

Växtnäringsstyrning

av Elisabeth Ögren



Europeiska jordbruksfonden för
landsbygdsutveckling: Europa
investerar i landsbygdsområden

Förord

Denna skrift är en uppdatering av det tidigare häftet med samma namn från 2007. Författarna var då Birgitta Båth, Institutionen för Växtproduktionsekologi, SLU, Uppsala, och Christina Winter som då arbetade på Jordbruksverket. Elisabeth Ögren, Jordbruksverket, har nu omarbetat och utökat texten.

Häftet ingår som en del i Jordbruksverkets kurspärm Ekologisk odling i växthus.

Uppsala, februari 2019
Elisabeth Ögren, Jordbruksverket

Foto framsida: Elisabeth Ögren, Jordbruksverket

Innehåll

Förord	2
Innehåll	3
Jorden är grunden	6
Odlingssystem.....	14
Växtnäring i olika former	17
Gödselmedel.....	19
Växtnäringsfrigörelse.....	24
Balanser mellan växtnäringsämnen.....	34
Gödsling	37
Makronäringsämnen.....	45
Mikronäringsämnen.....	51
Mer att läsa	56

Växtnäringsstyrning i ekologisk odling i växthus

Text: Elisabeth Ögren, Jordbruksverket.

Ekologisk odling grundar sig på ett antal principer. En av dessa handlar om att underhålla och förbättra jordens bördighet, struktur och biodiversitet samt att växterna i första hand ska försörjas med växnärings via jorden. Dessa grundprinciper är också förutsättningar för att ekologiska odlingssystem ska fungera. Genom att utgå från och förstärka de naturliga processer som ständigt pågår i en levande jord kan du underlätta frigörelsen av växnärings, både den som finns bunden i marken och den som finns i de gödselmedel som du tillför. Därför är det viktigt att känna till de processer som styr frigörelsen av växnärings i jorden och hur du kan påverka dem.

I växthusodling är tillväxthastigheten och skörden betydligt högre per ytenhet jämfört med i frilandsodling. Växthusodling ställer höga krav på växtnäringsleveransen från jorden. Det krävs stora mängder växnärings för att täcka växthuskulturernas behov. Därför tillför odlarna vanligtvis stora mängder växnärings som omsätts i förhållandevis snabb takt i den varma och fuktiga växthusjorden. Den höga växtnäringsnivån i kombination med att det oftast inte är någon utlakning alls kan leda till att salthalten i jorden, det vill säga ledningstalet, blir högt. I förlängningen kan högt ledningstal, obalanser mellan näringsämnen i organiska gödselmedel och högt pH-värde i växthusjorden orsaka problem i form av obalanser i både jord och gröda. En balanserad gödsling och förbättrat växtnäringsutnyttjande minskar riskerna för problem.



En av grundprinciperna i ekologisk odling är att välja odlingsmetoder som underhåller och förbättrar jordens bördighet. Foto: Elisabeth Ögren



I växthusodling är tillväxten och därmed också växtnäringsbehovet betydligt större per ytenhet än i frilandsodling. Foto: Johan Ascard.



I växthus är jorden ständigt fuktig och temperaturen hög vilket gör att organiskt material omsätts snabbt.
Foto: Elisabeth Ögren.

Jorden är grunden

Växthusodling ställer stora krav på jorden, odlingssäsongen är ofta lång och temperaturen betydligt högre än på friland. Jorden är ständigt fuktig genom regelbunden bevattning. Hög temperatur och fuktig jord gör att omsättningen av organiskt material är betydligt högre än i en åkerjord. Den snabba nedbrytningen av organiskt material i kombination med regelbunden bevattning gör att jordstrukturen kan försämrast snabbt.

En förutsättning för att skördarna ska bli höga och av god kvalitet är att jorden erbjuder en miljö där plantornas rötter kan utvecklas och vara så arbetsdugliga som möjligt. Rötterna måste klara av att tillgodose plantan med vatten och näring även när behovet är som störst. Stora mängder vatten och snabb nedbrytningshastighet av organiskt material utsätter bäddstrukturen och därmed rötterna för påfrestningar. Dålig jordstruktur leder till dålig rotutveckling och därmed sämre tillgång till växtnäring, försämrade dränering och lägre mikrobiologisk aktivitet. Därför är det extra viktigt att regelbundet tillföra organiskt material i växthusodlingar för att upprätthålla strukturen.

När du tillför organiskt material ökar jordens innehåll av lättomsättbart material vilket förbättrar jordens struktur på kort sikt. Organiskt material stimulerar bakterier och svampar som lever i jorden, vilket i sin tur förbättrar aggregatstabiliteten. Organiskt material är föda till markdjur som dagmaskar som skapar värdefulla gångar i jorden. Alla markorganismer, från dagmaskar till bakterier, spelar en viktig roll i växtnäringsflödet i jorden och även för kontrollen av sjukdomar och skadegörare. I ett längre perspektiv innebär regelbunden tillförsel av organiskt material att det bildas humus och att jordens mullhalt stiger vilket påverkar den långsiktiga och stabila strukturuppbyggnaden.



Det är viktigt att regelbundet tillföra organiskt material för att vidmakthålla en god jordstruktur. Foto: Elisabeth Ögren.

Jordförbättring

Lågförmultnad växttorv, så kallad 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.



Grov torv har stor porvolym och används därför ofta vid jordförbättring i växthus.
Foto: Elisabeth Ögren.

Bark som jordförbättringsmedel har fördelen att den inte bryts ner lika snabbt som torv. Halm omsätts däremot snabbare än både torv och bark. Det innebär att halmens positiva effekt på jordstrukturen blir kortvarigare. Både torv, bark och halm har låg kvävehalt vilket leder till att kväve fastläggs när materialet bryts ner. Halmens snabbare omsättningshastighet gör att den har större påverkan på näringsbalansen på kort sikt än när du tillför torv eller bark. Det är viktigt att ta hänsyn till detta, speciellt vid jordförbättring och gödsling i nyanlagda odlingar.

Jordförbättring i nystartad odling

En åkerjord har vanligtvis en mullhalt på 3–4 procent. I en växthusjord som odlats ekologiskt och jordförbättrats under lång tid ligger mullhalten ofta kring 15–25 procent. Inköpta färdiga torvblandningar för bäddodling i växthus har i regel en mullhalt på 45–50 procent. Om du ska starta upp en ekologisk växthusodling och utgå från den befintliga åkerjorden är det nödvändigt att tillföra stora mängder organiskt material för att snabbt höja mullhalten i jorden.

Åkerjordens egenskaper avgör vad du bör välja för material att jordförbättra med. En sandjord är torkkänslig, näringsfattig och blir lätt kompakt. Därför bör du förbättra en sandjord med material som ökar jordens vattenhållande förmåga och möjlighet att binda växtnäring. Material som ger en grövre struktur bör också ingå i jordförbättringen för att öka mängden luftporer i jorden. Grov torv, lera, komposterad stallgödsel och trädgårdskompost är lämpligt att blanda in i lättare jordar och rena sandjor.



Mullhalten kan vara 15–25 procent i en växthusjord som jordförbättrats under lång tid. Foto: Elisabeth Ögren.

Lerjordar är näringsrika, packningskänsliga i vått tillstånd och blir snabbt syrefattiga vid återkommande bevattning. Förbättra lerjordar med material som ökar antalet stora porer och därmed luftmängden i jorden. Grov torv, grovt material som halm och vass samt kompost av olika slag är lämpliga jordförbättringsmedel till lerjordar. Undvik att tillföra sand. För att få en gynnsam struktureffekt måste du tillföra så stora mängder sand att det i det närmaste blir en ny jordart. Blandar du i för lite sand blir jorden i stället hård som tegel. Höjer du däremot mullhalten rejält i en lerjord genom inblandning av stora mängder organiskt material kan du efter ett antal år blanda in sand för att lätta upp jorden.

Exempel på hur 2 odlingar förbättrade den befintliga jorden när de byggde nytt växthus

Gård 1

Jordart: mo-mjåla

Den ursprungliga jorden jämnades till.

På jorden lades en blandning av:

60 volymprocent gammal grästorvjord med lerinslag

15 volymprocent välkomposterad hästgödsel

15 volymprocent välkomposterad fårgödsel

10 volymprocent grov okalkad torv

Totalt tillfördes 14 kubikmeter av blandningen per 100 kvadratmeter växthusyta. Jorden kultiverades för att blanda in jordförbättringsmaterialet i matjorden.

Matjordslagret i växthuset varierade mellan 0,5–1 m efter inblandningen beroende på höjdskillnader på platsen.

Gård 2

Jordart: mellanlera

Den ursprungliga matjorden kördes ut och komposterades utanför växthuset i cirka 6 månader. Råmaterialet till komposten bestod av:

33 volymprocent matjord

33 volymprocent grov okalkad torv

33 volymprocent välkomposterad djupströbädd från nöt och får

Varje del bestod av cirka 17 kubikmeter per 100 kvadratmeter växthusyta då komposten lades. Komposten vändes 2 gånger under de 6 månaderna. När den komposterade jorden kördes in i växthuset blev matjordslagret cirka 0,5 m tjockt.



Gård 2, den färdigkomposterade jorden läggs tillbaka i växthuset. Under matjordslagret ligger dränering och jordvärmeslangar.
Foto: Katarina och Magnus Molitor.

Återkommande jordförbättring

Okalkad torv kan sänka pH

De flesta växthusjordar är i behov av regelbunden jordförbättring för att bibehålla en god struktur. Hur ofta och med vilka material och mängder varierar från fall till fall. Ofta stiger pH-värdet i växthusjordar när du tillför organiskt material regelbundet. Det kan därför vara lämpligt att jordförbättra med okalkad torv som kan sänka pH-värdet lokalt i bädden eller i alla fall motverka en fortsatt höjning. Torven ska vara grov, ha låg humifieringsgrad, så att den bidrar till att bibehålla strukturen under hela odlingssäsongen. Lämpliga mängder för jordförbättring är 3–5 kubikmeter torv per 100 kvadratmeter växthusyta.

Halm tillför kalium

Du kan även använda halm som jordförbättringsmedel. Tänk då på att halm binder kväve under sin nedbrytning. Det kan därför vara lämpligt att blanda in halmen redan på hösten efter utrivning eller att tillföra en extra kvävegiva. Delar av det kväve som fastläggs under nedbrytningen kommer dock att frigöras längre fram under kulturtiden.

Halm innehåller stora mängder kalium, 10 kg per ton, vilket du bör ta hänsyn till när du planerar årets gödsling. Lämplig mängd för jordförbättring är 200–400 kg per 100 kvadratmeter växthusyta. Halmen bryts vanligtvis ner under en odlingssäsong.

Om du lägger halm i gångarna kan du bruka in den i jorden efter avslutad säsong. Odlare som lägger halm i gångarna använder en halmmängd i storleksordningen 50–150 kg per 100 kvadratmeter växthusyta. Även marktäckningsmaterial som ensilage eller färsk grönmassa som du lägger på bäddarna under säsongen fungerar som jordförbättring när du brukar ner materialet i bäddarna efter avslutad säsong och då maskar drar ner materialet i bädden.

Vass ger luftigare jord

Hackad vass kan också fungera som jordförbättringsmedel och ökar mängden luft i jorden. Vasspiporna är svårnedbrytbara och bildar små luftfickor i jorden där rötterna samlas. Det går att se fragment av vassen i jorden även andra året efter nedbrukning. Lämplig mängd för jordförbättring är 400 kg per 100 kvadratmeter växthusyta.



Halm innehåller mycket kalium men lite kväve så blanda gärna in halmen i växthusjorden redan på hösten.
Foto: Elisabeth Ögren.



Vass är svårnedbrytbart. Bilden är tagen andra året efter det att vassen blandats in i växthusjorden.
Foto: Elisabeth Ögren.



En mindre fräs som odlaren använder för att bruka in jordförbättring och grundgödsling i bäddarna.
Foto: Elisabeth Ögren.

Svårt bruka in stora mängder

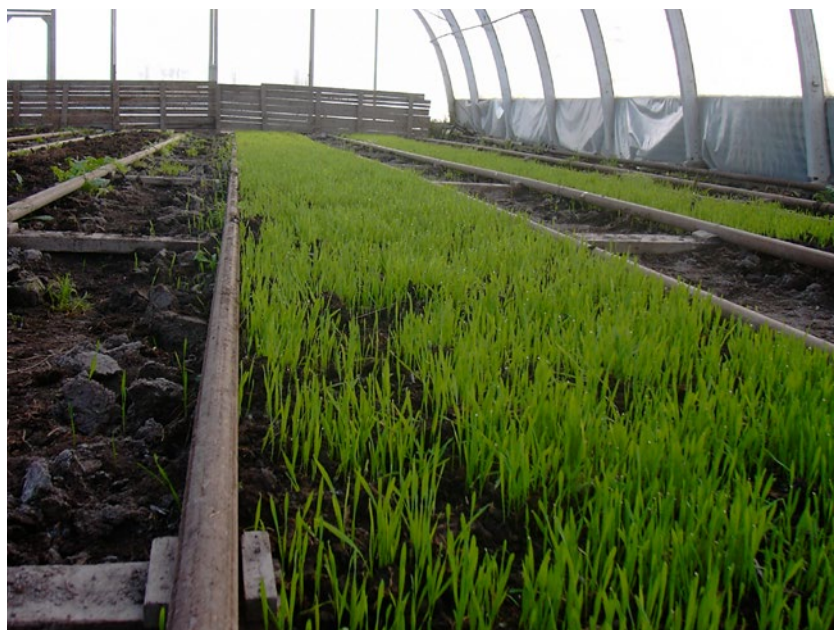
Det kan vara svårt att bruka in stora mängder organiskt material i jorden. Metoderna varierar från gård till gård – allt från handgrävning till kultivering eller fräsning med traktorfräs eller mindre jordfräsar.

