celler.

Kalcium är svårtröglig i växten eftersom det transporteras nästan uteslutande med transpirationsströmmen och binds till fasta strukturer i växten. Hög vegetativ tillväxt kan därför bidra till att brist uppstår i frukter. Att låg kalciumnivå är en förutsättning för att kunna upprätthålla en hög celldelning och därmed tillväxt bidrar också till att det lätt uppstår brist i tillväxtpunkter och i yngre blad samt i frukter där tillväxttakten är hög.

Vid brist avtar tillväxten och växten får ett buskigt utseende. Bladen blir mindre, bladkanterna hos yngre blad böjs uppåt och bladnerverna blir bruna. Ljusa och med tiden döda fläckar uppstår längs bladnerverna, speciellt i området kring bladspetsen, och undersidan av bladen skiftar i violett. I gurka förblir de yngsta bladen små med djupt tandade bladkanter och böjs uppåt. Om kalciumbrist uppstår på grund



Figur 5. Kalciumbrist visar sig ofta som pistillröta i tomat. (Foto: Torbjörn Hansson)

av minskad transpiration kan plantan böjas kring mjuka, vattniga partier på stammen. I tomat är det ovanligt att symptom uppstår på vegetativa plantdelar men däremot orsakar kalciumbrist ofta pistillröta, både ut- och invändig. I gurka blir blommorna små och bleka, frukterna små, träiga och smaklösa. Rötterna blir korta och mörkbruna eller svarta samt får ett risigt och slemmigt utseende.

## Mikronäringsämnen

### Mangan (Mn)

#### Förekomst i jorden samt upptag i växten

Mineraljordar innehåller mycket mangan men på jordar med hög mullhalt är innehållet lågt och risken för brist större. Växterna tar upp mangan från markvätskan, huvudsakligen i form av  $Mn^{2+}$ . Eftersom mangan har mycket låg rörlighet i marken är rotutveckling och rotvolym avgörande för hur mycket mangan växten kan tillgodogöra sig. Eftersom rotaktiviteten minskar under kalla och våta perioder uppstår ofta manganbrist när sådana perioder följs av varmare väder då behovet av näring ökar. Höga halter av kalcium och magnesium hämmar upptaget av mangan. Risken för manganbrist ökar också snabbt med stigande pH.

#### Förekomst i växten och symptom vid obalanser

Mangan ingår i växtens enzymsystem och har bl.a. en viktig funktion i fotosyntesen. Mangan behövs också för syntesen av lignin och vid brist minskar rötternas motståndskraft mot skadegörare. Vid brist bildar bleka fläckar ett karakteristiskt rutmönster mellan bladnerverna. Symptomen uppträder på de mellersta och yngsta bladen. Klorosen är mindre framträdande än vid järnbrist och förekommer inte heller enbart på yngre blad.

Vid överskott av mangan, som bland annat kan uppstå vid jorddesinfektion genom ångning, kan klorotiska fläckar uppträda på äldre blad. Senare dör bladens mittnerv och andra större nerver. I gurka blir nerverna röda till rödbruna och gröna eller transparenta fläckar framträder mellan nerverna.

### Järn (Fe)

#### Förekomst i jorden samt upptag i växten

Mineraljordar innehåller mycket järn men i mulljordar är innehållet lågt och risken för brist större. Koncentrationen av fritt järn i jorden är låg eftersom den som positiv jon binds till lerpartiklar och till jordens organiska fraktion samt på grund av att järn bildar kelater tillsammans med organiska föreningar. Växter kan ta upp järn både i jon- ( $Fe^{2+}$  och  $Fe^{3+}$ ) och kelatform. Eftersom järn enbart kan omfördelas i transpirationsströmmen är växtens järnförsörjning beroende av en god vattenförsörjning och transpiration. Risken för järnbrist ökar med stigande pH,

torka och syrebrist i marken. Brist kan också uppstå vid för höga fosfor-, molybden- och manganvärden.

#### Förekomst i växten och symptom vid obalanser

Järn i växter återfinns främst i kloroplasterna och järnbrist förhindrar därmed bildningen av klorofyll och i förlängningen fotosyntesen. Symptom på järnbrist är kloros mellan bladnerverna på unga blad (liknar manganbrist). Vid stark brist kan bladen bli helt vita. I gurka är klorosen citrongul och förekommer även på stammar och frukter. Vid järnbrist blir blommorna små och bleka, rötterna brunaktiga och korta med många korta sidorötter. Vid överskott av järn antar hela växten en mörkare grön färg än normalt.

### Bor (B)

#### Förekomst i jorden samt upptag i växten

Innehållet av bor är ofta lågt, både i mineral- och mulljordar. Växterna tar upp bor antingen som borsyra ( $B(OH)_3$ ) eller som boratjon ( $B(OH)_4^-$ ). Eftersom bor enbart transporteras i transpirationsströmmen har en god vattenförsörjning och transpiration stort inflytande på växtens förmåga att ta upp bor. Eftersom bor är lättroligt i jorden ökar risken för brist vid förhållanden som gynnar utlakning från jorden. Risken för borbrist ökar också vid kalkning och vid kraftig kvävegödsling.



**Figur 6.** Borbrist i tomat. Bladskivan bryts, oftast på det yttersta bladet, och spetsen på bladet blir nekrotiskt. (Foto: Torbjörn Hansson)



### Förekomst i växten och symptom vid obalanser

Bor stabiliserar cellväggarna i växten, mer än 95 % av det bor som tas upp i växten finns bundet i cellväggar och cellmembran. Symptom på borbrist uppträder först i tillväxtpunkterna som mörkfärgas och kan dö samt på de yngsta bladen. I gurka framträder symptom även på äldre blad med kloroser och vattniga fläckar. I tomat är ett typiskt symptom gula- till orangefärgade bladskivor som böjs nedåt. Bladen ljusnar från basen, blir vridna och dvärgartade, sedan brun- eller svartfärgade. Ett typiskt symptom är även att plantorna blir sköra och att blad och bladnervar därför lätt bryts. Brist på bor ger också försämrade tillväxt, ett "buskigt" utseende, samt försämrade blomning, fruktsättning och fruktutveckling. Ibland uppträder korkbildning på frukterna. I gurka blir frukterna missformade med vita, långsgående strimmor. Rötterna blir korta, tjocka och brunfärgade.



**Figur 7.** Tillväxtpunkten och de yngsta bladen är skadade sannolikt på grund av borbrist. Även kalciumbrist kan ge liknande symptom, båda ämnena är svårörliga i växten. (Foto: Christina Winter)

Det är lätt att overdosera bor vid gödsling. Symptomen vid överskott uppträder först på äldre blad och liknar dem vid kaliumbrist. Bladkanterna gulnar och rullas inåt. I ett senare stadium uppträder döda fläckar mitt på bladen och bladfall. I gurka blir bladen rundare än normalt.

