

Makronäringsämnen

av Birgitta Båth



Europeiska jordbruksfonden för
landsbygdsutveckling: Europa
investerar i landsbygdsområden

Makronäringsämnen

Text: Birgitta Båth, Inst. för Växtproduktionsekologi, Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU), Uppsala

Foto och bildtext: Elisabeth Ögren, Jordbruksverket

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, till exempel genom upptag i växten, övergår form B till form A så att jämvikten bibehålls. Var jämviktspunkten ligger mellan de olika formerna av ett näringsämne är starkt pH beroende.

Osmotiskt tryck är det tryck som en vätska som är skild från destillerat vatten med hjälp av en semipermeabel vägg, måste utsättas för, för att det inte genom osmos ska ske ett nettoflöde av vatten in i vätskan.

Växtnäring i jord och växt

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 rotsystemet växer till bättre i en jord med god struktur.

Växten består till största delen av vatten, 80–90 procent, och kolhydrater som huvudsakligen består av kol, syre och väte. Resten av växten består av mineralämnen, 1–2 procent. 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 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 nödvändigt för kvävefixerande bakterier. Kobolt är därmed också nödvändigt för växters förmåga att, i symbios med dessa bakterier, fixera kväve. Troligen kommer fler grundämnen att räknas som nödvändiga när kunskapen inom område ökar.

De flesta mineralämnen ingår i växtens organiska strukturer. Kväve, svavel och fosfor ingår i proteiner och aminosyror. Magnesium och



Jordart och mullhalt påverkar hur mycket växtnäring en jord innehåller och hur mycket av den bundna näringen som frigörs till markvätskan. Jordens struktur och dränering är viktiga faktorer för rötternas utveckling och därmed även för växternas näringsupptag.

mikronäringsämnen, med undantag för klor, ingår till övervägande del 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. De upprätthåller jämvikten mellan positiva och negativa joner och reglerar enzymatiska reaktioner.

Tabell 1 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.

Tabell 1. Koncentrationen av näringsämnen i växten. För makronäringsämnen 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 underskridits. För mikronäringsämnen anges det intervall inom vilket koncentrationen anses vara tillräckligt 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 tillräckligt 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

Transport av näringsämnen

I växtens stam och grenar finns 2 typer av transportsystem för vatten och näring. I mitten av vävnaden finns xylemet och som en ring runt ligger floemet. I xylemet går transporten uppåt och drivs av växtens vattenupptag och avdunstning. Näringstransporten i floemet kan ske både uppåt och neråt och drivs av växtens behov.

De flesta näringsämnen transporteras både via xylemet och via floemet. För många, speciellt mikronäringsämnen, är rörligheten i floemet låg. Framst 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 mikronäringsämnen inom växten sjunker i följande ordning: Mo>Zn>Fe>Cu>B>Mn.