Mellangrödor och bottengrödor

Förutom att tillföra dött organiskt material som jordförbättring eller marktäckning kan du odla mellangrödor i markbäddarna. Så mellangrödan i bäddarna strax innan eller direkt efter utrivning av huvudkulturen. Välj då grödor som växer vid låga temperaturer som exempelvis råg och luddvicker. Mellangrödornas rötter hjälper till att stabilisera jordstrukturen i bädden. Mellangrödorna tillför rotexudat och grönmassa av annat slag än från de avsalugrödor som du odlar i växthuset. Det kan bidra till att öka mångfalden av marklevande organismer och öka konkurrensen med sjukdomsalstrande skadegörare. Mellangrödor med bioångningseffekt kan även sänka trycket av jordburna skadesvampar. Bruka ner mellangrödan ytligt i bäddarna minst 1 vecka innan plantering av den nya kulturen.



Bottengröda av lågväxande klöver bidrar med organiskt material och rotsystemet hjälper till att stabilisera upp växthusbädden.
Foto: Elisabeth Ögren.



Mellangröda av råg sådd 18 oktober efter utrivning av gurka. Bilden är tagen den 11 november. Foto: Kristina Homman.

Det förekommer även att odlare sår bottengrödor i bäddarna under odlingssäsongen. Syftet är även då att bidra med organiskt material till jorden men också att bilda ett levande marktäcke som konkurrerar med ogräs under odlingssäsongen. Välj då lågväxande arter som exempelvis subklöver. Består bottengrödan av kvävefixerande arter konkurrerar de mindre med huvudgrödan om det tillgängliga kvävet i markbädden och bidrar dessutom med ett visst tillskott genom sin kvävefixering.



Honungsört i änden på växthusbädden lockar in vilda pollinerare i växthuset.
Foto: Elisabeth Ögren

Varken mellangrödor eller bottengrödor är vanligt i svenska växthusodlingar men det finns intressanta utvecklingsmöjligheter, framför allt i småskalig odling med kort odlingssäsong. Består bottengrödan av arter som är attraktiva för pollinerare kan de locka in vilda pollinerare i växthuset eller tunneln. Men vi saknar ännu kunskap och erfarenheter om hur vi ska gå tillväga och om metoden verkligen kan bidra till pollineringen av exempelvis tomat.

Gynna rotutvecklingen

Alla åtgärder som gynnar rotutvecklingen ökar möjligheterna för plantorna att ta upp den stora mängd växtnäring som växthusodlade kulturer behöver.

Upphöjda bäddar ger i regel en luftigare och bättre miljö för rötterna och underlättar uppvärmningen av jorden på våren. Överskottsvatten dränerar lättare bort från upphöjda bäddar och de torkar ut snabbare än vid odling på plan mark. Upphöjda bäddar passar därför bäst vid odling i vattenhållande och något tyngre jordar. Odlar du på plan mark är det extra viktigt att se över dräneringen i och runt växthuset så att inte vatten blir stående i bäddarna.



Upphöjda bäddar ger en luftig struktur och passar speciellt bra om växthusjorden innehåller en del lera. Foto: Elisabeth Ögren.



Haghumla på honungsört i växthus.
Foto: Elisabeth Ögren.



Marktäckning med organiskt material gynnar rotutvecklingen ända upp i ytskiktet.
Foto: Elisabeth Ögren.



En fungerande dränering i och runt växthuset är viktigt för jordstrukturen och rotutvecklingen.
Foto: Elisabeth Ögren.

Marktäckning med olika typer av organiskt material är också positivt för rotutvecklingen och underlättar för rötterna att använda hela jordskiktet ända upp till markytan. Det bildas ofta en fin matta av rötter precis under marktäckningsskiktet. Marktäckning i gångarna ökar möjligheterna för rötterna att breda ut sig även i ytskiktet i gångarna, på så vis ökar den tillgängliga jordvolymen ytterligare.

Tips från praktiken

Förbättra strukturen

Jordens struktur är viktig för att plantorna ska utveckla ett stort och väl fungerande rotsystem. Tänk på att organiskt material bryts ner med tiden. Därför måste du ständigt tillföra nytt material. Åtgärder som bibehåller och förbättrar strukturen är:

- Tillförsel av organiskt material som torv, halm, vass och kompost.
- Marktäckning med organiskt material som vallklipp och ensilage.
- Levande marktäckning som mellangrödor och bottengrödor.
- Upphöjda bäddar.
- Fungerande dränering i och runt växthuset.

Du kan tillföra torv med upp till 3–5 kubikmeter per 100 kvadratmeter växthusyta. Det kan dock vara svårt att bruka ner stora mängder organiskt material och det kan ge en för luftig struktur. Anpassa därför mängden och materialet efter jordens egenskaper.

Som grundgödsling används ofta gödselmedel som tillför mycket organiskt material som fastgödsel från exempelvis nöt och häst. Fastgödseln bidrar också till att förbättra strukturen i bäddarna.

Motverka rotsjukdomar

Angrepp av skadegörare på växtens rotsystem leder till sämre upptag av vatten och växtnäring och därmed sämre växtnäringsutnyttjande. Flera av de jordburna svampar som skapar problem vid odling i växthus angriper många olika växtslag. Exempelvis korkrot, *Pyrenochaeta lycopersici*, som är en svår skadegörare på tomat, angriper även gurka, paprika, melon och squash. Det innebär att en växtföljd med någon av dessa grödor inte är lösningen på korkrotsproblemet vid odling i markbädd.

Att ympa sina ädelsorter på motståndskraftiga grundstammar är i dagsläget den mest effektiva åtgärden mot jordbundna skadegörare. Läs om ympning i skriften Ympning av tomatplanter och Ympning av växthusgurka på Jordbruksverkets webbplats eller i kurspärmen Ekologisk odling i växthus.



Ympade plantor har ett kraftigare rotsystem än oympade plantor och utnyttjar växtnäringen bättre. Foto: Elisabeth Ögren.

Odlingstekniska åtgärder som gynnar rotutveckling och nybildning av rötter kan lindra negativa effekter av svampar och nematoder på oympade plantor. Marktäckning med grönmassa eller annat organiskt material gynnar nybildning av rötter i och strax under marktäckningsskiktet och bidrar därmed till en bättre utveckling även hos infekterade plantor.

Andra viktiga åtgärder för att minska skadeverkningarna av rotsvampar är att undvika låg jordtemperatur, speciellt vid plantering, att vattna med uppvärmt vatten och att vattna optimalt. En välbalanserad gödsling har också betydelse liksom regelbunden inblandning av organiskt material som stimulerar mikrolivet i marken och därmed ökar konkurrensen mellan olika organismer i jorden. Biologisk bekämpning med preparat



Doppvärmare i vattentank i växthus. Vid plantering tidigt på säsongen är det bra att vattna med uppvärmt vatten för att inte sänka jordtemperaturen. Foto: Elisabeth Ögren.



Gurkodling i markbädd.
Foto: Elisabeth Ögren.

som har effekt mot rotsjukdomar kan också bidra till att öka konkurrensen mellan organismer i jorden och minska negativa effekter av jordburna rotsvampar. Ett starkt rotsystem förbättrar plantans förmåga att ta upp växtnäring och ökar utnyttjandet av tillförda gödselmedel.

Långsiktigt arbete

För att kunna odla i samma jord år efter år krävs ett långsiktigt arbete där du bygger ett odlingssystem som ska vara hållbart även på sikt. Tidigare åtgärder återspeglas i dagsläget och dagens åtgärder kommer att påverka odlingsförutsättningarna framåt i tiden. Det gäller att ha det i åtanke vid valet av odlingsåtgärder som jordförbättring och gödsling, att ta hänsyn till både dåtid, nutid och framtid.

Odlingssystem

Idag sker huvuddelen av den ekologiska odlingen av kulturer med lång odlingssäsong som tomat, gurka och paprika direkt i markbädd. En mindre andel av odlingen sker i så kallad avgränsad bädd där odlingsjorden är skild från underlaget. Det är främst i de nordiska länderna som avgränsad bädd förekommer i ekologisk odling. Frågan har diskuterats under lång tid inom EU och kritik har förts fram mot bland annat att systemet innebär att odlingsjorden och underlaget, alven, inte är i kontakt med varandra. Under 2018 har EU fattat beslut om att odling i avgränsad bädd inte ska vara tillåtet i ekologisk odling men ger dispens under en övergångsperiod till de odlare som före den 28 juni 2017 odlade i avgränsad bädd. Beslutet innebär i praktiken att det i nuläget (2019) inte är möjligt att starta en ny odling med avgränsade bäddar, se faktaruta.

Förbud mot odling i avgränsade bäddar

Från den 1 januari 2021 är det inte tillåtet att odla i avgränsade substrat. Undantag gäller för:

- Ytor som var ekologiskt certifierade för odling i avgränsad bädd före den 28 juni 2017. Det är inte tillåtet att utöka ytan. Undantaget gäller fram till den 31 december 2030.
- Odling av prydnadsväxter och örter som säljs i kruka till slutkonsument.
- Odling av grodd- eller utplanteringsplantor i behållare för vidare omplantering.

Senast den 31 december 2025 kommer EU-kommissionen att presentera en rapport om användningen av avgränsade bäddar i ekologisk odling. Rapporten kan leda till ett nytt lagförslag.



Odling i avgränsad bädd är inte tillåtet från den 1 januari 2021, undantaget redan befintliga odlingar, se faktaruta. Foto: Elisabeth Ögren

Markbädd

Odling i markbädd innebär att rötterna kan utnyttja en betydligt större jordvolym än vid odling i avgränsad bädd. I den stora jordvolymen har rötterna tillgång till miljöer med skiftande luft-, vatten- och växtnäringsförhållanden. Variationerna gör att odlingssystemet inte blir så känsligt och sårbart. Det innebär att det finns en större buffert i en markbädd och därmed behöver inte gödsling och bevattning vara lika exakt som vid odling i avgränsad bädd.



Odling i markbädd är inte så känsligt eftersom rötterna har tillgång till en stor jordvolym med skiftande miljöer. Foto: Elisabeth Ögren.



Jordburna rotsvampar förökas upp när du odlar i samma jord år efter år.
Foto: Elisabeth Ögren.

Odling i samma jord år efter år innebär att jordburna skadegörare förökas upp. De påverkar rotutvecklingen negativt och därmed också plantornas utveckling och avkastning. När odlingen sker år efter år i samma jord är det även svårt att rätta till höga salthalter och obalanser mellan växtnäringsämnen. Om takhöjden i växthuset är tillräckligt hög kan du delvis förnya jorden genom att lägga en ny odlingsbädd uppe på den gamla, se förslag i rutan nedan. Eller att köra ut delar av den gamla bädden efter avslutad säsong och fylla på med nytt material.

Avgränsad bädd

Vid odling i avgränsad bädd är odlingsjorden skild från underlaget. Anledningen till att odlare valt ett sådant system kan vara att växthuset byggdes för ett annat ändamål och har ett hårdgjort golv av till exempel betong. Odling i avgränsad bädd gör det enklare att byta jorden vid angrepp av jordburna sjukdomar eller höga salthalter i jorden. Regelbundna jordbyten gör det möjligt att odla med oypade plantor. Jorden värms upp snabbare i bäddar ovan mark, vilket är en fördel i kallare klimat.

Substrat till avgränsade bäddar eller markbäddar

Färdigblandade substrat anpassade för ekologisk växthusodling finns i dag att köpa hos några av landets jordleverantörer. Du kan även blanda eget substrat:

- Blanda lika delar jord, stallgödsel och hackad halm.
- Kompostera blandningen under ett halvår. Täck gärna högen med en duk avsedd för kompostering för att minska växtnäringsförluster.
- Blanda komposten med torv, 20–50 volymprocent, samt eventuellt gips, 0,5 kg per kubikmeter färdigt substrat. Anpassa mängden torv efter kompostens näringsinnehåll.

Det är mycket viktigt att kontrollera näringsinnehållet i det färdiga substratet innan plantering eftersom näringsnivåerna kan variera beroende på stallgödsele och jordens ursprung, hur komposteringsprocessen fortlöpt och eventuell utlakning.

Jordburna svampar som exempelvis korkrot kan snabbt etablera sig även i avgränsade bäddar. Därför kan det vara nödvändigt att byta ut jorden minst vart tredje år om du odlar oypade plantor.