### Koppar (Cu)

#### Förekomst i jorden samt upptag i växten

Innehållet av koppar är vanligen relativt högt i mineraljordar men lågt på mulljordar. Den övervägande delen (98 %) av kopparn är hårt bundet till organiska föreningar i jorden. Tillförsel av organiskt material kan därför minska tillgängligheten av koppar. Koppar tas upp av växten i form av  $Cu^{2+}$  och troligen också i kelatform. Risken för kopparbrist ökar vid högt pH men det förekommer rapporter om att kalkning ökar tillgängligheten på jordar med hög

mullhalt eftersom omsättningen av det organiska materialet ökar vid tillförsel av kalcium. Kraftig kväve och/eller fosforgödsling kan också öka risken för att brist uppstår.

### Förekomst i växten och symptom vid obalanser

Koppar medverkar bland annat i fotosyntesen, i syntesen av protein och i förvedningsprocesser i växten. Då koppar är nära knuten till proteinsyntesen är förhållandet mellan koppar och kväve viktigt.

Symptomen på kopparbrist är många och varierar beroende på växtslag. Gemensamt är att bristsymptomen först uppträder på unga blad eftersom koppar har låg rörlighet i växten. På grund av sämre förvedning, vrids de unga bladen och vissnar och dör efterhand. Den försämrade förvedningen påverkar även ståndarna med försämrade blom- och fruktutveckling som följd. Vid kopparbrist kan bladen bli blågröna, kloroser förekommer sällan men i senare stadier kan nekroser uppträda längs och på större nerver. I gurka blir bladen smutsgröna eller bronsfärgade och på äldre blad kan kloroser uppträda. I tomat böjs bladskivorna hos de yngre och mellersta bladen uppåt så de bildar ett "rör" och bladstammen, petiolen, böjs nedåt.

### Zink (Zn)

#### Förekomst i jorden samt upptag i växten

De flesta mineraljordar innehåller relativt mycket zink medan innehållet är lågt på mulljordar. Växter tar främst upp zink som  $Zn^{2+}$ , en jon med mycket låg rörlighet i jorden. Faktorer som ökar risken för brist är högt pH, kraftig fosforgödsling och låga temperaturer i kombination med låg solinstrålning. Fosforinducerad zinkbrist beror på att transporten av zink från roten upp i plantan avtar vid högt fosforupptag. Zinkbrist kan också uppstå vid stor tillgänglighet av järn och koppar.



**Figur 8.** Zinkbrist i tomat. (Foto: Torbjörn Hansson)

## Förekomst i växten och symptom vid obalanser

Zink medverkar i fotosyntesen och i syntesen av protein samt medverkar till att upprätthålla balansen mellan tillväxthormoner. Vid zinkbrist får bladen en grön gul färg men bladnerverna förblir gröna. De yngsta bladen förblir små och nekroser förekommer speciellt på bladstammen, petiolen. I tomat böjs bladstammen inåt och till sist är hela bladet inrullat. Överskott av zink kan förekomma i växthus med galvaniserade detaljer. Symptomen vid överskott liknar dem vid järnbrist, kloros på yngre blad.

## Gödselmedel

I ekologisk odling används framför allt organiska gödselmedel men även vissa oorganiska gödselmedel är tillåtna.

### Organiska gödselmedel

Flera olika typer av organiska gödselmedel används i ekologisk odling. De vanligaste är stallgödsel från olika djurslag och grön gödsling men även olika typer av restprodukter från livsmedelstillverkning används. Definitionen på ett organiskt gödselmedel är att det innehåller kol (C) och har sitt ursprung i växt- eller djurriket. Att ett gödselmedel är organiskt betyder däremot inte att all näring i gödselmedlet är bundet i organiska föreningar. Tabell 2 visar fördelningen mellan oorganiskt kväve (mineralkväve) och organiskt kväve i några gödselmedel.

**Tabell 2.** Exempel på fördelning mellan organiskt och oorganiskt kväve i några organiska gödselmedel.

	Organiskt N %	Oorganiskt N %
<b>Grön gödsling</b>		
färsk	>99	<1
komposterad	95–99	1–5
rötad	30–50	50–70
<b>Nötgödsel</b>		
fast färsk	99	1
fast lagrad		
aerobt	99	1
anaerobt	50	50
flyt	10–50	50–90
urin	0–30	70–100
<b>Höns gödsel</b>		
torkad,		
pelleterad	80–90	10–20

Källa: Omarbetning av material från olika källor

### Oorganiska gödselmedel

Oorganiska gödselmedel, mineralgödselmedel, har sitt ursprung i berggrunden. Berggrunden består av olika bergarter som i sin tur är uppbyggda av ett eller flera olika mineral. Mineralen består i sin tur av

olika oxider eller salter. Mineralen kan bearbetas på olika sätt för att näringen ska bli mer tillgänglig för växterna. I de mineralgödselmedel som används inom det konventionella jordbruket är mineralen behandlade med koncentrerade syror för att göra växtnäringsämnena lättillgängliga. De mineralgödselmedel som används i ekologisk odling är mindre bearbetade och näringen frigörs därför i en långsammare takt. Fosfor i obearbetade mineral, råfosfat, har mycket låg växttillgänglighet. Kalium i finmalt stenmjöl av kaliumrika mineral är lättillgängligare än fosfor i råfosfat.

Genom att endast använda svårslösliga mineralgödselmedel begränsas tillgången till näring i markvätskan. Tanken är att detta främjar uppförökningen av vissa mikroorganismer t.ex. mykorrhiza, vilket i förlängningen ger ett bättre utnyttjande av jordens eget näringsförråd. I växthus är dock tillförsel av näring via organiska gödselmedel så stor att denna effekt är försumbar.

## Växtnäringsfrigörelse

### Tips från praktiken

#### Påskynda näringsfrigörelsen

Börja tillskottsgödslingen i tid eftersom det tar en tid innan näringen blir tillgänglig för växterna. Olika åtgärder kan påskynda näringsfrigörelsen.

- Mylla ner gödseln i jorden. Blodmjöl bör alltid myllas då det annars kan bilda en hård kaka på jordytan som inte bryts ner. Ett arbetsbesparande alternativ är att täcka blodmjölet med ett tunt lager torv.
- Fukta gödseln. Gödseln kan placeras i anslutning till dropp. Droppinnar kan flyttas och tillskottsgödseln kan då placeras på olika ställen vid olika gödslingstillfällen.
- Finfördela grönmassa och vattna på den, välj ungt material.
- Sprinklers som bevattnar hela jordytan används ibland för att fukta grönmassa och kompost.
- Värme i odlingsbäddarna påskyndar också frigörelsen.

Växtnäringsämnena i organiska gödselmedel frigörs inte proportionellt. Därför säger inte gödselmedlets växtnäringsbalans särskilt mycket om hur förhållandet mellan de näringsämnen som frigörs kommer att stämma överens med grödans behov i mängd och över tiden. I ett rent organiskt gödselmedel frigörs i princip allt kalium eftersom kalium inte är bundet i några organiska föreningar. Kväve och fosfor däremot förekommer både i organiska och oorganiska former vilket komplicerar frigörelseprocessen.