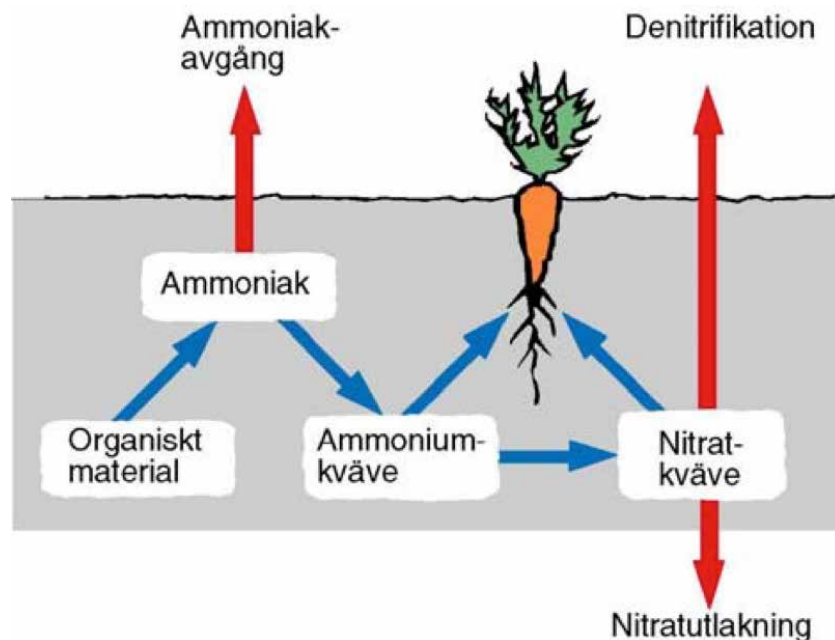
Makronäringsämnen

Kväve (N)

Förekomst i jorden samt upptag i växten

Odlade jordar kan, beroende på jordart, innehålla mellan 4 och 30 ton kväve per hektar i plogdjupet. Kväve förekommer i olika former i marken, se figur 1. Den övervägande delen av kvävet är organiskt bundet. En mindre del, från ett fåtal kilo upp till ett par hundra kilo per hektar, återfinns i mineralform, huvudsakligen som ammonium (NH_4^+) och nitrat (NO_3^-).

Nitratkväve är relativt rörligt i marken medan ammoniumkväve binds till markens lermineral och till nedbrutet organiskt material. Oorganiskt kväve förekommer också i form av gaser band annat som ammoniak (NH_3) och lustgas (N_2O), en av de gaser som bidrar till växthuseffekten.



Figur 1. Kväve förekommer i olika former i jorden. (Illustration Kim Gutekunst).

Det organiskt bundna kvävet utgör inte en enhetlig fraktion. Den aktiva poolen utgör 10 procent av jordens organiska substans men svarar för 30–40 procent av kvävefrigörelsen. Den aktiva poolen består av mikroorganismer samt lättomsättbara växt och djurrester. Resterande mängd organiskt kväve ingår i mer eller mindre lättillgängliga humus-substanser. De stabilaste fraktionerna utgör mellan 30 och 70 procent av jordens förråd av organiskt kväve. De har en omsättningstid på mellan 100 och 1000 år.

Växtens rötter tar upp kväve 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 (N_2).

Nitrat kan transporteras och lagras i växten. Ammonium, och speciellt dess jämviktspartner ammoniak, är giftigt för växten även i låga koncentrationer. Ammonium binds därför in i organiska föreningar redan i rötterna och transporteras vidare i växten som aminosyror och amider.

Förekomst i växten och symptom vid obalanser

Kväve förekommer i växten i koncentrationer mellan 1 och 5 procent av torrsubstanshalten. Kväve är en beståndsdel i proteiner, amino- och nukleinsyror samt i enzymer. Kväve spelar därmed en viktig roll vid överföring av genetisk information och i växtens energiomsättning. Inget annat ämne kan ersätta kväve i någon av dessa funktioner. Kvävebrist visar sig därför snabbt i försämrade tillväxt. I grönsaker kan brist uppstå vid koncentrationer i bladen under 1,5 procent.

När kväve saknas avstannar syntesen av klorofyll och växten bleknar och gulnar så småningom. Då kväve är ett lättroligt ämne i växten uppstår symptomen först på äldre blad. Slutligen vissnar växten med början i bladspets och bladkanter. På grund av det relativa 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 till exempel fosfor men kvävebrist ger dessutom alltid bleka plantor. Rötterna hos plantor med kvävebrist blir 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. Vid överskott av kväve sker dessutom, speciellt vid ljusunderskott, en ansamling av nitrat och amider i växten vilket ger en smaklösare produkt. Höga nitrathalter gör också produkten mindre lämplig att äta, framför allt för små barn.

Fosfor (P)

Förekomst i jorden samt upptag i växten

Mängden fosfor i odlade jordar uppgår till mellan 0,2 och 3 ton per hektar, vanligen runt 2 ton per hektar. Liksom kväve kan fosfor förekomma både i oorganiska former och bundet i jordens organiska fraktioner. I odlade jordar dominerar de oorganiska fosforfraktionerna.