Odling i avgränsad bädd är ett känsligare odlingssystem än odling i markbädd genom att jordvolymen av praktiska skäl är betydligt mindre. Behovet av tilläggsgödsling blir större samtidigt som risken för höga salthalter i jorden ökar. Odling i avgränsad bädd kräver också en exaktare bevattning. Enligt KRAV:s regler (2019) är minimivolymen 30 liter jord per planta vid odling av kulturer med lång odlingssäsong som exempelvis gurka och tomat. Det är dock en klar fördel odlingsmässigt om jordvolymen kan vara större än så.



Avgränsad bädd förekommer bland annat i växthus med betonggolv som byggts för annat ändamål. Foto: Elisabeth Ögren.

Växtnäring i olika former

Växtnäring i jorden

Växthusjordar innehåller oftast stora mängder växtnäring. Men en stor del av växtnäringen i jorden är inte direkt upptagbar för växterna. Den är bunden antingen i organiska eller oorganiska föreningar som står i kontakt med markvätskan genom jämviktsreaktioner. Växterna utnyttjar i första hand den växtnäring som finns löst i markvätskan. Hur mycket näring en jord innehåller och hur mycket av den bundna näringen som frigörs till markvätskan beror på jordart och mullhalt. De olika formerna av ett växtnäringsämne står ofta i jämvikt med varandra.

Om ett växtnäringsämne finns i 2 former i jorden, form A och form B, står de oftast i **jämvikt** med varandra. En **jämviktsreaktion** innebär att då form B minskar, till exempel genom upptag i växten, övergår form A till form B så att jämvikten bibehålls. Var jämviktspunkten ligger mellan de olika formerna av ett näringsämne är starkt beroende av pH-värdet i jorden.

Tillförsel av organiskt material påverkar tillgängligheten av växtnäring

Organiskt material är en viktig energi- och näringskälla för mikroorganismer och markdjur. När du tillför organiskt material bryter markorganismerna ner materialet för att komma åt energi och näring. Näring som inte går åt för organismernas egen uppfödning, frigörs



Organiskt material gynnar mikroorganismer och markdjur genom att fungera som energi- och näringskälla för organismerna. Foto: Elisabeth Ögren.



Växter består till 80–90 procent av vatten, endast 1–2 procent utgörs av mineralämnen. Foto: Elisabeth Ögren.

då till markvätskan. När mängden markorganismer ökar så ökar också frigörelsen av växtnäring från jordens egna lager av organiskt bunden växtnäring. När organismerna dör frigörs den växtnäring som varit bunden i deras biomassa.

Mikroorganismerna påverkar även frigörelsen av kemiskt bundna växtnäringsämnen och vittringen från mineraler i jorden genom att utsöndra syror. Hur fort växtnäring frigörs beror bland annat på mängden mikroorganismer, deras sammansättning och aktivitet. Organismerna påverkas i sin tur av faktorer i sin omgivning som pH, syretillgång, temperatur och fuktighet i jorden. I ett växthus är det lättare att styra dessa faktorer jämfört med på friland. Med hjälp av bevattning kan du skapa en gynnsam fuktighet för växter och mikroliv, du kan tillföra strukturerhöjande material och teknik finns för att styra temperatur och ljusinstrålning. Läs mer i häftet Växthusteknik på Jordbruksverkets webbplats eller i kurspärmen Ekologisk odling i växthus.

Växtnäring i växten

Växten består till största del 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 ämnena förekommer i växten delas de in i olika grupper. De ämnen som växten tar upp mest av kallas makronäringsämnen. Hit hör kväve, fosfor, kalium, svavel, kalcium och magnesium. Ämnen som behövs i mindre mängd i växten kallas mikronäringsämnen. Det är ämnen som 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. Kobolt är nödvändigt för kvävefixerande bakterier och därmed också för kvävefixerande växters förmåga att fixera kväve. Troligen kommer fler grundämnen att räknas som nödvändiga när kunskapen inom området ökar.

Växtnäringsämnena delas in i olika grupper beroende på deras mängd och betydelse för växten

Makronäringsämnena: Kväve (N), fosfor (P), kalium (K), svavel (S), kalcium (Ca) och magnesium (Mg).

Mikronäringsämnena: Bor (B), klor (Cl), molybden (Mo), koppar (Cu), järn (Fe), mangan (Mn), nickel (Ni) och zink (Zn).

Funktionella mineralämnen: Natrium (Na), kisel (Si), selen (Se) och aluminium (Al). Kobolt (Co) är nödvändigt för kvävefixerande bakterier och därmed också för kvävefixerande växter.

I avsnitten Makronäringsämnen och Mikronäringsämnen i slutet av skriften finns de olika ämnena beskrivna, vad de har för funktion i växten och hur symptom på brist och överskott ser ut. De flesta mineralämnena 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 enzymer.

Kalium och eventuellt klor är de enda mineralnäringsämnena 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.

Enzymer är proteiner som bidrar till att öka eller minska hastigheten på kemiska reaktioner. Vid en **enzymatisk reaktion** är enzymets uppgift att underlätta och påskynda reaktionen utan att själv förbrukas.

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

Transport av näringsämnen i växten

I växtens stam och grenar finns 2 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 näringsämnen transporteras i båda systemen. För många ämnen är rörligheten låg, det gäller speciellt för mikronäringsämnena. Den låga rörligheten beror främst på att koncentrationen av ämnet är låg i växten. I en bristsituation blir därför transporten låg från äldre till yngre delar av växten. Omfördelningen av mikronäringsämnena inom växten sjunker i följande ordning: Mo>Zn>Fe>Cu>B>Mn.

Gödselmedel

I ekologisk odling används framför allt organiska gödselmedel men även vissa oorganiska gödselmedel är tillåtna. Det är EU:s regelverk för ekologisk produktion (EG 834/2007 och EG 889/2008) som reglerar vilka gödselmedel som är tillåtna att använda. En ny EU-förordning, 2018/848, träder i kraft den 1 januari 2021. Dokumentet Nationella riktlinjer för ekologisk produktion (NR), beskriver den svenska tolkningen av EU:s regelverk. Dokumentet finns för närvarande (2019) på LRF:s webbplats, www.lrf.se/nationellarikttlinjer. Från och med år 2020 publiceras riktlinjerna på en ny webbplats. EPOK, Centrum för ekologisk produktion och konsumtion vid SLU, kommer att ha ansvar för portalen.

I bilaga 1 i nationella riktlinjer finns en förteckning över de gödselmedel och jordförbättringsmedel som är tillåtna för användning i ekologisk produktion. Förteckningen innehåller inga produktnamn eller sammansatta specialgödselmedel utan anger endast tillåtna råvaror.



I plantornas stammar finns 2 typer av transportsystem som transporterar växnäring uppåt och neråt i plantan. Foto: Elisabeth Ögren.



I färsk grönmassa finns i stort sett allt kväve i organisk form.
Foto: Elisabeth Ögren.

Det är kontrollorganen som beslutar vilka gödselprodukter som är tillåtna att använda utifrån de godkända råvarorna. De tillåtetbedömda produkterna finns i dokumentet Tillåtet bedömda insatsvaror. Dokumentet finns i anslutning till Nationella riktlinjer för ekologisk produktion på LRF:s webbplats (2019).

Utbudet av gödselmedel tillåtna att använda i ekologisk odling växer och antalet produkter ökar stadigt. Kontakta ditt kontrollorgan för mer information om vilka insatsmedel som är tillåtna att använda.

KRAV har några regler utöver EU:s regelverk. Information om detta uppdateras fortlöpande på KRAV:s webbplats www.krav.se. Där finns även uppgifter om KRAV-certifierade och tillåtetbedömda produkter. På webbplatsen finns flera KRAV-certifierade och tillåtetbedömda produkter i konsumentförpackning. Några av dessa kan vara intressanta även för mindre yrkesodlingar och framför allt för växthusodlingar med avsalugrödor med högt försäljningsvärde.

Organiska gödselmedel

Definitionen av organiska gödselmedel är att de 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 1 visar fördelningen mellan oorganiskt kväve, så kallat mineralkväve, och organiskt kväve i några gödselmedel.

Tabell 1. Exempel på fördelningen mellan organiskt och oorganiskt kväve uttryckt i procent i gröngödsling och stallgödsel från nöt och höns.

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

I ekologisk odling sker merparten av växtnäringstillförseln med organiska gödselmedel som stallgödsel, grüngödsling och restprodukter från slakterier och livsmedelsindustrier. För att den delen av växtnäringen som är organiskt bunden ska bli tillgänglig för grödan måste materialet först mineraliseras, det vill säga brytas ner av jordens organismer. Det innebär att du även måste ta hänsyn till mineraliseringstakten, alltså när växtnäringen kan bli tillgänglig för växterna. Yttre faktorer som jordkontakt, markfukt och jordtemperatur har då betydelse.

Tillåten och otillåten stallgödsel

EU:s regler för ekologisk produktion anvisar främst stallgödsel från ekologisk djurhållning, men det är även tillåtet att använda flera slags konventionell stallgödsel. Det är dock inte tillåtet att använda konventionell stallgödsel från så kallad intensiv djurhållning.

Tillåten och otillåten gödsel

I den svenska tillämpningen av EU:s regelverk för ekologisk produktion är det inte tillåtet med gödsel från:

- konventionell uppfödning av nöt i spaltgolvboxar
- konventionella slaktsvinsbesättningar med mer än 50 slaktsvin i årlig produktion
- burhöns, pälsdjur eller andra djur i bur
- konventionella slaktkycklingar och andra slaktfåglar.

Det är dock tillåtet med stallgödsel från integrerad produktion av nötkreatur där ungdjur går på spalt. Det är även tillåtet med gödsel från slaktsvinsbesättningar med ströbädd i storboxsystem. Även gödsel från besättningar med slaktkycklingar och andra slaktfåglar som har en belägningsgrad på maximalt 21 kg per kvadratmeter är tillåten om det finns dokumentation som styrker att fodret är fritt från koccidiostatika.

Växtnäringsinnehåll i stallgödsel

Växtnäringsinnehållet och effekten av stallgödsel beror bland annat på djurslag och spridning. Det faktiska växtnäringsinnehållet i stallgödsel kan variera mycket från gård till gård beroende på foderstat, inhysningssystem, strömedelsanvändning, gödselhantering, vatteninblandning och torrsubstanshalt. Kväve-, fosfor- och kaliuminnehållet kan variera med 50 procent i jämförelse med de schablonvärden som finns angivna i tabell 2. Uppgifterna i tabellen avser konventionell gödsel. Växtnäringsinnehållet i ekologisk gödsel kan se annorlunda ut bland annat på grund av annan utfodring.



Djupströgödsel från nöt innehåller dubbelt så mycket kalium i förhållande till fosfor jämfört med fastgödsel från nöt.
Foto: Elisabeth Ögren.

Tabell 2. Riktvärden för växtnärsinnehåll i konventionell stallgödsel efter lagring av konventionell gödsel (våtvikt) uttryckt i kg per 10 ton samt andelen ammoniumkväve i procent av det totala kväveinnehållet. (Källa: Rekommendationer för gödsling och kalkning 2019).

Gödselslag	Andel ammoniumkväve % av tot-N	N-tot	P	K
Fastgödsel nöt	25	52	15	50
Fastgödsel höns, 30 % ts ¹	60	150	41	65
Fastgödsel slaktkyckling, 60 % ts ¹	40	275	88	140
Djupströgödsel nöt	10	54	15	100
Djupströgödsel svin	10	48	15	45
Djupströgödsel häst	10	49	15	100
Djupströgödsel får	10	95	15	200
Flytgödsel nöt, 9 % ts ²	50	43	6	38
Urin nöt, täckt behållare ³	90	35	< 1	50

¹ avser kletig respektive torr fastgödsel från värphöns respektive ströbäddsgödsel från slaktkyckling

² avser gödsel från mjölkkor – gödsel från övriga nöt har något lägre kväveinnehåll och högre kaliuminnehåll

³ om urinen lagras utan täckning är kväveeffekten cirka 30 % lägre

Tabell 2 visar att det är skillnader i proportionerna mellan kväve, fosfor och kalium i de olika gödselslagen. I fastgödsel från nöt är förhållandet mellan N:P:K 1:0,3:1 medan motsvarande förhållande i fastgödsel från höns (30 procent ts) är 1:0,3:0,4. Djupströgödsel från häst innehåller dubbelt så mycket kalium i relation till kväve och fosfor som fastgödsel från nöt. I djupströgödsel från häst är förhållandet mellan N:P:K 1:0,3:2. För tomat är behovet av de 3 ämnena 1:0,1:1,7, se tabell 7.

Det höga fosforinnehållet i stallgödsel kan ställa till problem i växthusodling om du tillför stora mängder stallgödsel för att tillgodose grödornas kaliumbehov och förbättra jordstrukturen. Är fosfornivån hög i jorden kan det vara nödvändigt att minska på tillförseln av stallgödsel och i stället tillföra kalium via oorganiska gödselmedel med högt kaliuminnehåll.

Olika spridningsvillkor för gödselmedel med animaliskt ursprung

EU:s regler för ekologisk odling tillåter endast vissa produkter och biprodukter från djur utöver stallgödsel, till exempel köttmjöl, benmjöl, blodmjöl, hornmjöl och hydrolyserade proteiner.