I tabell 3 visas frigörelsen av kväve från några gödselmedel i ett laboratorieförsök. Observera dock att försöket utförts vid 10 °C vilket mer representerar frilands- än växthusförhållanden. Omsättningen av organiskt material ökar med temperaturen vilket innebär att siffrorna i tabell 3 troligen skulle vara högre om försökets genomförts vid en högre temperatur. Förhållandet emellan siffrorna skulle dock troligen vara detsamma.

**Tabell 3.** Kvävefrigörelsen efter 1, 4 respektive 8 veckor från några organiska gödselmedel under laboratorieförhållanden (utan växt, temp 10 °C).

	% N-frigörelse av tillsatt mängd med respektive gödselmedel efter		
	1 vecka	4 veckor	8 veckor
Binadan*	62	68	73
BioVinass	48	60	70
Hornmjöl	29	48	56
BioKomb**	26	38	39
Rödklöver marktäckning	0	20	29

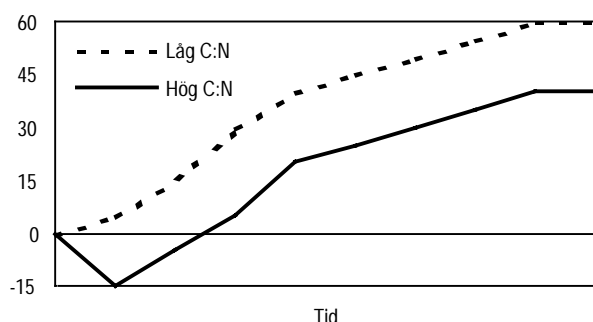
Källa: Jerkebring, 2000

\* Binadan heter numera Bina-Blå resp. Bina-Röd  
 \*\* BioKomb finns inte längre på marknaden.

### Kol/kväve-kvoten har betydelse

Eftersom det är mikroorganismer och markdjur som bryter ned och frigör den organiskt bundna näringen är proportionen mellan kol (C) och övriga näringsämnen i gödselmedlet viktigt. Nedbrytarna behöver både energi i form av kol och näring i form av kväve, kalium, fosfor osv. I organiskt material med hög C:N-kvot t.ex. i äldre växtmaterial, är mängden kol hög i förhållande till mängden kväve. Detta medför att det behövs extra kväve för omsättningen. Om inget kväve tillförs används istället det kväve som frigörs från jordens egna förråd och temporär kvävebrist kan uppstå. Detta är viktigt att tänka på vid tillförsel av organisk jordförbättring till växthusbäddarna. Figur 9 visar omsättningen av två gröngödslingsgrödor med olika C:N-kvot. Som framgår av figuren når frigörelsen av kväve från en gröngödslingsgröda med högre C:N kvot aldrig upp till den lättomsättbara grödans högre procentuella kvävefrigörelse.

**Figur 9.** Andelen frigjort kväve vid nedbrukning i jorden från två gröngödslingsgrödor med låg respektive hög C:N kvot. (Källa: Omarbetning av material från olika källor)



### Tillgängligheten för markorganismer

Hur mycket och hur snabbt kvävet frigörs vid tillförsel av organiskt material beror inte bara på kvoten mellan kol och kväve. Ett växtmaterial med hög C/N-kvot är oftast äldre och kolet och kvävet är bun-

**Tabell 4.** C/N-kvoter hos några organiska material.

Material	C/N		
Urin	0,5-1		
Mikroorganismer	5-15		
Rötslam (toalettavfall)	5-15		
Humus	10-15		
Gröngödsling	10-25		
Skörderester efter odling av trindsäd och gröngödslingsgrödor	10-25		
Stallgödsel	10-25		
Tomatblad	15-20		
Ensilage	20-25		
Tomatrötter	25-30		
Tomatstammar	40-50		
Löv	40-60		
Skörderester efter odling av spannmål	60-80		
Bark	70-100		
Torv	75-125		
Halm	80-140		
Skogsavfall	150-500		
Sågsåp	200-500		

C/N < 20	C/N 20-30	C/N > 30
Frigörelse av mineralkväve	Ingen effekt på tillgången av kväve	Extra kväve behöver tillföras

Källor: Stevenson, 1986, Havlin et al., 1999, Germundsson, 2006

det i föreningar som tar längre tid att bryta ned. I en kompost däremot kan kvävet vara svårtillgängligt trots en låg C/N-kvot. Detta beror på att både kol och kväve förloras under komposteringsprocessen. Samtidigt innebär kompostering att kol och kväve byggs in i svåromsättbara föreningar. I material som omsätts utan syre, rötas, sker motsvarande process. Om omsättningen sker i ett slutet system där kolet tas tillvara i form av biogas, finns kvävet dock kvar i vätskefasen i form av ammonium. I tabell 5 visas skillnaden i C/N-kvot och i innehåll av mineralkväve mellan färsk skott av rödklöver och skott som antingen komposterats eller rötats. I det färsk material och i komposten förekommer mineralkvävet främst som nitrat (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) medan mineralkvävet i rötresten främst består av ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>).

I figur 10 jämförs kvävefrigörelsen från två organiska gödselmedel med samma proportion mellan organiskt och organiskt kväve.

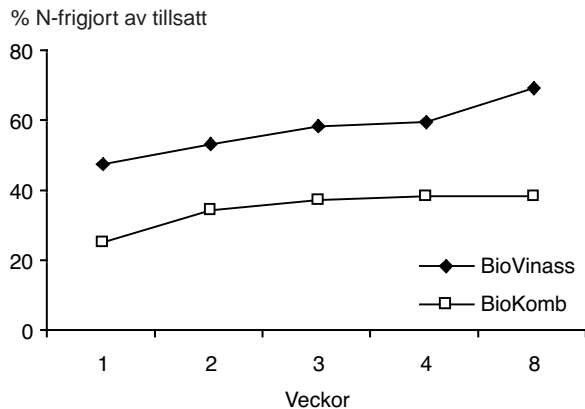
**Tabell 5.** Kvoten mellan kväve och kol i färsk, kompostad och rötad rödklöver.

	Mineralkväve, %	C:N	
		Totalt	I organiska fraktionen
Färsk skott	<1	15	15
Kompost	7	8	9
Rötrest	57	7	16

(Källa: Båth, 2006)

Den procentuellt låga frigörelsen från BioKomb jämfört med från Binadan tyder på att det organiska kvävet i BioKomb är svårtillgängligt för markorganismerna.

**Figur 10.** Kvävefrigörelsen från två gödselmedel med samma proportion mellan organiskt och oorganiskt kväve. (Källa: Jerkebring, 2000)



### Organiskt material ökar fosforfrigörelse

Oberoende av fosforhalt ökar nedbrukning av organiskt material i jorden tillgängligheten av fosfor. Vid den mikrobiella nedbrytningen av organiskt material bildas ämnen, kelatbildare, som har förmågan att binda starkt till bland annat järn, aluminium och kalcium. Därmed kan fosfor som är bundet till dessa ämnen frigöras. Mängden frigjord fosfor är beroende av hur lättomsättbart det tillförda materialet är för mikroorganismerna. Lignin, som är svårnedbrytbart, ger lägre fosforfrigörelse än humus som består av både lätt- och svårnedbrytbara föreningar. Kelatbildare kan även utsöndras av växtrötter och av mikroorganismerna själva. Växtrötter och mikroorganismer kan också utsöndra syror som sänker pH-värdet varvid det kalciumbundna fosfatets löslighet ökar.