Både den organiska och oorganiska fosforpoolen i jorden kan delas upp i en del med svårslösligt fosfor (över 90 procent) och i en del med utbytbar, lättillgängligt, fosfor. Den lättillgängliga delen står i direkt kontakt med fosfor löst i markvätskan. Genom jämviktsreaktioner står de olika fosforfraktionerna i kontakt med varandra.

Lättillgänglig fosfor kan frigöras och bli tillgängligt för växterna under loppet av en odlingsäsong. Det utgörs av fosfor löst bundet till lermineral, oftast till järn eller aluminium. Den lättillgängliga delen är även fosfor bunden i lättomsättbara organiska föreningar och oorganiskt fosfor löst i markvätskan.



Vid kvävebrist avstannar tillväxten och framförallt äldre blad bleknar. Plantan kan även få rödaktiga missfärgningar som orsakas av överskott av kolhydrater.

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 2 aluminiumatomer och bundet till kalcium liksom fixerat inuti mineralpartiklar.

Det är från markvätskan som växterna hämtar fosfor, främst 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-}). Denna fosforfraktion i markvätskan är liten, 0,4–0,8 kilo per hektar. Tillgängligheten av fosfor är därmed starkt beroende av hastigheten i jämviktsreaktionerna. På våren när temperaturen är låg är också hastigheten låg. Det medför att det kan uppstå tidig fosforbrist även på jordar med normal fosforstatus.



Risken för fosforbrist är störst i grödor med svagt rotsystem som till exempel lök. Förekomsten av mykorrhiza har därför speciellt stor betydelse för lökväxternas möjlighet att ta upp fosfor.

Risken för fosforbrist är speciellt stor för växter med svaga rotsystem som lökväxter. För dessa växter har därför associationen med mykorrhizasvampen stor betydelse för fosforförsörjningen. Svampens hyfer ökar den jordvolym som växten kan ta upp näring från. 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 gödslas upp och får ett högre fosfortillstånd. Det 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 i markvätskan. Fosfor har högst tillgänglighet vid ett pH kring 6,5. Vid lägre pH bildas föreningarna med aluminium och järn, vid högt pH bildas föreningar med kalcium.

Förekomst i växten och symptom vid obalanser

Normalt är koncentrationen av fosfor 0,1–0,5 procent av växtens torrsubstanshalt. I växten förekommer fosfor i olika cellmembran och som beståndsdel av nukleinsyror. Fosfor är därmed en viktig bärare av genetisk information. Vissa fosforföreningar är också viktiga för transport och lagring av den energi som växten tillgodogör sig via fotosyntesen. I likhet med kväve kan fosfor inte bytas ut mot något annat element. Koncentrationer under 0,2 procent ger upphov till bristsymptom i grönsaksgrödor.

Fosfor är lätttröligt i växten och omfördelas vid brist från äldre till yngre delar. Symptomen blir därför tydligast på äldre blad. Då växten har förmåga att recirkulera och återanvända det fosfor som används i energirika föreningar tar det emellertid långt tid innan tillväxten helt avstannar.

I de tidiga stadierna av fosforbrist sker en koncentration av klorofyll. Det gör att bladen blir mörkt gröna, styva och böjs nedåt. Undersidan av bladen liksom stjälk och stam kan, på grund av ett överskott av kolhydrater, få en rödviolet anstrykning, ibland med bruna kanter. Vid allvarigare brist

bleknar växten och tillväxten avtar kraftigt (dvärgväxt). Blomningen blir försenad och antalet blommor minskar liksom fröbildningen. Även rotutvecklingen påverkas negativt. Rötterna blir dåligt förgrenade och i vissa fall rödbruna.

Överskott av fosfor ger sällan upphov till symptom. 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 makronäringssämnena. Beroende på jordart finns mellan 0,1 och 60 ton kalium per hektar i plogdjupet. I motsats till kväve och fosfor ingår kalium inte i några organiska föreningar.