EU-certifierad och KRAV-certifierad ekologisk produktion har inte samma spridningsregler för mjölformiga och pelleterade animaliska gödselprodukter (2019). Enligt EU:s regelverk finns inga specifika spridningsregler för dessa gödselmedel. I KRAV-certifierad produktion är det också tillåtet att sprida gödselmedel med animaliskt ursprung, men gödselmedlet får inte hamna på ätliga växtdelar. Odlar du exempelvis

kryddor i kruka får gödselmedel med animaliskt ursprung inte hamna på de ovanjordiska växtdelarna. För högväxande kulturer som tomat, gurka, paprika och aubergine är det fruktämnet som räknas som ätliga växtdelar efter att kronbladen fallit av.

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. Mineralerna kan bearbetas på olika sätt för att näringen ska bli mer tillgänglig för växterna. I de mineralgödselmedel som används inom konventionellt jordbruk är mineralerna behandlade med koncentrerade syror för att göra växtnäringsämnena lättillgängliga. De mineralgödselmedel som används i ekologisk odling är i sin naturliga form och får endast processas genom malning. Nringen frigörs därför i en långsammare takt. Fosfor i obearbetat mineral, råfosfat, har mycket låg växttillgänglighet. Kalium i finmalet stenmjöl av kaliumrika mineral är däremot mer lättillgängligt.

Genom att endast använda svårslösliga mineralgödselmedel blir tillgången på näring i markvätskan begränsad. Syftet är att främja uppförökningen av vissa mikroorganismer som till exempel 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 den effekten troligen är försumbar.

Gödsling med mikronäringsämnen

Stallgödsel och flertalet av de gödselmedel som är tillåtna att använda i ekologisk odling innehåller även mikronäringsämnen, men i varierande omfattning beroende på ursprung. Du får använda särskilda gödselmedel med mikronäringsämnen om du inte kan täcka behovet med rimliga givor av andra tillåtna gödselmedel och om bristen på mikronäringsämnen är uppenbar. Du får dock inte använda gödselmedel som innehåller flera mikronäringsämnen om du inte kan visa att grödorna lider brist på alla ingående mikronäringsämnen. Kontakta ditt kontrollorgan för mer information.

Tungmetaller

I KRAV:s regel 4.4.8 (2019–20) finns gränsvärden angivna för den maximala tillförseln av tungmetaller per hektar, gränsvärdena avser ett genomsnitt beräknat för en femårsperiod. Växthusproduktion har varit och är även i reglerna för 2019–20 undantaget från denna regel. Baserar du din gödsling på specialgödselmedel kan det ändå vara klokt att se över tillförsel av tungmetaller via inköpta gödselmedel med tanke på den höga införseln av växtnäring. Provtagningar har gjorts i flera ekologiska tomatodlingar i Sverige men analyserna visar inte på höga värden varken i jord eller i frukterna.

Växtnäringsfrigörelse

De olika växtnäringsämnen i organiska gödselmedel frigörs inte proportionellt i mängd och över tid. I ett rent organiskt gödselmedel frigörs i princip allt kalium eftersom kalium inte är bundet i några organiska föreningar. Kväve och fosfor förekommer däremot både i organisk och i oorganisk form vilket komplicerar processen.

Kol/kväve-kvoten har betydelse

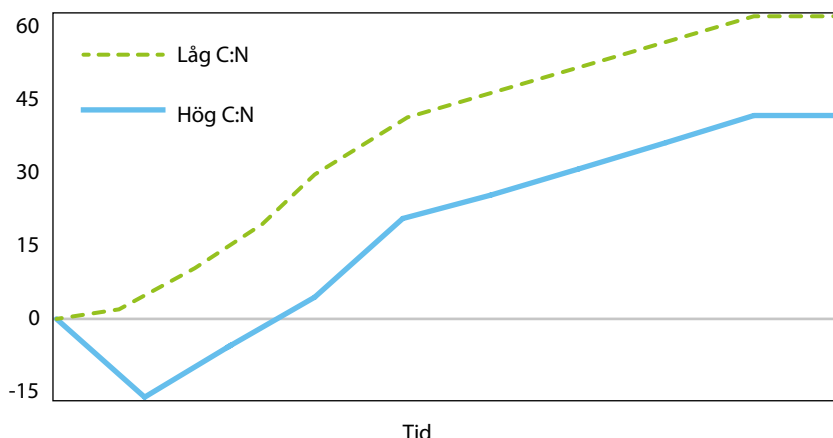
Eftersom det är mikroorganismer och markdjur som bryter ner och frigör den organiskt bundna näringen är proportionen mellan kol (C) och kväve (N), den så kallade C/N-kvoten, och övriga näringsämnen i gödselmedlet viktigt. Nedbrytarna behöver både energi i form av kol och näring i form av kväve, kalium, fosfor och andra näringsämnen. I organiskt material med hög C/N-kvot, till exempel i äldre växtmaterial som halm, är mängden kol hög i förhållande till mängden kväve. Då behöver mikroorganismerna extra kväve för att kunna bryta ner halmen. Om du inte tillför extra kväve använder mikroorganismerna det som frigörs från jordens egna förråd. Då kan det bli tillfällig kvävebrist i jorden. Det är viktigt att ta hänsyn till det när du tillför jordförbättringsmaterial med hög C/N-kvot till växthusbäddarna. Tabell 3 visar exempel på C/N-kvoter i organiska material av olika ursprung.

Tabell 3. C/N-kvoter hos olika organiska material.

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

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. Kolet och kvävet är då bundet i föreningar som tar längre tid att bryta ned. Figur 1 visar omsättningen av 2 gröngödslingsgrödor med olika C/N-kvot. Figuren visar att frigörelsen av kväve från en gröngödslingsgröda med högre C/N kvot tar längre tid. Kvävefrigörelsen når heller aldrig upp till samma procentuella nivå som från den mer lättomsättbara grödan.



Figur 1. Andelen frigjort kväve vid nedbrukning i jorden av 2 gröngödslingsgrödor med låg respektive hög C/N-kvot. Andelen anges i procent av den totala nedbrukade mängden kväve i materialet. Omarbetning av material från olika källor.

I en kompost finns det ofta relativt lite kväve och dessutom kan kvävet vara svårtillgängligt trots en låg C/N-kvot. Det beror på att både kol och kväve förloras under komposteringsprocessen och byggs in i svåromsättbara föreningar. Under rötning omsätts materialet utan syre och då sker motsvarande process. Sker omsättningen i ett slutet system där kolet tas tillvara i form av biogas, finns dock kvävet kvar i vätskefasen i form av ammonium.



Under komposteringsprocessen byggs kvävet in i svåromsättbara föreningar. Foto: Elisabeth Ögren.



En gammal och förvedad gröngödsling har hög C/N-kvot och bryts ner långsamt i jorden. Foto: Elisabeth Ögren.



Mer än hälften av kvävet i rötrest från rötad rödklöver är mineralkväve. Foto: Elisabeth Ögren.

Tabell 4 visar skillnaden i C/N-kvot och i innehåll av mineralkväve mellan färska skott av rödklöver och skott som antingen komposterats eller rötats. I det färska materialet och i komposten förekommer mineralkvävet främst som nitrat (NO_3^-) medan mineralkvävet i rötresten främst består av ammonium (NH_4^+).

Tabell 4. Andel mineralkväve samt kvoten mellan kol och kväve i färsk, komposterad och rötad rödklöver.

	Mineralkväve %	C/N-kvot totalt
Färska skott	< 1	15
Kompost	7	8
Rötrest	57	7

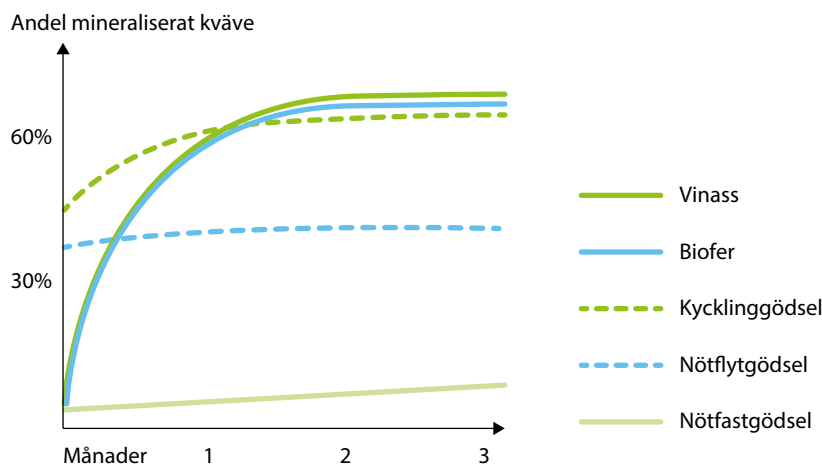
Frigörelse av kväve från organiska gödselmedel

Eftersom det organiskt bundna kvävet måste mineraliseras innan växterna kan ta upp det är det bara en del av kvävet i organiska gödselmedel som grödorna kan utnyttja första året. Från delvis nedbrutna material som stallgödsel, kompost och biogödsel (rötrest) motsvarar den kortsiktiga tillgängligheten av kväve ganska väl av gödselmedlets innehåll av ammoniumkväve vid gödslingstillfället. Risken för kväveförluster i samband med spridning är stor för gödselslag som innehåller mycket ammoniumkväve, exempelvis kycklinggödsel och nötflytgödsel. Upp emot 20 procent av ammoniumkvävet i lagrad kycklinggödsel kan avgå som ammoniak inom 4 timmar. Därför är det särskilt viktigt att bruka ner ammoniumrik gödsel ordentligt i jorden direkt efter spridning.

Färska gödselprodukter som köttmjöl, vinass, kycklinggödsel och pelleterade växtrester kan däremot ha en hög mineralisering av organiskt bundet kväve. Kycklinggödsel har vanligtvis ett högt mineralkväveinnehåll medan vinass och köttbenmjöl innehåller nästan uteslutande organiskt kväve. Observera att endast ekologisk kycklinggödsel är tillåten att använda i ekologisk produktion. Ett svenskt fältförsök visade att upp emot 65 procent av det totala kväveinnehållet i kycklinggödsel, vinass och köttbenmjöl hade mineraliserats efter 30–50 dagar, eller 450 daggrader som motsvarar 45 dagar med 10°C . Därefter planade mineraliseringsstakten ut, se figur 2.



Kycklinggödsel innehåller mycket mineralkväve vilket ger snabbare kväve mineralisering jämfört med nötfastgödsel. Foto: Elisabeth Ögren.



Figur 2. Andelen mineraliserat kväve över tid i procent av det totala kväveinnehållet i de olika gödselslagen. Biofer 7-9-0 består av köttbenmjöl. Källa: Delin, S. 2008.

Tabell 5 visar frigörelsen av kväve från några gödselmedel i ett laboratorieförsök. Försöket utfördes vid 10 °C vilket stämmer mer överens med förhållandena i frilandsodling än i växthusodling. Studien genomfördes år 2000 så flera av gödselmedlen är inte längre godkända i Sverige. De pelleterade produkterna Binadan och BioKomb var handelsnamn för då KRAV-godkända gödselmedel framtagna av torkad och pelleterad kycklinggödsel med tillsatser som stenmjöl och kaliumrika skörderester. Studien är ändå intressant för att spegla skillnaderna i kvävefrigörelse i mängd och över tid mellan olika typer av gödselmedel beroende av ursprung men även beroende av tillverkningsprocess. Den procentuellt låga frigörelsen från BioKomb jämfört med Binadan tyder på att det organiskt bundna kvävet i BioKomb var svårtillgängligt för markorganismerna.

Tabell 5. Kvävefrigörelse efter 1, 4 och 8 veckor för några organiska gödselmedel under laboratorieförhållanden (utan växt, temp 10 °C). Källa: Jerkebrink 2000.

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

*Produkterna säljs inte längre och är inte längre tillåtna i ekologisk odling i Sverige.



I en luftig, lagom fuktig jord med hög biologisk aktivitet kan mineraliseringstakten vara hög.
Foto: Elisabeth Ögren.

I försöket ingick även marktäckning med rödklöver. Efter 1 vecka hade inget kväve frigjorts från materialet som låg på jordytan, men vid provtagningen efter 4 veckor återfanns 20 procent av materialets kväveinnehåll i jorden.

Faktorer som påverkar mineraliseringstakten

Mineraliseringstakten påverkas av en rad faktorer. Gödselmedlets C/N-kvot har stark inverkan på frigörelsen av kväve från organiska gödselmedel. God jordkontakt, tillräcklig markfukt och jordtemperatur påskyndar mineraliseringen. Den totala ytan på gödselmedlet påverkar också mineraliseringsprocessen. Den sker snabbare från produkter med stor total yta som mjölprodukt eller minigranulat än från stora pellets.

Omsättningen av organiskt material

Omsättning av organiskt material och därmed också frigörelsen av organiskt bunden växtnäring påverkas av en rad faktorer. Materialets C/N-kvot har stor betydelse för hur snabbt det omsätts. Vid en C/N-kvot under cirka 20 sker en mineralisering, det vill säga frigörelse, av kväve. Är C/N-kvoten över 20 sker istället immobilisering, det vill säga fastläggning, av kväve i materialet.