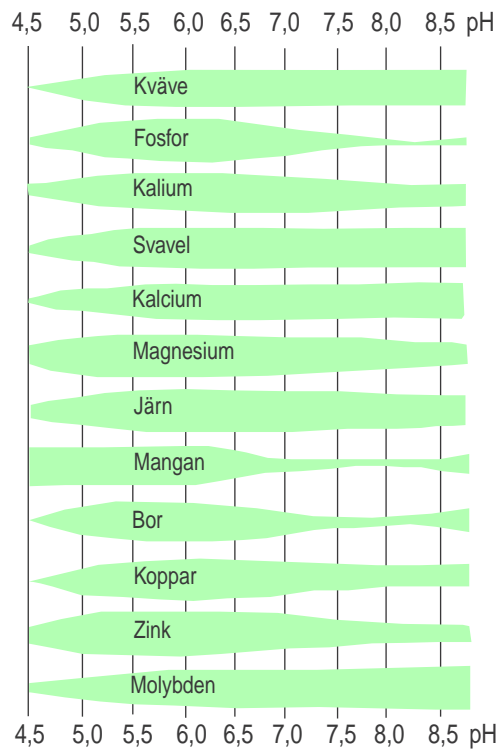
### Tips från praktiken

#### För högt pH-värde?

När jordens pH stiger över 6 minskar tillgängligheten av många näringsämnen. Tillförsel av okalkad låghumifierad torv 3-6 kubikmeter per 100 m<sup>2</sup>, kan förhindra att pH-värdet stiger eller t.o.m. sänka det. I praktiken tillförs upp till 3 m<sup>3</sup> per 100 m<sup>2</sup> eftersom det annars blir svårt att bruka ner. Vid problem med för höga pH-värden bör också bevattningsvattnet analyseras eftersom det kan vara en orsak. I ett nytt växthus behöver jorden sällan kalkas eftersom pH stiger ändå med tiden.

### pH har betydelse

Jordens pH har stor betydelse för om den frigjorda näringen ska förbli växttillgänglig eller bindas till jordens organiska och oorganiska fraktioner. En anledning till att frigörelsehastigheten är låg i förhållande till plantornas behov är fastläggning på grund av höga pH värden. Högt pH (> 6) försämrar



**Figur 11.** Tillgängligheten av växtnärsämnen vid olika pH (Källa: Dock Gustavsson, 2004)

tillgängligheten av fosfor och av alla mikronäringsämnen med undantag för molybden medan lågt pH minskar tillgängligheten av molybden och fosfor. Figur 11 visar tillgängligheten av växtnärsämnen vid olika pH.

I många ekologiska växthusodlingar är pH högt. Både stallgödsel och grönmassa som tillförs odlingen höjer pH i jorden. Att sänka pH är svårt. Några kraftigt surgörande organiska gödselmedel finns inte men mineraliskt svavel kan ha viss pH sänkande effekt liksom att använda okalkad torv som jordförbättringsmedel.

### Balanser mellan växtnärsämnen

Växtens upptag av växtnäring är beroende av balansen i jorden även om växten till viss del kan kompensera för obalansen genom ett aktivt upptag av näringsämnen. Växtnärsämnen som tas upp i växten som positiva joner, t.ex. ammonium, natrium, kalium, magnesium och kalcium, konkurrerar med varandra liksom växtnärsämnen som tas upp som negativa joner, t.ex. nitrat, klorid, svavel och fosfor. I vilken form ett växtnärsämne förekommer och dess mobilitet i marken har också betydelse för balansen mellan växtnärsämnen. Fosfor och svavel är båda negativa joner men sulfatjonen är i motsats till fosfatjonen lättlöslig i jorden.

Obalanser kan också uppstå genom förluster av växtnäring. I växthus är det framför allt förluster i gasform som är aktuella eftersom avdunstningen av vatten är större än transporten nedåt i jordprofilen.

## Tips från praktiken

### Undvik ammoniakskador

Kväve som frigörs i form av ammoniakgas från höngödsel och grönmassa kan orsaka bladskador som liknar brännskador. Spridning av denna typ av gödselmedel bör därför undvikas då det är extra varmt i växthuset eller då ventilationen är dålig. Ammoniumkväve kan även orsaka gröningsstörningar och brända rötter. Plantjord för sådd och uppkrukning bör därför alltid luftas innan användning. Att blada höngödsel med torv minskar risken för ammoniakavgång.

## Tips från praktiken

### Fattas något näringsämne?

Ofta uppstår obalanser mellan växtnäringsämnena i förhållande till vad växten behöver. Då kan man behöva tillföra ett gödselmedel som innehåller mycket av ett speciellt ämne eller ett gödselmedel där man undviker ett visst näringsämne. Här är några förslag:

**Överskott fosfor:** Gödselmedel som tillför kväve eller kalium utan att tillföra mycket fosfor: blodmjöl, urin, vinass, grönmassa, kalimagnesia. De pelleterade gödselmedlen finns med olika innehåll av kväve, fosfor och kalium och man kan välja en produkt som bäst motsvarar det plantorna behöver utifrån grundgödsling och analyser.

**Underskott kalcium:** Apatit, benmjöl, dolomit, gips. Gips höjer inte pH, vilket är en fördel, men ger ofta för mycket svavel. Dolomit höjer pH-värdet.

**Underskott svavel:** Gips, kieserit.

**Underskott magnesium:** Kieserit, dolomit

Balansen av växtnäringsämnen i organiska gödselmedel överensstämmer sällan med grödornas behov. Obalansen orsakas av näringsförluster när växtmaterial konsumeras av djur eller omsätts via t.ex. rötning och kompostering. Obalansen förstärks ytterligare genom förluster vid lagring och processning av gödseln. Kväveförlusterna är ofta större än förlusterna av andra näringsämnen vilket leder till att kvävehalten i organiska gödselmedel ofta är låg i förhållande till framför allt fosforkoncentrationen. Tabell 6 visar ett exempel på näringsförlusterna vid kompostering av färsk stallgödsel.

Tabell 6. Förluster av näring vid kompostering av färsk nötgödsel.

Förluster i % av			
Total N	Oorganiskt N	P	K
51 %	95 %	13 %	65 %

Källa: Omarbetning av material från olika källor

På grund av obalansen mellan olika växtnäringsämnen måste stora mängder organiska gödselmedel tillföras för att tillfredställa grödornas kvävebehov. Detta kan leda till obalanser både i växten och i jorden och på sikt till växtnäringsförluster. Tabell 7

visar balansen mellan kväve, fosfor och kalium med utgångspunkt från en tomatgrödans kvävebehov. För att hålla nere fosfortillförseln kan gödselmedel med mycket kväve i förhållande till fosfor användas. För att uppnå balans kan det också vara nödvändigt att kombinera olika gödselmedel.