Kalium återfinns till 99 procent i mineral som illit, montmorillonit, fältspat och biotit. Genom vittring från mineralen tillförs kalium till jordens fraktioner av svårslösligt, och så småningom lättlösligt kalium.

Det svårslösliga kaliumet (K-HCl) finns fixerat mellan skikten som bygger upp lermineral (illit och montmorillonit). Lättlösligt kalium (K-AL) finns associerat till ler och organiska föreningar samt löst i markvätskan. I markvätskan förekommer kalium som K^+ , den jon som växten tar upp. Andelen kalium som är löst i markvätskan är liten. Denna fraktion står dock i direkt kontakt med övriga kaliumfraktioner i jorden genom jämviktsreaktioner. 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. Det 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. Kaliumupptaget är däremot 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.

Rekommenderad kvot mellan lättlösligt (AL) kalium och magnesium vid olika K-AL tal framgår av tabell 2. Gödslingsrekommendationerna för magnesium är dessutom beroende av lerhalten, se sid 9.

Tabell 2. Rekommenderad högsta kvot mellan kalium och magnesium vid olika K-AL klasser (K-AL anges i mg/100 g jord).

När kvoten är lägre rekommenderas komplettering med kalium

K-AL tal	< 8	8–16	> 16
K/Mg kvot	2,5	2	1,5

Källa: Jordbruksverket, 2013



Kaliuminnehållet är generellt lägre i lätta jordar jämfört med i lerjordar. Svårslösligt kalium finns fixerat mellan skikten i lermineraler. Lättlösligt kalium finns associerat till ler och organiska föreningar samt löst i markvätskan.

Förekomst i växten och symptom vid obalanser

Kaliumkoncentrationen i växten varierar normalt mellan 1 och 6 procent av torrsubstanshalten. Även värden därutöver kan förekomma vid ”lyxkonsumtion”. Värden under 2 procent indikerar brist.

Då kalium inte ingår i några organiska föreningar är detta växtnäringsämne det mest lättlösliga i växten. Kalium är en viktig transportör av andra joner genom växtens olika membran. På grund av kaliums roll som transportör har kaliumbrist bland annat stor betydelse för näringsammansättningen i rotfrukter med stora upplagsorgan.

Kalium reglerar också växtens pH och balansen mellan positivt och negativt laddade joner. Kalium reglerar också saftspänningen, vattentrycket, som styrs av balansen mellan salter och vatten.

Kaliums roll för regleringen av saftspänningen i växten gör att det första tecknet på kaliumbrist kan vara att växten lätt slokar under varma sommark dagar. Kaliumbrist kan även leda till att frosttoleransen försämras. Kalium är även viktigt för syntesen av proteiner och stärkelse. Vid brist på kalium ackumuleras därför enkla kolhydrater och kväveföreningar. Det gör att växtens motståndskraft mot svampangrepp minskar. God tillgång på kalium stärker däremot motståndskraften genom att växtens stödjevävnader och cellväggar stärks.

På bladen uppträder symptom först på äldre och halvgamla blad. Vid brist transporteras kalium till yngre blad med stor metabolisk aktivitet. Bladfärgen är ofta mörkare än normalt och bladkanterna något vågiga och gul-gröna samt neråtböjda. Bladkanter och spetsar torkar efterhand in. Döda fläckar uppträder ibland på bladskivan längs nerverna. Till sist gulnar hela bladet men nerverna förblir gröna. Rötterna blir långa och ogrenade med en dragning åt gult.

Symptom på kaliumöverskott är mycket sällsynt i fält.



Kalium har en viktig roll som transportör av andra joner. Tillgången på kalium har därmed stor betydelse för näringsammansättningen i rotfrukter med stora upplagsorgan.

Magnesium (Mg)

Förekomst i jorden samt upptag i växten

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

Det lättlösliga magnesiumet är i storleksordningen 5 procent 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.