Snabb omsättning	Långsam omsättning
högt N-innehåll	lågt N-innehåll
låg C/N-kvot	hög C/N-kvot
lättömsättbart ungt material	svårömsättbart förvedat material
finfördelat material (stor yta)	grovt material (liten yta)
värme	kyla
god jordkontakt	dålig jordkontakt (ytlig spridning)
lagom fuktig jordmiljö	torka eller vattenmättnad
syrerik jordmiljö	syrefattig jordmiljö
hög biologisk aktivitet	låg biologisk aktivitet

Med hjälp av C/N-kvoten kan du få en uppfattning om hur stor andel av kvävet som kan bli tillgängligt för grödan på kort sikt. Ju mer kol gödseln innehåller desto större blir konkurrensen om mineralkvävet mellan växten och de mikroorganismer i jorden som använder sig av kolföreningarna i gödseln.

Beräkning av den kortsiktiga kvävefrigörelsen

För gödselmedel med en C/N-kvot under 16 går det att uppskatta gödselmedlets kortsiktiga kvävegödselvärde genom formeln: $100\% - 6 \times \text{C/N-kvoten}$.

Exempel: Om gödselmedlet har en C/N-kvot på 5 blir det kortsiktiga uppskattade kvävegödselvärdet $100\% - 6 \times 5 = 100\% - 30 = 60\%$

Källa: Delin S., m.fl. 2010

När det gäller långtidseffekten av organisk gödsel är den störst första året efter spridningsåret och varierar då ofta mellan 0 och 20 procent av den mängd som tillförts första året.

Tips från praktiken

Påskynda växtnäringsfrigörelsen

Börja tilläggsgödslingen i tid eftersom det tar tid innan växtnäringen i organiska gödselmedel blir tillgänglig för växterna. Olika åtgärder kan påskynda näringsfrigörelsen:

- Mylla ner gödseln i jorden. Mylla alltid blodmjöl annars kan det bildas en hård kaka på jordytan som inte bryts ner. Ett arbetsbesparande alternativ är att täcka gödseln med ett tunt lager torv. En annan metod är att gräva ner gödseln i gropar mellan plantorna.
- Fukta gödseln. Placera gödseln i anslutning till dropp. Genom att flytta droppinnarna kan du placera tilläggsgödseln på olika ställen vid olika gödslingstillfällen.
- Du kan använda sprinklers som bevattnar hela jordytan för att fukta exempelvis kompost.
- Marktäckning med grönmassa ska vara finfördelad. Välj ungt kväverikt material och vattna på det eller lägg en droppslang under marktäcket så att det blir fuktigt underifrån och torrt på ytan.
- Värme i odlingsbäddarna påskyndar frigörelsen av växtnäring från gödselmedel och jord.



Odling med 2 bevattningssystem, droppbevattning samt dysor som fuktar hela ytan.
Foto: Elisabeth Ögren



Växtrötter kan utsöndra syror som sänker pH-värdet i jorden närmast rotsystemet.
Foto: Elisabeth Ögren.

Organiskt material ökar frigörelsen av fosfor

Tillgängligheten av fosfor ökar när du brukar ner organiskt material i jorden. När mikroorganismer bryter ner organiskt material bildas speciella ämnen, så kallade kelatbildare. Kelatbildare har förmågan att binda starkt till bland annat järn, aluminium och kalcium. Fosfor som är bunden till exempelvis järn frigörs då.

Kelatbildare är organiska molekyler som kan bilda starka kemiska bindningar med metalljoner. När en metalljon binds till en organisk molekyl på 2 eller flera ställen och bildar en ringformad struktur kallas det **kelat**. Växten kan ta upp vissa näringsämnen i **kelatform**.

Mängden frigjord fosfor är beroende av hur lättomsättbart det tillförda materialet är för mikroorganismerna. Lignin, som är svårnedbrytbart, ger lägre frigörelse av fosfor än humus som består av både lätt- och svårnedbrytbara föreningar. Studier i svenska ekologiska tomatodlingar visar att plantsaften kan innehålla relativt låga nivåer av fosfor trots att analyser visar god tillgång på fosfor i jorden. Brister i plantorna beror då inte på brister i jorden utan troligen i första hand på att frigörelsehastigheten är för låg i förhållande till plantornas upptag. Brist på fosfor i plantan kan i sin tur ge upphov till kvävebrist på grund av störningar i proteinsyntesen.

Växtrötter och mikroorganismer kan utsöndra kelatbildare men också syror som sänker pH-värdet. När pH-värdet sjunker blir fosfat som är bundet till kalcium mer lösliga. En möjlighet att öka tillgängligheten av fosfor är att tillföra gödsel och jordförbättringsmedel som sänker pH. Okalkad torv sänker pH i odlingsbäddarna genom en utspädningseffekt i kombination med syror som frigörs från torven när den omsätts i jorden. Oorganiska ämnen som kieserit kan sänka pH genom att svavlet oxiderar till svavelsyra i jorden.

Svensk forskning visar att tillförsel av citronsyra via bevattningsvattnet ökar tillgängligheten av fosfor i jorden. Citronsyran sänker inte pH-värdet i jorden men påverkar kemiska reaktioner så att fosfor blir mer tillgängligt för växternas rötter.

Fosfor i organiska gödselmedel

Fosfor kan förekomma både i organisk och oorganisk form i jord och gödsel. I fastgödsel är den oorganiska andelen 50–80 procent. Den organiskt bundna fosforn måste, liksom kvävet, mineraliseras för att bli tillgänglig för växternas rötter. En svensk studie har visat att den kortsiktiga fosforeffekten av stallgödsel är 60–70 procent. För benmjöl var den kortsiktiga effekten 44 procent och för köttmjöl 60 procent.

Kalium i organiska gödselmedel

Kalium förekommer främst i oorganisk form och vi kan därför räkna med att kalium i organiska gödselmedel är lika tillgängligt som kalium i mineralgödsel. Av den anledningen ökar kaliumnivån snabbt i marken när du gödslar med stallgödsel.

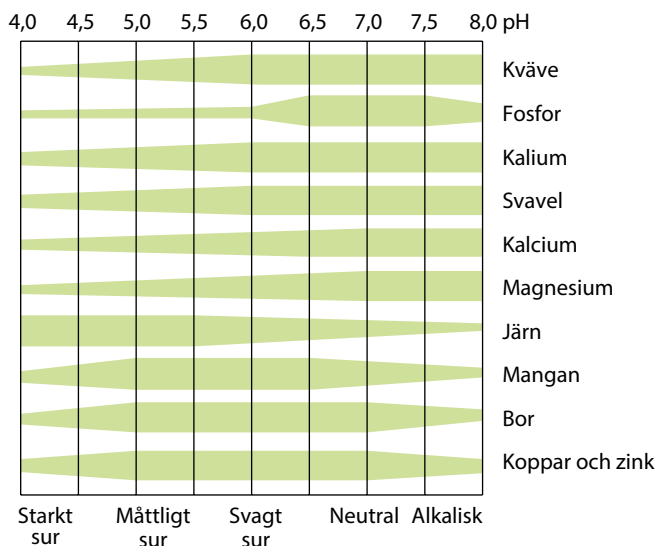
Svavel i organiska gödselmedel

Svavlets kretslopp liknar kvävet. En stor del av svavlet i marken är bundet i organiska föreningar och finns i växtrester och stallgödsel. Stallgödsel innehåller en hel del svavel men bara en mindre del är växttillgängligt. Eftersom merparten av svavlet i organiska gödselmedel är organiskt bundet måste det mineraliseras av markens organismer för att bli tillgängligt för växternas rötter. Det innebär att svavel, liksom kväve, i organiska gödselmedel även ger en långtidseffekt. Den långsiktiga mineraliseringen av svavel och kväve från stallgödsel beräknas ske i förhållande 1:10.

På senare år har svavelvärdena ökat i ekologiska växthusodlingar. En orsak kan vara ökad användning av specialgödselmedel med högt svavelinnehåll.

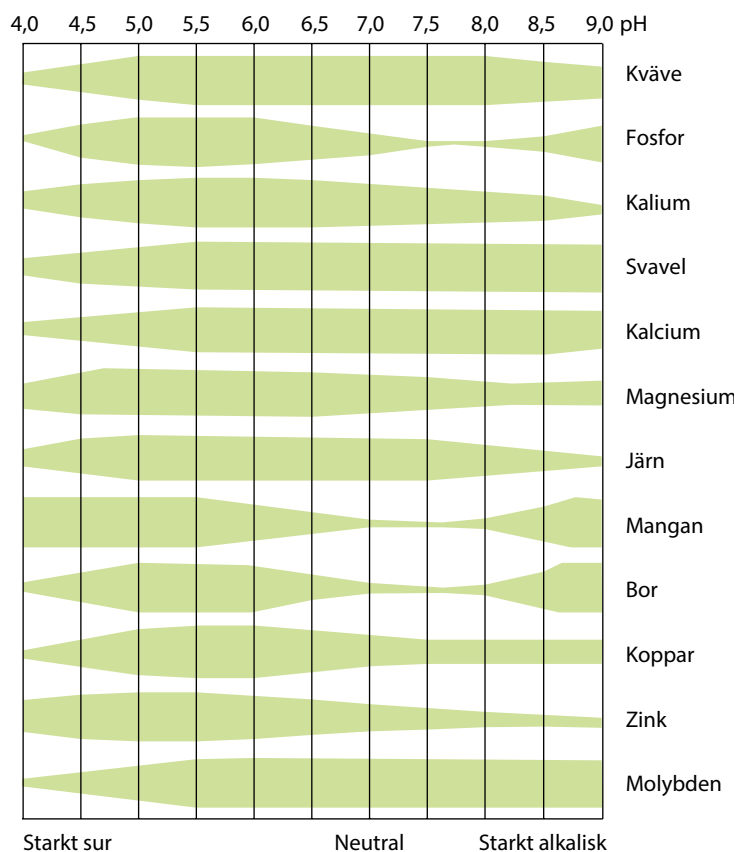
pH påverkar tillgängligheten

Jordens pH har stor betydelse för om den frigjorda näringen ska förbli växttillgänglig eller bindas till jordens organiska och oorganiska fraktioner. Figur 3 visar tillgängligheten av växtnäringsämnen vid olika pH i mineraljordar.



Figur 3. Tillgänglighet av växtnäringsämnen vid olika pH-värden i mineraljordar. Källa: Växtodlingens grunder, efter Trough.

I organogena jordar försämras tillgängligheten av fosfor vid pH-värden över 6. Även tillgängligheten av alla mikronäringsämnen försämras, med undantag av molybden, se figur 4. Organogena jordar innehåller mer än 40 procent organiskt material.



Figur 4. Tillgänglighet av växtnäringsämnen vid olika pH-värden i organogena jordar. Källa: Principles of plant nutrition 1987, efter Lucas and Davis 1961.

Höga pH-värden i ekologiska växthusjordar

I många ekologiska växthusodlingar är pH-värdet i jorden högt. Upprepad gödsling med stallgödsel, kompost och andra organiska gödselmedel gör att pH-värdet i jorden succesivt stiger. Orsaken till pH-höjningen är bland annat att organiska gödselmedel och växtrester har ett överskott av baskatjoner. I stallgödsel, djupströgödsel och urin ligger pH-värdet mellan 7,5 och 9. Högt pH-värde i bevattningsvattnet kan också vara en bidragande orsak till stigande pH i jorden. Att sänka pH är däremot svårt. Det finns inte några kraftigt surgörande organiska gödselmedel men mineraliskt svavel kan ha viss pH-sänkande effekt. Jordförbättring med okalkad torv kan sänka pH-värdet lokalt i jorden. Erfarenheter från praktisk odling visar också att tillförsel av torv kombinerat med tillförsel av ensilage kan sänka pH-värdet. Även blodmjöl kan medföra en sänkning av pH-värdet när det tillförs i överskott, men när plantorna tar upp kvävet som frigörs från blodmjölet stiger pH igen.

Tips från praktiken

För högt pH-värde?

När jordens pH stiger över 6 minskar tillgängligheten av många näringsämnen.

- Undvik att årligen tillföra stora mängder stallgödsel och kompost som bidrar till pH-höjning i jorden.
- Tillför ogödslad och okalkad låghumifierad torv, 3–5 kubikmeter per 100 kvadratmeter. Torven kan förhindra att pH-värdet stiger eller till och med sänka det lokalt. Det kan dock vara svårt att bruka ner stora mängder torv i jorden.
- Analysera bevattningsvattnet för att kontrollera om vattnet har högt pH-värde och orsakar stigande pH i jorden.
- Tillför citronsyra via bevattningsvattnet för att öka tillgängligheten av fosfor, men citronsyran sänker inte pH-värdet i jorden.
- Kalka inte upp jorden vid nystart av en växthusodling även om pH-värdet är mellan 5 och 6, det kommer att stiga med tiden när du tillför stallgödsel och annat organiskt material.



Om bevattningsvattnet har högt pH-värde kan det orsaka stigande pH i jorden.
Foto: Elisabeth Ögren.



Genom att blanda in ogödslad och okalkad torv i bäddarna går det att sänka eller motverka en fortsatt ökning av pH-värdet. Foto: Elisabeth Ögren.