Tabell 7. Balansen mellan kväve, fosfor och kalium i olika typer av gödsel relativt det genomsnittliga behovet för tomat. Siffrorna är relationstal med utgångspunkt från grödans kvävebehov. Avrundade värden, värden under 1 markeras med –.

	N	P	K
Behov Tomat	7	1	13
Biofer 10-3-1	7	2	1
Biofer 4-1-20	7	2	35
Biofer 6-3-12	7	3	14
Nötgödsel fast	7	2	8
Höngödsel fast	7	2	3
Hästgödsel fast	7	2	15
Fårgödsel fast	7	1	15
Svingödsel fast	7	4	3
Vinass	7	–	8
Benmjöl	7	9	–
Blodmjöl	7	–	–
Grönmassa (rödklöver)	7	1	7
Komposterat hushållsavfall	7	2	4
Rötat hushållsavfall	7	2	5

Källa: Omarbetning av material från olika källor



Figur 12. En droppbevattningsslang vattnar här två rader. Droppinnarna kan flyttas runt och placeras vid utlagd tilläggs-gödsling för att påskynda nedbrytningen. (Foto: Christina Winter)

# Gödsling

## Regler för växtnäringsstyrning

För att få marknadsföra produkter som ekologiska krävs att odlingen är certifierad enligt EG:s regler (EEG 2092/91). Reglerna utgör minimiregler som alla aktörer på marknaden måste följa. Här behandlas endast de regler som berör växtnäring (2007). Om man känner sig tveksam om en åtgärd eller produkt är tillåten bör man kontakta sin kontrollorganisation för besked.

Karenstiden vid omläggning av befintliga växthus är två år. Under den tiden ska odlingen bedrivas enligt reglerna för ekologisk produktion men produkterna får inte marknadsföras som ekologiska. Om ett växthus byggs på redan godkänd åkermark krävs ingen karenstid.

## Bevara markens bördighet

Markens bördighet och biologiska aktivitet ska bibehållas eller höjas. Det kan uppnås genom recirkulering av stallgödsel och växtrester från ekologisk produktion, odling av gröngödslingsgrödor och tillförsel av grönmassa från vallar. Om grödans växtnäringsbehov inte täcks genom dessa åtgärder är det tillåtet att föra in vissa gödsel- och jordförbättringsmedel efter att behov konstaterats av kontrollorganet. Dessa gödsel- och jordförbättringsmedel finns listade i EG:s förordning, bilaga 2A.

Exempel på tillåtna organiska jordförbättrings- och gödselmedel är

- färsk eller torkad stallgödsel från konventionell djurhållning (inklusive strömaterial), endast från extensiv djurhållning (se även nedan)
- komposterad stallgödsel samt flytgödsel och urin från konventionell djurhållning, inte från intensiv djurproduktion (se även nedan)
- torv
- guano
- produkter och biprodukter av animaliskt ursprung t.ex. blodmjöl, benmjöl, fiskmjöl
- produkter och biprodukter av vegetabiliskt ursprung t.ex. halm och avslagen grönmassa från vall
- alger och tång
- vinass.

För närmare upplysning om vad som räknas som intensiv djurproduktion respektive extensiv djurhållning hänvisas till kontrollorganen. För närvarande är inte stallgödsel från nöt uppfödda i spaltgolvsboxar, slaktsvin, burhöns och pålsdjur i bur tillåtna.

Gödsel- och jordförbättringsmedel som innehåller genetiskt modifierade organismer (GMO) eller som härletts ur sådana organismer får inte användas i ekologisk odling.

## Tips från praktiken

### Kompost som jordförbättringsmedel

Saknas stallgödsel kan man tillverka en ekologisk grönmassekompst att använda som jordförbättring och grundgödsling. Med komposten tillförs jorden dessutom nyttiga mikroorganismer.

En grönmassekompst kan blandas av fem delar (baserat på vikt) grönmassa, t.ex. nyslagen, finhackad gräsklövervall, och en del hackad halm. Komposten bör ha 65–70 % vattenhalt och halmens uppgift i komposten är att sänka vattenhalten och höja andelen kol. Eftersom vattenhalten i grönmassan snabbt sjunker efter avslagning kan mängden halm vid torr väderlek minskas rejält. Börja med att blanda in knappt hälften av halmen. Efter några dagar kontrolleras om processen kommit igång genom att mäta temperaturen i ytan. Om komposten fortfarande är kall och känns blöt blandas mer halm in.

Täck komposten med Top-Text väv för att förhindra vattenavdunstning. Kontrollera sedan vattenhalten i komposten regelbundet genom att krama blandningen i handen, den ska då vara så fuktig att vätska tränger fram mellan fingrarna men det ska inte rinna vätska. Komposten blandas om regelbundet, en gång per vecka första månaden och därefter var fjortonde dag t.ex. med en gödselspridare. Ett alternativ till hackad halm kan vara hästgödsel med spån. Mängden kompost som tillförs odlingen bör anpassas efter analyser, tidigare gödsling och grödans behov.

## Mineraler tillåtna i naturlig form

Mineralgödselmedel får tillföras i sina naturliga former, t.ex. kieserit, mineraliskt svavel och kalk i form av kalksten eller dolomit. Även kalciumsulfat (gips) är tillåtet liksom oraffinerade kaliumsalter, t.ex. Kalimagnesia. Kalimagnesia är granulerad och innehåller kaliumsulfat och magnesiumsulfat.

Mikronäringsämnen får tillföras till jorden i en mer processad form (som konstgödsel) men först efter att behovet konstaterats av kontrollorganet. Kontrollorganen kan lämna besked om vilken dokumentation av behovet som krävs.

## KRAVs regler

Privata regelverk kan innehålla ytterligare regler utöver EG:s regler. Här är några exempel ur KRAVs regelverk som berör växtnäring:

- Guano är inte tillåtet.
- Det finns speciella krav på den hygieniska kvaliteten för gödselmedel som innehåller animaliska biprodukter, t.ex. blod- och benmjöl. Dessa gödselmedel måste därför vara KRAV-godkända produktionshjälpmedel.
- För att dokumentera sin växtnäringsstillförsel ska alla KRAV-anslutna producenter fr.o.m. 2009 ha ett redovisningssystem för växtnäring. En årlig växtnäringsbalans för kväve, fosfor och kalium ska upprättas för varje hus/avdelning. Vid odling i avgränsat substrat ska en redovisning upprättas per kultur. Vilka regler som kommer att gälla vid bedömningen av växtnäringsbalansen är ännu inte fastställt (2007).