I tabell 2 visas den rekommenderade kvoten mellan kalium och magnesium vid olika kaliumklasser. Gödslingsrekommendationerna för magnesium är beroende av lerhalten. Magnesium bör vara högre på en lerjord, mer än 10 mg magnesium per 100 g jord. På en lätt jord är gränsnivån 4 mg magnesium per 100 g jord.

Förekomst i växten och symptom vid obalanser

Koncentrationen av magnesium i växten är 0,1–0,5 procent. Koncentrationer under 0,2 procent indikerar brist. Magnesium är centralatom i klorofyllmolekylen och spelar därmed en viktig roll vid fotosyntesen. Merparten av växtens magnesium finns dock löst i cellvätskan. Där påverkar och deltar ämnet i enzymatiska reaktioner samt reglerar växtens vattenbudget och jonbalans.

Magnesium är viktigt för transport och överföring av energi i växten. Därmed är magnesium indirekt nödvändigt för syntesen av de flesta av växtens byggstenar som till exempel proteiner och kolhydrater. Magnesiumbrist kan därför, liksom kaliumbrist, leda till ansamling av enklare föreningar i bladen.

I likhet med brist på andra ämnen som är lättlösligt i växten framträder magnesiumbrist först på äldre blad. Bladen gulnar mellan nerverna. Nerverna 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. Rötterna blir vid brist korta och "slemmiga".



Magnesiumbrist framträder först på äldre blad som gulnar mellan nerverna och får ett marmorerat utseende, ibland med röda inslag och döda fläckar.

Svavel (S)

Förekomst i jorden samt upptag i växten

Mängden svavel i matjordslagret uppgår till runt 1 ton per hektar. Huvuddelen av svavlet är bundet i organiska föreningar, 95–99 procent. Svavel frigörs som sulfat (SO_4^{2-}) genom omsättning av det organiska materialet och genom vittring av svavelrika mineral (till exempel pyrit). Sulfatjonen är den dominerande oorganiska formen av svavel i jorden.

Växterna tar lättast upp svavel i form av sulfatjon. Sulfat förekommer fritt i markvätskan. I vissa jordar förekommer svavel associerat till mineralpartiklar och i oxider av järn och aluminium. Sulfatjonen är liksom nitrat lättlösligt 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

I växten är koncentrationen av svavel 0,1–1,5 procent. Koncentrationer under 0,5 procent kan ge upphov till brist i grödor med stort svavelbehov. Det svavel som växten inte har nytta av direkt omsätts inte utan lagras i växten som sulfat. Upp till 60 procent av svavlet kan finnas lagrat på detta sätt.

Av det omsatta sulfatet finns omkring 90 procent bundet i aminosyror och proteiner samt i vitaminer, hormoner och enzymer. I kålväxterna är svavel dessutom en viktig beståndsdel i sekundära föreningar som glukosinolater. Kål har därför ett större behov av svavel än andra växtgrupper.

På grund av minskat nedfall av svavel med "surt" regn har brist på svavel börjat uppträda under senare år. Brist på svavel ger tillväxthämning, plantorna blir små och styva. Eftersom en stor del av bladproteinerna ingår i fotosyntesapparaten gulnar bladen mellan nerverna med början



Svavel är en viktig beståndsdel i glukosinolater. Därför har kålväxter ett större behov av svavel än andra växtgrupper.

hos de yngre bladen. Bladen kan bli mer upprättstående än vanligt. I vissa fall med nedåtböjd bladskiva, smala och buckliga. Stammar och nerver kan hos exempelvis kålväxter få en violett anstrykning.