Genom att täcka komposten går det att minska förlusterna av kväve och kalium.
Foto: Elisabeth Ögren.

Balanser mellan växtnäringsämnen

Växtens upptag av växtnäring är beroende av balansen mellan olika växtnäringsämnen i jorden. Växten kan till viss del kompensera för obalanser genom ett aktivt upptag av näringsämnen. Vaxtnäringsämnen som tas upp i växten som positiva joner, till exempel ammonium, natrium, kalium, magnesium och kalcium, konkurrerar med varandra. Det samma gäller för växtnäringsämnen som tas upp som negativa joner, till exempel nitrat, klorid, svavel och fosfor.

I vilken form ett växtnäringsämne förekommer och ämnets rörlighet i marken har också betydelse för balansen mellan ämnena. Svavel och fosfor har båda negativt laddade joner. Sulfatjonen är lätt rörlig i jorden medan fosfatjonen är svår rörlig. Obalanser kan även uppstå genom förluster av växtnäring. I växthus sker förluster främst i gasform eftersom avdunstningen av vatten är större än transporten nedåt i jordprofilen.

Innehållet i gödselmedel överensstämmer sällan med behovet

Balansen mellan växtnäringsämnen i organiska gödselmedel överensstämmer sällan med grödornas behov. Obalanser mellan näringsämnena uppstår på grund av näringsförluster när djur konsumerar växtmaterial eller när växtmaterialet omsätts via till exempel rötning och kompostering. Förluster uppstår vid lagring och när gödsel processas vilket förstärker obalansen ytterligare. 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 fosforhalten. Tabell 6 visar ett exempel på näringsförlusterna vid kompostering av färsk stallgödsel.

Tabell 6. Förluster av växtnäring i procent av det ursprungliga innehållet vid kompostering av färsk stallgödsel.

Total N	Oorganiskt N	P	K
51 %	95 %	13 %	65 %

På grund av obalansen mellan olika växtnäringsämnen måste du tillföra stora mängder stallgödsel och kompost för att tillgodose grödornas kvävebehov. Det kan leda till obalanser både i växten och i jorden och på sikt även till växtnäringsförluster.

Tabell 7 visar balansen mellan kväve, fosfor och kalium i stallgödsel och urin i jämförelse med behovet hos tomat och gurka vid en avkastningsnivå på 25 kg per kvadratmeter. För att uppnå balans är det oftast nödvändigt att kombinera olika gödselmedel. Du kan hålla nere fosfortillförseln genom att komplettera grundgödslingen, som görs med stallgödsel eller kompost, med specialgödselmedel med mycket kväve i förhållande till fosfor och oorganiska gödselmedel med högt kaliuminnehåll.

Tabell 7. Förhållandet mellan behovet av kväve, fosfor och kalium hos tomat och gurka vid en avkastningsnivå på 25 kg per kvadratmeter samt förhållandet mellan dessa ämnen i stallgödsel och urin. Siffrorna är relativtal med utgångspunkt från behovet respektive innehållet av kväve som är satt till 100. Behovet eller innehållet av fosfor och kalium är beräknat i relation till kväve.

	N	P	K
Behov Tomat	100	13	169
Behov Gurka	100	20	157
Fastgödsel			
Fastgödsel nöt	100	29	96
Fastgödsel höns 30 % ts	100	27	43
Djupströgödsel			
Djupströgödsel nöt	100	28	185
Djupströgödsel svin	100	31	94
Djupströgödsel häst	100	31	204
Djupströgödsel får	100	16	210
Flytgödsel			
Flytgödsel nöt 9 % ts	100	14	88
Urin			
Urin nöt	100	< 3	143

Stallgödsel, och i synnerhet komposterad stallgödsel, har ett högt innehåll av fosfor i förhållande till kväve och kalium. Du kan kombinera fastgödsel från nöt med oorganiska gödselmedel med högt kaliuminnehåll för att undvika överdriven fosfortillförsel. Djupströgödsel har högre kaliuminnehåll än fastgödsel på grund av den höga halminblandningen. Enligt de schablonvärden för växtnäringsinnehåll i stallgödsel, som ligger till grund för siffrorna i tabell 7 har djupströgödsel från nöt, häst och får lämpligare proportioner mellan kväve, fosfor och kalium än fastgödsel från nöt, i relation till behovet hos tomat och gurka.

Tabell 8 visar balansen mellan kväve, fosfor och kalium i ett antal organiska gödselmedel som saluförs i Sverige under 2019, i jämförelse med behovet hos tomat och gurka vid en avkastningsnivå på 25 kg per kvadratmeter. Tag kontakt med ditt kontrollorgan för besked om vilka gödselmedel som är tillåtna att använda i ekologisk odling.



När tomatplantorna är fulla med frukt är kaliumbehovet stort.
Foto: Elisabeth Ögren.

Tabell 8. Förhållandet mellan behovet av kväve, fosfor och kalium hos tomat och gurka vid en avkastningsnivå på 25 kg per kvadratmeter samt förhållandet mellan dessa ämnen i några organiska gödselmedel som saluförs under 2019 i Sverige. Siffrorna är relativtal med utgångspunkt från behovet respektive innehållet av kväve som är satt till 100. Behovet eller innehållet av fosfor och kalium är beräknat i relation till kväve.

	N	P	K
Behov Tomat	100	13	169
Behov Gurka	100	20	157
Fasta specialgödselmedel *			
Biofer Hemoglobin	100	1	5
Biofer 10-3-1	100	26	10
Biofer 9-3-4+2	100	28	41
Biofer 6-3-12+7	100	39	197
Ekogödsel 9-4-0	100	44	4
Ekogödsel 8-3-5-3	100	41	63
Ekogödsel 6-3-8-5	100	49	129
Ekogödsel 4,4-1,5-2	100	35	56
DCM ECO-Mix 1	100	24	28
DCM ECO-Mix 4	100	44	118
DCM ECO-Xtra 1	100	28	62
DCM ECO-Plant 7	100	22	55
Flytande specialgödselmedel *			
Vinass Lalleman 3,2-0-7	100	0	219
Byco-Bact 30	100	15	63
DCM ProLico 1	100	2	42
DCM ProLico 2	100	4	217
Fontana 4-1-6	100	12	138
Fontana 9-0-0	100	0	0
PHC 7-1-2	100	16	28
PHC 5-1-4	100	20	87

*Dessa gödselmedel marknadsförs i Sverige 2019. Fråga ditt kontrollorgan vilka som är tillåtna i ekologisk produktion.

Organiska specialgödselmedel har en högre koncentration av växtnäring och i regel en lägre C/N-kvot än stallgödsel och komposter. De används vanligtvis vid tilläggsgödsling för att täcka kulturens kvävebehov och för att kompensera för obalanser. Växtnäringsinnehållet varierar mycket beroende på råvarornas ursprung.

Kulturer som tomat och gurka har ett stort behov av kalium. Det finns ett antal oorganiska gödselmedel med högt kaliuminnehåll, som Kalimagnesia och Kaliumsulfat, som används i ekologisk växthusodling för att täcka plantornas kaliumbehov. Dessa innehåller vanligtvis även mycket svavel. Riklig användning kan leda till höga överskott av svavel.

I tabell 7 och 8 anges endast proportionerna mellan kväve, fosfor och kalium i de olika gödselmedlen. Det är dock viktigt att även se till proportionerna mellan övriga växtnäringsämnen. Det kan vara stora skillnader när det gäller balansen mellan olika växtnäringsämnen i de gödselmedel som finns tillgängliga på marknaden. Det är viktigt att ta hänsyn till detta vid valet av gödselmedel för att inte förstärka eventuella obalanser i jorden. Exempelvis är kvoten Ca/K 0,4 i Biofer 6-3-12+7 medan motsvarande kvot i Ekogödsel 6-3-8-5 är 1,3.

Gödsling

I växthusodling är uttaget av växtnäring stort och möjligheten till växtföljd och att bygga upp jorden med grüngödslingsgrödor begränsad. Tillförsel av växtnäring genom grundgödsling och tilläggs-gödsling är därför nödvändig för att täcka kulturernas växtnäringsbehov.



Mindre kallhusodling där odlaren använt traktorfräs för att bruka in grundgödslingen i jorden.
Foto: Elisabeth Ögren.

Grundgödsling

Det är svårt att särskilja jordförbättring och grundgödsling eftersom allt organiskt material bidrar till att bygga upp jordens struktur. Ett gödselmedel bör dock även bidra med näring till grödan under samma odlingssäsong som du tillför det, ett krav som stallgödsel uppfyller. Stallgödsel har större positiv inverkan på strukturen än halm eftersom materialet har omsatts i djurets mage och blivit stabilare. Har gödseln därefter blivit komposterad ökar stabiliteten ytterligare. Undvik att tillföra för mycket växtnäring som grundgödsling. Risken finns att plantorna blir överfrodda i början av kulturtiden. Senare, när omsättningshastigheten avtar och näringsfrigörelsen från grundgödslingen inte längre ligger på samma nivå som plantornas behov, kan plantorna få näringsbrist.



Om du tillför för mycket växtnäring som grundgödsling är risken stor att plantorna blir överfrodda i början av säsongen.
Foto: Elisabeth Ögren.



Tank med fasta gödselmedel upplöst i vatten. Foto: Elisabeth Ögren.



Om organiska gödselmedel ligger torra på ytan sker det ingen nedbrytning och därmed ingen växtnäringsfrigörelse. Foto: Stig Arne Molén.

Tips från praktiken

Kompost som grundgödsling och jordförbättringsmedel

Har du inte tillgång till stallgödsel kan du göra kompost av grönmassa. Komposten tillför växtnäring och nyttiga mikroorganismer.

Gör så här:

- Blanda grönmassekompost av 5 delar (baserat på vikt) grönmassa, till exempel nyslagen, finhackad gräsklövervall, och 1 del hackad halm.
- Komposten bör ha en vattenhalt på 65–70 procent. Halmens uppgift i komposten är att sänka vattenhalten och höja andelen kol. Vattenhalten i grönmassan sjunker snabbt efter avslagning om det är torr väderlek. Då kan du minska mängden halm rejält. Ett alternativ till hackad halm kan vara hästgödsel med spån.
- Börja med att blanda in knappt hälften av halmen. Kontrollera efter några dagar om processen kommit igång genom att mäta temperaturen i ytan. Blanda in mer halm om komposten fortfarande är kall och känns blöt.
- Täck komposten med duk avsedd för kompostering för att förhindra vattenavdunstning och näringsförluster. Kontrollera vattenhalten i komposten regelbundet genom att krama blandningen i handen. Den ska vara så fuktig att vätska tränger fram mellan fingrarna, men det ska inte rinna vätska.
- Blanda om komposten regelbundet, 1 gång per vecka första månaden och därefter var fjortonde dag. Använd till exempel en gödselspridare.
- Anpassa mängden kompost som du tillför odlingen efter analys, tidigare gödsling och grödans behov.

Tilläggsgödsling

När plantorna etablerat sig kan det vara dags för tilläggsgödsling. De gödselmedel som är lämpliga att använda för tilläggsgödsling bör omsättas snabbare i jorden än gödselmedlen för grundgödsling. Om grödan visar bristsymptom är det speciellt viktigt att näringen frigörs snabbt. Gödselmedel med en stor andel mineralkväve är då effektiva.

Om gödselmedlet är flytande eller fast, om det är finmalet eller pelleterat och om du myllar ner det 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 bevattningssystem. Organiska gödselmedel som tillförs med bevattningssystemet kan dock sätta igen små hål i droppslangar. Därför är det viktigt att undvika att näringsberikat vatten blir stående i bevattningssystemet. Läs mer i häftet Teknik för spridning av organiska gödselmedel på Jordbruksverkets webbplats eller i kurspärmen Ekologisk odling i växthus.



En odlare provar att lägga tilläggsgödseln i vertikala dräneringsrör för att gödseln ska komma ner i bädden. Foto: Johan Ascard

Det är en viss tröghet i omsättningen i marken och frigörelsen av växtnäring från organiska gödselmedel. Därför är det nödvändigt att bygga upp en jord som har tillräcklig kapacitet att frigöra växtnäring i takt med plantornas behov. Det är även viktigt att tilläggsgödsla i god tid, innan det uppstår bristsituationer.

Marktäckning som tilläggsgödsling

Du kan även tilläggsgödsla genom att lägga marktäckning med grönmassa, ensilage eller kompost. Marktäckning tillför stora mängder organiskt material vilket är en fördel för jordstrukturen, mikrolivet i marken och rötternas utbredning. Är materialet ungt, kväverikt och finhackat ger det en snabbare växtnäringseffekt än om det består av gammalt förvedat växtmaterial med lågt kväveinnehåll och stora bitar. Genom att välja material med olika sammansättning av baljväxter och gräs kan du i viss mån styra proportionerna mellan kväve och kalium. Ju mer baljväxter desto kväverikare blir materialet. Lämplig mängd beror på materialet men vanligtvis lägger odlarna ett cirka 5 cm tjockt lager av marktäckning, vilket motsvara 200–400 kg per 100 kvadratmeter och tillfälle.



Marktäckning med grönmassa, ensilage eller kompost bidrar med växtnäring under säsongen och hindrar bäddarna från att torka ut. Foto: Elisabeth Ögren.