**Figur 13.** I ekologisk odling används ofta större jordvolym för att säkra växtnäringstillgången till kryddväxter.  
(Foto: Christina Winter)

### Exempel på gödselprodukter

I tabell 8 på sidan 16 finns en del av de gödselmedel som är tillåtna att använda i ekologisk växthusodling idag (2007). Observera att tabellen anger det totala innehållet av ett växtnäringssämne i gödselmedlet inte hur mycket av ämnet som frigörs och blir tillgängligt för grödan. Observera också att innehållet i stallgödsel kan variera mycket. Dels varierar innehållet av de olika näringsämnen och dels varierar vattenhalten. Stallgödsel som ska tillföras den enskilda odlingen bör därför analyseras. Att vissa rutor i tabellen är tomma betyder inte att gödselmedlet inte innehåller detta näringsämne. Uppgifter om innehållet har inte gått att få fram.

### Växtnäringens balans

I en växtnäringens balans beräknas skillnaden mellan mängden tillförd och bortförd växtnäring. Växtnäringens balansen ger en uppfattning om, om odlingen som helhet har ett över- eller underskott av växtnäring. Resultatet av en växtnäringens balansberäkning blir sällan en fullständig balans mellan till- och bortförsel och flera faktorer påverkar balansens tillförlitlighet. Om schablonvärden för växtnäringens innehåll i gödselmedlen används och om de verkliga värdena skiljer sig mycket från dessa kan balansen slå fel.

Vid användning av organiska gödselmedel, speciellt gödsel från idisslare och komposterade produk-

ter, bör balansen beräknas över flera år eftersom organiskt bunden växtnäring som kväve och fosfor i organiska gödselmedel inte frigörs under loppet av en odlingsäsong. Även växtnäring tillförd i en form som växterna kan tillgodogöra sig direkt kan fastläggas, både i organiska och oorganiska föreningar. Förutom att mycket tillförd näring är organiskt bunden och att fastläggningen av oorganisk näring kan vara stor, kan förluster av växtnäring vid spridning samt under och mellan odlingsperioderna påverka balansen. Trots alla eventuella fel är växtnäringens balans ett bra redskap för att följa trenden i odlingen.

### Tips från praktiken

#### Flytande gödselmedel

Flytande organiska gödselmedel kan tillföras via droppbevattning. För att undvika igensättning och algutväxt i droppslangarna bör urin och lakvatten från hönsgödsel spädas och filtreras. Vinass bör också filtreras (t.ex. i lamellfilter) och ges i låga koncentrationer (1–2 %) för att undvika igensättning. Ofta ges vinass under en begränsad tid (några dagar) och därefter vattnas med rent vatten. Efter avslutad säsong bör slangarna spolas rena med vatten under högt tryck.

Blodmjöl kan inte lösas i vatten men det kan slamas upp och vattnas ut för hand om man rör om regelbundet. En odlare har provat att tillföra blodmjöl i droppbevattningen med bra resultat. Blodmjölet blandades då med vatten under kraftig omrörning. Via en gödselblandare (Dosatron) späddes vätskan ytterligare innan den gick ut i droppbevattningen. Blodmjöl kan dock lätt sätta igen slangar, dropp och filter och det är viktigt att mycket vatten tillsätts.

### Jordförbättring

En förutsättning för att skördarna ska bli stora och av god kvalitet är att plantornas rötter är så välutvecklade och arbetsdugliga, att de även när behovet är som störst klarar plantans vatten- och näringsförsörjning. Stora mängder vatten och snabb nedbrytningshastighet av organiskt material utsätter bäddstrukturen och därmed rötterna för påfrestningar. Tillförsel av organiskt material bidrar till att upprätthålla en god struktur.

Lågförmultnad växttorv (sphagnumtorv) har stor porvolym och ökar därför vatten- och luftinnehållet i jorden. Torven ska ha grov struktur för att inte bäddens yta ska slamma igen med syrebrist som följd. Bark som jordförbättringsmedel har fördelen att den inte bryts ned lika snabbt som torv. Halm däremot omsätts snabbare än både torv och bark vilket innebär att den strukturhöjande effekten blir kortvarigare. Både torv, bark och halm har låg kvävehalt vilket innebär att kväve förbrukas under omsättningen. Halmens snabbare omsättningshastighet gör dock att näringsbalansen kortsiktigt påverkas mer vid tillförsel av halm än vid tillförsel av torv och bark vilket man bör ta hänsyn till vid gödslingen i nyanlagda odlingar.

Tabell 8. Totala mängden växtnäring i gödselmedlen.

	N	NH <sub>4</sub> -N	P	K	Mg	S	Ca	Na	B	Mn	Fe	Cu	Ni	Zn
	ppm (mg/kg) av värtvikt													
<i>Biofer</i>														
10-3-1	9,6		3,0	0,90	0,10	0,60	5,3	0,70	22,0	19,0	780	12,0	2,25	110,0
9-3-4	8,8		2,7	3,5	0,14	2,13	5,0	1,15	21,1	17,2	702	11,6	2,17	105,2
6-3-12	6,1		3,0	11,8	0,10	6,90	6,0	2,60	22,2	9,0	349	7,9	1,57	84,1
4-1-20	4,3		1,1	20,1	0,11	11,79	3,10	4,17	21,8	7,1	263	7,7	1,58	64,8
2-1-15	2,5		0,9	15,0	0,35	8,40	2,90	2,86	10,5	0,6	4,16	22,8	2,41	175,1
7-9-0 (benmjöl)	7,2		8,9	0,4	0,2	0,2	15,4	0,6	25,0	2,2	58,0	1,4	0,55	100,0
Hemoglobin (blodmjöl)	14,4		0,2	0,7	0,0	0,3	0,0	0,4	25,0	1,9	2600	1,6	0,25	15,0
<i>Bina-produkter</i>														
Bina-Röd 5-2-4	5,0		1,8	3,8	0,6		3,8	0,3				158	5,1	355
Bina-Blå 6-3-12	6,0		2,8	12,0	0,3	2,0						39,2	3,5	133
Bina-Grön 10-1-3	10,3		1,0	2,8								38	2	218
<i>Vinass</i>	4,0-4,6		<0,1	5,1-5,3	0,1	2,0-3,5	0,4		10,0	34,0	64,0	2,10	6,50	<0,90
<i>Kieserit</i>					15,0	20,0								
<i>Kalimagnesia</i>				24,9	6,0	18,0								
<i>BioRika</i>	3		1	4										
<i>Nötgödsel</i>														
djupströ	0,54	0,054	0,15	1,04	0,11	0,09								
fast	0,52	0,13	0,14	0,45	0,097	0,078	0,25	0,038				5,3	0,60	28,7
flyt 9% ts	0,40	0,20	0,061	0,40	0,061	0,049	0,14	0,032				3,4	0,27	15,7
urin	0,35	0,31	0,0059	0,56	0,019	0,025	0,022	0,030				0,41		2,1
<i>Höns gödsel</i>														
djupströ höns 50% ts	2,18	0,87	0,76	1,02	0,5									
djupströ slaktcyckling 70% ts	3,29	0,66	0,81	1,54	0,64									
fast höns 30% ts	1,18	0,71	0,37	0,50	0,5									
flyt höns 11 % ts	0,47	0,35	0,14	0,18	0,13									
<i>Häst gödsel</i>														
fast	0,49	0,050	0,16	1,06	0,1									
<i>Fårgödsel</i>														
fast	0,95	0,095	0,18	2,19	0,1									
<i>Sving gödsel</i>														
djupströ	0,48	0,048	0,26	0,46	0,12	0,11						10,3	0,18	36,8
flyt 6% ts (slaktsvin)	0,34	0,24	0,10	0,16	0,041	0,042	0,15	0,049				30,8	1,04	187,5
fast (sugga)	0,66	0,16	0,39	0,25	0,14	0,14	0,59	0,085				0,92		4,65
urin (sugga)	0,18	0,16	0,026	0,13	0,0075	0,020	0,036	0,070						

Källa: Lantmännen (2006) och Garta produkter (2006).