Svavel förekommer i enzym som styr omvandlingen av nitrat. Svavelbrist kan hämma proteinsyntesen och medföra en ansamling av nitrat i växten. Svavelbrist förväxlas på grund av hämningen av proteinsyntesen ofta med kvävebrist. Kvävebrist uppträder däremot först på äldre blad och normalt böjs inte heller bladen nedåt. Vid svavelbrist blir rötterna 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 som fältspat 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 jonen Ca^{2+} och transporteras med transpirationsströmmen upp i växten. Upptaget av kalcium påverkas, förutom av tillgången på kalcium, av jordens pH. Upptaget påverkas även av i vilka mängder andra positiva joner som kalium och magnesium förekommer i jorden.

Förekomst i växten och symptom vid obalanser

Koncentrationen av kalcium i växten varierar mellan 0,1 och 5,0 procent. Kalciumkoncentrationer under 0,8 procent i bladen utgör en kritisk gräns för brist i grönsaker. Kalcium är viktigt för växtens strukturella och fysiska stabilitet. En hög andel av växtens kalcium är bundet i cellväggarna. Brist på kalcium medför därför ofta kollaps av cellerna. Det yttrar sig som döda fläckar eller mjuka, blöta partier.

Kalcium är också viktigt för transportprocesser genom vävnader och i celler. Ofta är det obalanser mellan olika näringsämnen i jord eller växt som ligger bakom brist på kalcium.

Kalcium är svårörligt i växten eftersom det transporteras nästan uteslutande med transpirationsströmmen och binds till fasta strukturer i växten. En låg kalciumnivå är en förutsättning för att kunna upprätthålla en hög celldelning och därmed tillväxt. En låg nivå innebär samtidigt att det lätt uppstår brist. Risken för brist är störst i tillväxtpunkter och i yngre blad samt i frukter och upplagsorgan där nivån är låg. Bladkantbränna i sallat är ett exempel på detta.

Då kalcium är ett svårörligt näringsämne i växten uppstår bristsymptom först på yngre blad. Tillväxten avtar 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. Undersidan av bladen skiftar i violett.



Begynnande bladkantbränna på sallat.

Kalciumbrist kan uppstå om transpirationsströmmarna i växten begränsas. Orsaken kan vara låg eller ojämn vattentillgång, låg ljusintensitet eller hög luftfuktighet. Inre hjärtröta (tip-burn) hos grönsaker med stark huvudbildning som huvudkål och isbergssallat beror ofta på kalciumbrist. Orsaken är att den höga luftfuktigheten inne i huvudet minskar drivkraften för transpirationen.

Jordpackning eller nedbrukning av stora mängder färskt organiskt material kan orsaka syrebrist i jorden. Syrebrist minskar rötternas aktiva upptagningsyta vilket kan vara ytterligare en orsak till kalciumbrist.

Litteratur

Albertsson, B. 2007. Riktlinjer för gödning och kalkning 2008. Rapport 2007:22, 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.

Brady, N. C. 1974. The nature and properties of soils. Macmillan Publishing CO., Inc., New York.

Dock Gustavsson, A.; Flink, M.; Hamnér, K.; Holstmark, K. & Rahbek Pedersen, T. (reds.) 2004. Ekologisk växtodling, flik 3. Kurspärm Jordbruksverket.

Jerkebring, K. et al. 2001. Anpassad kvävegödsling i ekologisk odling av frilandgrönsaker, Jordbruksinformation 6, Jordbruksverket.

Jordbruksverket 2013. Gödning och kalkning 2014. Jordbruksinformation 11-2013 Jordbruksverket, Jönköping.

Magnusson, M. 2000. Soil pH and nutrient uptake in cauliflower (*Brassica oleracea* L. var. botrytis) and broccoli (*Brassica oleracea* L. var. italica) in northern Sweden. Multielement studies by means of plant and soil analyses. Agraria 220, SLU, Umeå. 564 s.

Marschner, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. Academic Press, Cambridge.

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.

Eriksson, J.; Nilsson, I. & Simonsson, M. 2011. Wiklanders Marklära, Studentlitteratur, Sverige.



Jordbruksverket
551 82 Jönköping
Tfn 036-15 50 00 (vx)
E-post: jordbruksverket@jordbruksverket.se
www.jordbruksverket.se