Lägg ut ensilage på bäddarna några dagar innan plantering så minskar risken för ammoniakskador på plantorna.
Foto: Elisabeth Ögren.

Tips från praktiken

Undvik ammoniakskador

En risk med marktäckning med färsk grönmassa och ensilage är att ammoniak kan avgå och ge brännskador på bladen. Även från hönsgödsel, som har högt kväveinnehåll, kan det frigöras ammoniakgas. Undvik därför att sprida den typen av gödselmedel när det är extra varmt i växthuset eller då ventilationen är dålig.

- Du kan lägga ut ensilaget på bäddarna några dagar före plantering i stället för efter plantering.
- Lägger du marktäckning efter plantering, sprid marktäckning med färsk grönmassa, ensilage eller hönsgödsel på kvällen och lämna luftluckorna öppna under natten. Eller vänta med att sprida ut marktäckningen till en mulen dag när det är svalare i växthuset.
- Du kan minska risken för brännskador ytterligare genom att strö ett tunt lager med torv över marktäckningen eller genom att blanda hönsgödseln med torv.



Marktäckning med färsk kväverik grönmassa eller ensilage kan ge brännskador på bladen om det är varmt i växthuset och ventilationen dålig.
Foto: Elisabeth Ögren.

Växtnäringsbehovet varierar under kulturtiden

Förhållandet mellan plantornas upptag av främst N och K varierar under olika utvecklingsfaser. Under den vegetativa fasen är kvävebehovet vanligtvis som störst för att sedan sjunka då fruktsättningen ökar och plantan går in i den generativa fasen. Läs mer om hur växtnäringsbehov varierar under kulturtiden i häftena Ekologisk odling av tomat och Ekologisk odling av växthusgurka på Jordbruksverkets webbplats eller i kurspärmen Ekologisk odling i växthus.

Analyser

Markkarteringsanalys

När du ska göra en plan för växtnäringstillförseln i din växthusodling är det bra att utgå från en markkarteringsanalys. En förrådsanalys (HCl) och tillgänglighetsanalys (AL) kan ligga till grund för beräkningen av gödslingsgivan. Det kan vara svårt att tolka värdena i en tillgänglighetsanalys när växtnäringen i gödselmedlen är bundna i organiska och oorganiska föreningar. Analysvätskan som laboratorierna använder för tillgänglighetsanalyser löser exempelvis lättare ut fosfater än vad växten förmår göra. Analysen kan därför ge en överdriven bild av mängden växttillgängligt fosfor.

Genom att årligen göra en tillgänglighetsanalys kan du följa förändringar i jordens totala innehåll av växtnäring. Du behöver däremot inte göra en förrådsanalys (HCl) varje år, det kan räcka med 3–5 år mellan analyserna. Markkarteringsanalyserna ger information om det skett ett nettouttag eller en nettotillförsel av växtnäring jämfört med föregående år. Gör du analysen på hösten efter avslutad säsong kan den, tillsammans med en växtnärbalans, ligga till grund för beslut om grundgödsling inför nästa säsong.

Markkarteringsanalyser från ekologiska växthusodlingar visar ofta mycket höga värden jämfört med riktvärden för åkerjord för frilandsodling av grönsaker eller för lantbruksgrödor. Tillväxtintensiteten är betydligt högre i växthusodling jämfört med i frilandsodling och gödslingsnivåerna högre per ytenhet. Växthusjordarnas volymvikt är vanligen lägre än åkerjord vilket gör att markkarteringsvärdena inte är direkt jämförbara med analyser av åkerjord.

Spurwayanalys

För att få en vägledning om hur stor andel av jordens växtnärbalans som är tillgängligt för plantorna och hur mycket näring du bör tillföra vid tilläggsgödsling kan du göra en driftanalys, en så kallad Spurwayanalys. Spurwaymetoden försöker efterlikna de förhållanden som råder i rotens absoluta närhet och speglar de snabba svängningar som kan ske i jorden under odlingsperioden. Analysera jorden innan plantering och upprepade gånger under odlingsperioden. Det är extra viktigt att följa näringsnivån i jorden under de första månaderna efter utplantering. Då är upptaget stort och förändringar sker snabbt i jorden. Gör gärna ett analyschema som utgår från planteringsdatum så kan du lättare jämföra förändringar mellan åren. Exempel på analyschema finns i häftet Ekologisk odling av tomat på Jordbruksverkets webbplats eller i kurspärmen Ekologisk odling i växthus.



Genom regelbundna jordanalyser kan du följa förändringar i markens näringsinnehåll. Foto: Elisabeth Ögren.



Det är extra viktigt att följa näringsnivån i jorden under de första månaderna efter utplantering då det sker snabba svängningar. Foto: Elisabeth Ögren.

Spurwayanalysen uttrycker mängden växtnäring i mg per liter jord. Det innebär att den tillgängliga mängden växtnäring även är beroende av hur stor jordvolym plantan har tillgång till och rotsystemets utbredning. Spurwayanalysens riktvärden har tagits fram för förhållanden som råder vid konventionell odling där substratvolymen per planta är mindre än i ekologisk odling och väldigt lite näring frigörs från substratet under odlingssäsongen. Det är viktigt att ha den skillnaden mellan odlingssystemen i åtanke när du tolkar analysresultaten i relation till riktvärden för konventionell odling. Spurwayvärdena för till exempel kväve, fosfor och svavel i ekologisk växthusodling ligger ofta under de rekommenderade värdena trots att plantorna inte visar några bristsymptom. Förklaringen till detta är troligen den större substratvolymen per planta i ekologisk odling och den transport av växtnäring som ständigt pågår mellan de olika näringsfraktionerna i en levande jord. För tomat finns det dock riktvärden för ekologisk odling. Riktvärdena har tagits fram av en deltagardriven grupp efter utvärdering av många års analysarbete i gruppens tomatodlingar och i samverkan med rådgivare och forskare, se häftet Ekologisk odling av tomat.

Kalium i organiska gödselmedel är i motsats till kväve, fosfor och svavel inte organiskt bundet. Analysvärdet för kalium visar därför tydligare vad som verkligen finns tillgängligt för plantorna.

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 också svårigheter att ta upp växtnäring. Växtnäringsämnen påverkar ledningstalet i olika hög grad. Nitrat, klorid och sulfat ger en stark påverkan medan kalium, fosfor och kalcium påverkar mindre.



Substratvolymen och rötternas utbredning har betydelse för hur mycket växtnäring plantorna kan få tillgång till. Foto: Elisabeth Ögren.

Fasta provpunkter

Det är viktigt att du tar jordproverna vid fasta provpunkter för att kunna se förändringar mellan provtagningstillfällena och kunna utvärdera resultatet. Tag minst 10 jordprov, gärna 20, per växthus. Tag fler delprover om det är ett större hus. Skrapa först bort ytjorden. Tag jordprovet cirka 20 cm från plantan och 20 cm från droppstället till ett djup av 30 cm. Blanda ihop delproverna och tag ut ett samlingsprov som du skickar på analys. Tag flera samlingsprover om det är olika förhållanden i olika delar av växthuset.

Växtanalyser

Du kan komplettera Spurwayanalysen med en analys av plantan, en blad- eller växtsaftanalys. Plantsaftanalysen visar det aktuella näringsinnehållet i plantsaften, det vill säga den näring som ännu inte hunnit byggas in i några föreningar i plantan. Bladanalysen visar vad som finns löst i växtsaften plus det som byggs in i olika bladstrukturer.

Växtnäringsbrister i plantorna kan ha många olika orsaker. Genom att analysera både jorden och plantorna vid samma tillfälle kan du lättare tolka om brister i plantan beror på låga växtnäringsnivåer i jorden eller om upptaget försvåras av andra faktorer. Orsaken till att plantan lider brist på ett växtnäringsämne kan vara att det är obalans mellan växtnäringsämnena i jorden eller att jordens pH förhindrar att växtnäring frigörs från övriga fraktioner i jorden. Växtnäringsbrist kan även uppstå om rotsystemet inte fungerar på grund av dålig jordstruktur eller angrepp av skadegörare. Även brister i klimatstyrningen och vattentillförseln kan orsaka att plantornas upptag av växtnäring inte fungerar.



En blad- eller växtsaftanalys visar näringsinnehållet i plantan och kan vara ett bra komplement till jordanalyser. Foto: Elisabeth Ögren.



I växthusodling är vattentillförseln stor. Är pH-värdet i vattnet högt eller om det innehåller stora mängder av ett enskilt ämne kan det orsaka problem efter flera års odling i samma jord.
Foto: Elisabeth Ögren.

Regelbundna analyser ger erfarenhet

Genom att följa näringsstatusen i jord och planta med hjälp av regelbundna analyser bygger du så småningom upp din egen erfarenhet och förståelse för vad som händer under olika utvecklingsfaser och efter olika åtgärder i din odling. Svängningar sker snabbt i en växthusjord men det är samtidigt en viss tröghet i frigörelsen av växtnäring från organiska gödselmedel. Därför är det viktigt att vara ute i god tid med gödslingsåtgärder. Regelbundna analyser är då ett bra hjälpmedel för att kunna fatta rätt beslut.

Analysera bevattningsvattnet

I en växthusodling är vattentillförseln stor per ytenhet. Det är därför viktigt att även analysera bevattningsvattnet för att kontrollera om vattnet tillför stora mängder av något oönskat ämne eller salter som kan anrikas. Stora mängder av enskilda ämnen kan skapa obalanser i jorden och störa plantornas växtnäringsupptag. Det kan vara svårt att komma till rätta med anrikning av salter och obalanser när odlingen sker i samma jord år efter år. Bevattningsvattnet kan även höja pH-värdet i jorden till en önskad nivå.

Är något ämne ovanligt högt i bevattningsvattnet kan det vara idé att ta med tillförseln av det ämnet via vattnet i växtnäringsbalansberäkningen. Det kan ha betydelse för val av gödselmedel och gödslingsstrategi.

Odlingar som har problem med höga halter av vissa ämnen i bevattningsvattnet eller för höga pH-värden har anlagt dammar för att kunna växla mellan olika vattenkvaliteter.

Växtnäringsbalans

I en växtnäringsbalans beräknar du skillnaden mellan mängden tillförd och bortförd växtnäring. Växtnäringsbalansen visar om odlingen som helhet har ett över- eller underskott av växtnäring.

En växtnäringsbalans innebär alltid ett visst mått av osäkerhet då växtnäringsinnehållet i organiska gödselmedel varierar beroende på ursprung. Variationen är särskilt stor i stallgödsel och påverkas av utfodring, strömaterial, lagring och spridning samt hur gammal gödseln är. Finns det anledning att anta att näringsinnehållet inte stämmer överens med aktuella schablonvärden bör du analysera gödseln. Variationerna kan också vara stora i plantornas upptag av växtnäring beroende på sort, utveckling och avkastningsnivå. Även förluster av växtnäring vid spridning samt under och mellan odlingsperioderna påverkar balansen.

Trots alla eventuella fel är växtnäringsbalanser ett bra redskap för att följa trender över tid i odlingen. Tillsammans med årliga markkarteringsanalyser ger växtnäringsbalansen en bra grund för beslut om kommande års gödsling.

Enligt KRAV:s regel 4.7.9 (2019–20) ska ekologiska växthusodlingar göra växtnäringsbalansberäkningar om odlingen är över 200 kvadratmeter vid

något tillfälle under året eller om det inte går att visa att bevattningsvattnet inte släpps ut i den omgivande miljön. Då ska du göra årliga beräkningar för kväve, fosfor och kalium.

Balanser över längre tid

När du odlar i markbädd och inte byter ut jorden regelbundet och gödslar med organiska gödselmedel bör du göra växtnäringsbalansen över flera år. Organiskt bunden växtnäring som kväve och fosfor frigörs inte bara under loppet av en odlingssäsong. Även växtnäring tillförd i en form som växterna kan tillgodogöra sig direkt kan fastläggas, både i organiska och oorganiska föreningar.

Växtnäringsbalanser som sträcker sig över flera år kan visa om ett enskilt ämne tillförts i överskott under lång tid. I en nystartad växthusodling kan det vara befogat att gödsla med ett visst överskott för att bygga upp jordens egen växtnäringslevererande förmåga. Efter flerårig odling i samma jord med stora överskott och stigande markkarteringsvärden kan det däremot vara lämpligt med ett underskott för att hushålla med resurser och undvika obalanser och överskott av enskilda näringsämnen. Då finns det anledning att välja ett gödselmedel och mängd som istället innebär underskott av det enskilda ämnet under något eller några år.



När du odlar i samma jord år efter år är det bra att göra en växtnäringsbalans över flera år.

Foto: Elisabeth Ögren.

Makronäringsämnen

Kväve (N)

Förekomst i jorden samt upptag i växten

Kväve förekommer i olika former i marken. Den övervägande delen av kvävet är organiskt bundet medan en mindre del 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, bland annat som ammoniak och lustgas.

Växtens rötter tar upp kväve framför allt i form av de oorganiska jonerna ammonium och nitrat. Rötterna kan även ta upp organiskt kväve, speciellt under näringsfattiga förhållanden. Genom kvävefixering tillgodogör sig vissa växter också luftens kväve (N_2).