För stallgödsel: Stank in mind, Jordbruksverket 2006. Utom för kalcium, magnesium, svavel och mikronäringsämnen för nötgödsel: fast, flyt och urin samt för svinggödsel: fast, flyt och urin där källan är Naturårdsverkets rapport 4974, Stallgödselns innehåll av växtnäring och spårämnen. Tänk på att innehållet i stallgödsel varierar mycket, dels för att torrsubstanshalten varierar och dels för att växtnäringens innehåll varierar.



## Grundgödsling

Det är svårt att särskilja jordförbättring och grundgödsling eftersom allt organiskt material bidrar till att bygga upp jordens struktur. Stallgödsel har t.ex. bättre strukturhöjande effekt än halm eftersom materialet har stabiliserats (omsatts) först i djurets mage och därefter eventuellt också genom kompostering (figur 14). Ett gödselmedel bör dock även kunna bidra med näring till grödan under samma odlingssäsong som det tillförs, ett krav som stallgödsel uppfyller. Det bör dock inte tillföras för mycket näring med jordförbättringsmedel och grundgödsling. Risken är att plantorna blir överfrodiga. Senare, när omsättningshastigheten avtar och näringsfrigörelsen inte längre ligger på samma nivå som plantornas behov, tunnas plantorna ut.

## Tillskottsgödsling

När plantorna etablerat sig är det dags för tillskottsgödsling. De gödselmedel som används för tillskottsgödsling kan med fördel vara mer lättomsättbara än gödselmedlen som används för grundgödsling. Om grödan visar bristsymptom är det speciellt viktigt att näringen frigörs snabbt. Gödselmedel med en stor andel mineralkväve är då effektiva (tabell 2). Om gödselmedlet är flytande eller fast, om det är finmalet eller pelleterat och om det myllas ned i jorden eller inte har också stor betydelse för hur snabbt näringen blir tillgänglig för växten. Några odlare löser upp fasta gödselmedel i vatten för att kunna tillföra näringen via odlingens bevattningssystem. Organiska gödselmedel som tillförs med bevattningssystemet kan dock sätta igen fina slangar och det är därför viktigt att undvika att det näringsberikade vattnet blir stående i bevattningssystemet.

## Tips från praktiken

### Tillskottsgödsling, hur och vad?

Vid tillskottsgödsling önskar man ett gödselmedel som går snabbt att sprida och ger en snabb leverans av framförallt kväve. Lämpliga gödselmedel kan då vara:

- blodmjöl
- finfördelad grönmassa med klöver, ungt material, C/N-kvot < 20
- lusermjöl
- nöturin
- vinass
- höngödsel
- pelleterade gödselmedel baserade på restprodukter från slakteri eller kycklinggödsel.

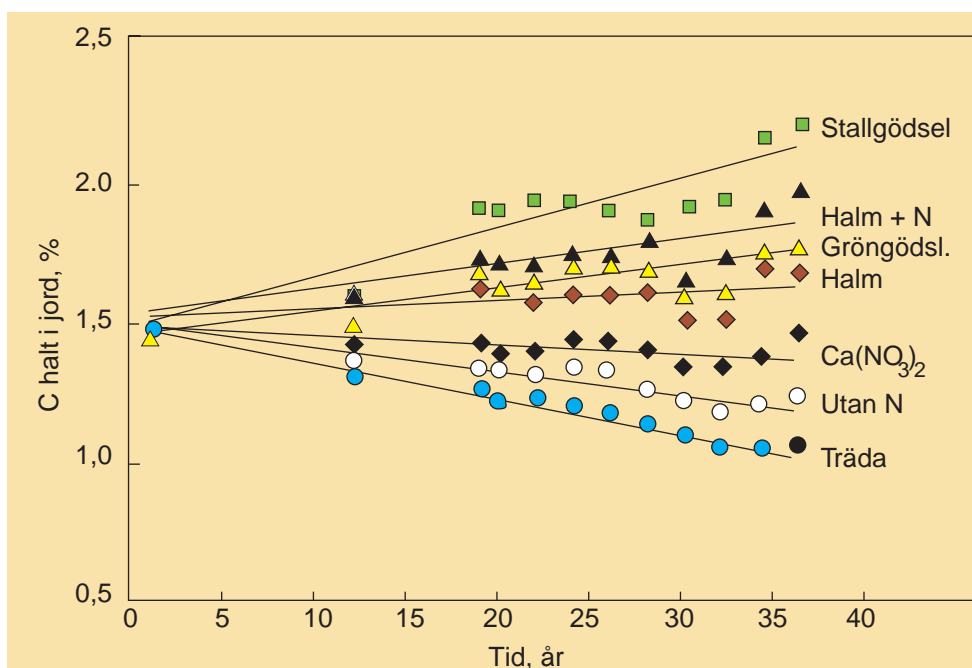
## Analys

### Jordanalyser

Som grund för beräkningen av gödslingsgivan bör en förråds- (HCl) och tillgänglighets- (AL) analys ligga. Tolkningen av värdena i en tillgänglighetsanalys kompliceras när växtnäringen i gödselmedlen inte är vattenlösliga utan är bundna i organiska och oorganiska föreningar. Analysvätskan som används löser exempelvis lättare ut fosfater än vad växten förmår och analysen kan därför ge en överdriven bild av mängden växttillgängligt fosfor.

För att få en vägledning om hur mycket näring som ska tillföras vid tillskottsgödslingarna görs en drifanalys, en s.k. Spurwayanalys, innan plantering och därefter upprepade gånger under odlingsperioden. Spurwaymetoden försöker efterlikna de förhållanden som råder i rotens absoluta närhet.

Spurwayanalysens riktvärden har tagits fram för förhållanden som råder vid konventionell odling där



Figur 14. Förändringar av kolhalten i marken. Resultat från ett 35-årigt fältförsök på lerjord, Ultuna. (Källa: Kirchmann et al., 1994 omarbetat av Båth et al., 1999)



**Figur 15.** En odlare provar att lägga tillskottsgödseln i vertikala dräneringsrör för att gödseln ska komma ner i bädden.  
(Foto: Johan Ascard)

substratvolymen per planta är lägre än i ekologisk odling och substratet ofta är inert dvs. mycket lite näring frigörs från substratet under odlingsäsongen. Denna skillnad mellan odlingsystemen är viktig vid bedömningen av analysvaren. Spurwayvärdena för kväve, fosfor och svavel i ekologisk växthusodling ligger t.ex. ibland under de rekommenderade trots att inga bristsymptom observerats i odlingen. Förklaringen till detta är troligen den större substratvolymen per planta och den transport av växtnäring som ständigt pågår mellan de olika näringsfraktionerna i marken i ett "levande" substrat. Kalium i organiska gödselmedel är i motsats till kväve, fosfor och svavel inte organiskt bundet och analysvärdena är därför troligen tillförlitligare när det gäller detta växtnäringsämne. Spurwayanalysen innefattar även mätning av ledningstalet som ger ett grovt mått på mängden tillgänglig växtnäring i jorden. Blir ledningstalet för högt får plantan svårt att ta upp vatten

och därmed näring. Växtnäringsämnen påverkar dock ledningstalet i olika hög grad. Nitrat, klorid och sulfat ger en stark påverkan medan kalium, fosfor och kalcium påverkar mindre.

### Växtanalyser

Växtnäringsbrist kan bero på många olika faktorer och Spurwayanalysen kan därför kompletteras med en analys av plantans växtnäringsstatus, en blad- eller växtsaftanalys. Tillsammans kan de båda analyserna ge en uppfattning om huruvida brister i plantan beror på låga växtnäringsnivåer i jorden eller om upptaget försvåras av andra faktorer som t.ex. obalans mellan växtnäringsämnen eller på att jordens pH förhindrar frigörelsen från övriga växtnäringsfraktioner i jorden. För att få en bra bild av näringsupptaget i växten bör analyser tas regelbundet under odlingsäsongen.

## Litteratur

- Albertsson, B. (2005). Riktlinjer för gödsling och kalkning 2006. Rapport 2005:21, Jordbruksverket.
- Ascard, J. & Rehnstedt, C. (red.) 2003. Ekologisk odling av grönsaker på friland, flik 13. Kurspärm Jordbruksverket.
- Bergmann, W. (1992). Nutritional disorders of plants - development, visual and analytical diagnosis. Gustav Fischer Verlag, Jena.
- Båth, B. & Ögren, E. (1995). Växtföljden och odlingssystemet vid ekologisk odling av frilandsgroönsaker. Jordbruksverket.
- Båth, B. (1996). Ekologisk odling av växthustomat – substrat, gödsling och växtskydd. Jordbruksinformation 2, Jordbruksverket.
- Båth, B. (1997). Gröngödsling och hushållsavfall i frilandsoodlade grönsaker. Jordbruksinformation 10, Jordbruksverket.
- Båth, B. et al. (1999). Växtföljden och odlingssystemet vid ekologisk odling av frilandsgroönsaker. Jordbruksinformation 20, Jordbruksverket.
- Båth, B., Elfstrand, S., Lundegårdh, B. Rämert, B. & Ögren, E. (2006). Gröngödsling i köksväxter – inte lätt att välja metod. Ekologiskt lantbruk 9, 18-21.
- Dock Gustavsson, A.; Flink, M.; Hamner, K.; Holstmark, K. & Rahbek Pedersen, T. (reds.) (2004). Ekologisk växtodling, flik 3. Kurspärm Jordbruksverket.
- Garta produkter (2006). Personligt meddelande C. Munke, Binadan A/S.
- Germundsson, C. (2006). Ströanvändning i djurstallar - en litteraturgenomgång. Projektrapport nr 6, Institutionen för jordbrukets biosystem och teknologi, SLU.
- Havlin, J. L., Beaton, J.D., Tisdale, S.L. & Nelson, W. L. (1999). Soil fertility and fertilizers – an introduction to nutrient management. Prentice-Hall, Inc.
- Jerkebring, K. (2000). Anpassad kvävegödsling i ekologisk odling av frilandsgroönsaker – ett kunskapsunderlag för delad kvävegiva. Examensarbeten/Seminarieuppsatser 16, SLU, Uppsala.
- Jerkebring, K. et al. (2001). Anpassad kvävegödsling i ekologisk odling av frilandsgroönsaker, Jordbruksinformation 6, Jordbruksverket.
- KRAV ekonomisk förening (2007). Regler för KRAV certifierad produktion.
- Lantmännens hemsida, 2006. <http://www.lantmannen.com/Default.aspx>
- Marschner, H. (1995). Mineral nutrition of higher plants. Academic Press, Cambridge.
- STANKs schablonsiffror för växtnäringsbalansberäkningar (2006). Personligt meddelande J. Linder, Jordbruksverket, Uppsala.
- Steineck, S., Gustafson, G., Andersson, A., Tersmeden, M., & Bergström, J. Stallgödselns innehåll av växtnäring och spårelement. Rapport 4974. Naturvårdsverket.
- Stevenson, F.J. (1986). Cycles of soil: carbon, nitrogen, phosphorus, sulfur, micronutrients. John Wiley & Sons Inc, New York.
- Tisdale, S.L. et al. (1999). Soil fertility and fertilizers – an introduction to nutrient management. Prentice Hall, New Jersey.
- van Eysinga, R. & Smilde, K.W. (1981). Nutritional disorders in glasshouse tomatoes, cucumbers and lettuce. Center for agricultural publishing and documentation, Wageningen, the Netherlands.
- Växtodlingslära, del 1 marken (ed. Hammar, O.). Svenska Lantbruksskolornas Lärareförening, LTs förlag, Borås 1970.
- Växtnäringsutnyttjande i ekologisk tomatodling (eds. Ögren, E. & Homman, K.) (2000). Länsstyrelsen i Västmanlands län, Lantbruks- och fiskeenheten.
- Växtnäringsutnyttjande i ekologisk tomatodling (eds. Ögren, E. & Homman, K.) (2001). Länsstyrelsen i Västmanlands län, Lantbruks- och fiskeenheten.
- Växtnäringsutnyttjande i ekologisk tomatodling (eds. Ögren, E. & Homman, K.) (2002). Länsstyrelsen i Västmanlands län, Lantbruks- och fiskeenheten.
- Växtnäringsutnyttjande i ekologisk tomatodling (eds. Ögren, E. & Homman, K.) (2003). Länsstyrelsen i Västmanlands län, Lantbruks- och fiskeenheten.
- Växtnäringsutnyttjande i ekologisk tomatodling (eds. Ögren, E. & Homman, K.) (2004). Länsstyrelsen i Västmanlands län, Lantbruks- och fiskeenheten.
- Växtnäringsutnyttjande i ekologisk tomatodling (eds. Hanson, M. & Ryberg, A.) (2005). Hushållningssällskapet i Västra Götaland.

Broschyren är en del i kurspärmen "Ekologisk odling i växthus" 2007/2008.

Jordbruksverket  
551 82 Jönköping  
Tfn 036-15 50 00 (vx)  
E-post: [jordbruksverket@sjv.se](mailto:jordbruksverket@sjv.se)  
Webbplats: [www.sjv.se](http://www.sjv.se)



Detta material har delvis  
finansierats med EU-medel