Förekomst i växten och symptom vid obalanser

Kväve spelar en viktig roll som beståndsdel av proteiner, amino- och nukleinsyror samt i enzymer 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 växten saknar kväve avstannar syntesen av klorofyll och växten bleknar och gulnar så småningom. Eftersom kväve är lätttrörligt i växten uppstår symptomen först på äldre blad. Slutligen vissnar växten



Vid överskott av kväve blir bladen mörkgröna med dragning åt blått.
Foto: Elisabeth Ögren.

med början i bladspetsar 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 till exempel 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 med dragning åt blått. Växten blir lös vilket gör att den lättare blir angripen av skadegörare. I växthus är det risk för att plantorna blir överfrodiga. Då stimuleras den vegetativa tillväxten på bekostnad av fruktsättningen. Överfrodiga plantor ökar också avdunstningen vilket ökar risken för bruna kärldrängar i frukterna. Vid stort kväveöverskott blir tomatbladen kortare än normalt och ser styva ut. 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.

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. Den svårlösliga delen utgör mer än 90 procent.

Lättillgänglig fosfor kan frigöras och bli tillgängligt för växterna under loppet av en odlingsäsong. Det är fosfor som är löst bundet till lermineral, oftast till järn eller aluminium, men även 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 består av fosfor som är 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. Det medför att det kan uppstå fosforbrist på jordar med normal fosforstatus tidigt på säsongen och under plantuppdragningen. I temperaturintervallet 12–18 °C innebär en temperaturhöjning på 2 grader en fördubbling av fosforupptaget. Transporten fram till rotytan kan också begränsa plantans möjlighet att ta upp fosfor.



Fosforbrist kan förekomma tidigt på säsongen när jordtemperaturen är låg. Undersidan av bladen och även bladstjälkar och stam blir då rödviolenta.
Foto: Elisabeth Ögren.

Mikroorganismer och växrötter kan öka frigörelsen av fosfor genom att utsöndra fosfataser. Det är enzymer som bidrar till att frigöra organiskt bunden fosfor. Tillgängligheten av den fosfor som finns bunden i jorden ökar då du gödslar upp jorden till ett högre fosfortillstånd. Förklaringen är att ju mer fosfor som binds på mineralytorna desto svagare blir den genomsnittliga bindningsstyrkan. Effekten av fosforgödsling blir större på en lättare jord som har färre bindningsställen än på en lerjord. pH-värdet i markvätskan påverkar också frigörelsen av fosfor. Fosfor har högst tillgänglighet vid ett pH mellan 6,5 och 7,5 i mineraljordar. I organogena jordar är tillgängligheten som högst vid ett pH-värde mellan 5,0 och 6,0. Vid lägre pH bildas föreningar med aluminium och järn, vid högt pH bildas föreningar med kalcium.

Förekomst i växten och symptom vid obalanser

Fosfor kan inte bytas ut mot något annat växtnäringsämne. Fosfor förekommer i växten i olika cellmembran och ingår som beståndsdel i 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.

Fosfor är lätttrörligt i växten och vid brist kan växten omfördela fosfor från äldre till yngre delar. Symptomen blir därför tydligast på äldre blad. I de tidiga stadierna av brist är symtomen svaga, tillväxten i tomatplanter avtar och stammen tunnare ut. Växten har förmåga att recirkulera och återanvända den fosfor som används i energirika föreningar, därför tar det lång 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 blir försenad 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. Överskottet binds upp i jorden vilket i sin tur 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 som illit, montmorillonit, fältspat och biotit. När mineraler vittrar tillförs kalium till jordens fraktioner av svår- och lösligt kalium. Det svårslösliga kaliumet, som i jordanalyser redovisas som K-HCl, finns fixerat mellan skikten som bygger upp lermineral som illit och montmorillonit.



Fosforbrist förstärker risken för "gröna nackar" i tomat.
Foto: Elisabeth Ögren.

Lättlösligt kalium, som i jordanalyser redovisas som K-AL, finns bundet till lerpartiklar och organiska föreningar samt löst i markvätskan. 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 då till markvätskan.

Växten behöver ofta större mängd kalium än vad det 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. Växterna tar upp magnesium, kalcium och natrium i mindre mängd än kalium även om koncentrationen i markvätskan är högre av dessa ämnen än av kalium. Bakgrunden är inte helt utredd men en orsak kan vara att växterna tar upp magnesium, kalcium och natrium passivt och därmed konkurrerar de med andra positiva joner. Växternas kaliumupptag 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.



Överskott av kalium ökar risken för vikta klasar på tomatplantor.
Foto: Elisabeth Ögren.

Förekomst i växten och symptom vid obalanser

Kalium är det mest lättrörliga växtnäringsämnet i växten och en viktig transportör av andra joner genom växtens olika membran. Kalium har stor betydelse för näringssammansättningen i frukter och upplagsorgan. Växterna har extra stort behov av kalium 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. Det minskar växtens motståndskraft mot svampangrepp. God tillgång på kalium stärker däremot motståndskraften genom att växtens stödjevävnader och cellväggar stärks.

Eftersom kalium reglerar saftspänningen i växten kan det första tecknet på kaliumbrist vara att växten lätt slokar under varma dagar. Bristsymptom uppträder först på äldre och halvgamla blad eftersom kalium transporteras till yngre blad med kraftig tillväxt. Vid brist är bladen ofta mörkare än normalt och bladkanterna något vågiga och gulgröna. Bladkanter och spetsar torkar in efterhand. Ibland uppträder döda fläckar på bladskivan längs nerverna. Till sist gulnar hela bladet men nerverna förblir gröna. Knoppbildning och blomfärg blir sämre. Frukterna får en lägre syrahalt, sämre hållbarhet och mognar ojämnt. Rötterna blir långa, ogrenade och gulaktiga.

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 finns bundet i jorden i mineral som biotit, hornblände och montmorillonit.

Magnesium tillförs till de olika fraktionerna i jorden genom vittring. En mindre fraktion av magnesium finns bundet till organiskt material. Mängden lösligt magnesium är 5 procent av markens totala förråd. I markvätskan återfinns magnesium som den växttillgängliga jonen Mg^{2+} . Faktorer som bidrar till magnesiumbrist är högt ammonium- och kaliumtal, lågt pH i mineraljordar och högt pH i organogena jordar, högt ledningstal och låg jordtemperatur.

Förekomst i växten och symptom vid obalanser

Magnesium är central atom i klorofyllmolekylen och spelar en viktig roll vid fotosyntesen. Huvuddelen av magnesiumet finns dock löst i cellvätskan. Där påverkar och deltar magnesium, liksom kalium, i enzymatiska reaktioner samt reglerar växtens vattenbudget och jonbalans. Magnesium är viktigt för transport och överföring av energi i växten. Magnesium är därför indirekt nödvändigt för syntesen av de flesta av växtens byggstenar som proteiner och kolhydrater.

Magnesium är lätttrörligt i växten och brist framträder först på äldre blad. Bladen gulnar mellan nerverna, med början från kanterna. Nerverna förblir gröna, utom de allra minsta. Det ger upphov till en typisk marmorering som ibland har röda inslag. Det kan uppträda döda fläckar på de gulnande bladen, ibland i form av band längs nerverna. Svag magnesiumbrist uppträder i nästan alla växthusodlingar men har liten inverkan på fruktproduktionen. När tomatplantorna är hårt belastade kan det bli akut magnesiumbrist i plantorna. Det visar sig i form av gula blad mitt på plantan. Magnesiumbrist gör att rötterna blir korta och slemmiga.

Svavel (S)

Förekomst i jorden samt upptag i växten

Huvuddelen, 95–99 procent, av svavlet i jorden är bundet i organiska föreningar. Svavel frigörs som sulfat (SO_4^{2-}) genom omsättning av organiskt material och genom vittring av svavelrika mineral, till exempel pyrit. Sulfatjonen är den dominerande oorganiska formen av svavel i jorden. Det är också den form av svavel som växterna lättast tar upp.

Sulfat förekommer fritt i markvätskan samt i vissa jordar bundet till mineralpartiklar och i oxider av järn och aluminium. Sulfatjonen är liksom nitrat lätttrörlig i marken och lakas därför lätt ut. Växter kan även ta upp svavel genom bladen i form av svaveldioxid. Svaveldioxiden omvandlas i bladen till sulfat.



Magnesiumbrist på äldre blad är mycket vanligt i tomatodlingar. Foto: Elisabeth Ögren.



När tomatplantorna är hårt belastade av frukt kan det uppstå akut magnesiumbrist. Då gulnar hela blad i mitten på plantan. Foto: Torbjörn Hansson.



Transporten av kalcium är beroende av transpirationsströmmarna i plantan och påverkas därför av tillgången på vatten och luftfuktigheten. Foto: Elisabeth Ögren.

Förekomst i växten och symptom vid obalanser

Svavel finns bundet i aminosyror och proteiner samt i vitaminer, hormoner och enzymer. Det svavel som växten inte har nytta av direkt lagras i växten som sulfat. Upp till 60 procent av svavlet kan finnas lagrat som sulfat.

Brist på svavel ger tillväxthämning, plantorna blir små och styva. En stor del av bladproteinerna ingår i kloroplasterna. Vid brist på svavel gulnar därför bladen mellan nerverna, med början hos de yngre bladen. Bladen kan bli mer upprättstående än vanligt, i vissa fall med nedåtböjd bladskiva, smala och buckliga. Stammar och nerver kan få en violett anstrykning. På gurkplantor som lider av svavelbrist blir bladkanterna på unga blad tydligt sågkantade. Eftersom svavel förekommer i enzym som styr omvandlingen av nitrat, kan svavelbrist hämma proteinsyntesen och medföra en ansamling av nitrat i växten. Det är lätt att förväxla svavelbrist med kvävebrist på grund av hämningen av proteinsyntesen. Men i motsats till svavelbrist uppträder kvävebrist först på äldre blad och normalt böjs inte heller bladen nedåt. Vid svavelbrist bildas det många rötter som är 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, till exempel fältspat och kalcit. Förrådet av kalcium är större än förrådet av kalium, i synnerhet på kalkrika jordar. Kalcium finns också i stor mängd bundet till lerpartiklar och löst i markvätskan. Växten tar upp kalcium som Ca^{2+} och transporterar det med transpirationsströmmen upp i växten. Det är sällan som kalciumbrist i växten beror på brist på kalcium i jorden. Ofta är det istället obalanser mellan olika näringsämnen, till exempel riklig förekomst av andra positiva joner i jorden, som ligger bakom kalciumbrist i växten.

Kalciumtransporten är alltså beroende av transpirationsströmmarna i växten. Brist kan därför uppstå om transpirationen blir begränsad på grund av låg eller ojämn vattentillgång, låg ljusintensitet eller hög luftfuktighet. Kalciumbrist i växten kan också bero på att rötternas aktiva upptagningsyta har minskat. Orsaken kan vara syrebrist i jorden på grund av jordpackning eller nedbrytning av stora mängder färskt organiskt material.

Förekomst i växten och symptom vid obalanser

Kalcium är viktigt för växtens strukturella och fysiska stabilitet. 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 även viktigt för transportprocesser genom vävnader och i celler.

Kalcium är svårörligt i växten eftersom det transporteras nästan uteslutande med transpirationsströmmen och binds till fasta strukturer i växten. Om plantorna växer kraftigt vegetativt kan det uppstå brist i frukterna. För att kunna upprätthålla en hög celldelning och därmed tillväxt måste kalciumnivån vara låg. Det gör att det lätt uppstår brist i tillväxtpunkter och i yngre blad samt i frukter där tillväxttakten är hög.

Vid brist på kalcium avtar tillväxten och växten får ett buskigt utseende. Bladen blir mindre, bladkanterna hos yngre blad böjs uppåt och bladnerverna blir bruna. Längs bladnerverna uppstår ljusa och med tiden döda fläckar, speciellt i området kring bladspetsen. Undersidan av bladen skiftar i violett. I gurka förblir de yngsta bladen små med djupt tandade bladkanter och böjs uppåt. Om det blir kalciumbrist på grund av minskad transpiration kan plantan böjas kring mjuka, vattniga partier på stammen. I tomat är det ovanligt att symptom uppstår på vegetativa plantdelar. Däremot orsakar kalciumbrist ofta pistillröta på frukterna, både ut- och invändig. I gurka blir blommorna små och bleka, frukterna små, tröga 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. Rotaktiviteten minskar under kalla och våta perioder vilket gör att manganbrist ofta uppstår när sådana perioder följs av varmare väder och behovet av näring ökar. Höga halter av kalcium och magnesium hämmar upptaget av mangan. Risken för manganbrist ökar även snabbt med stigande pH.

Förekomst i växten och symptom vid obalanser

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



Pistillröta i tomat beror på kalciumbrist i frukten men orsakas ofta av odlings-tekniska problem mer än av brist på kalcium i jorden.

Foto: Torbjörn Hansson.



Manganbrist visar sig som bleka fläckar mellan bladnerverna på yngre blad.
Foto: Elisabeth Ögren.

Begrepp som används för att beskriva symptom som uppstår vid näringsbrist

- **Kloros** betyder att växten helt eller delvis förlorar sin färg och gulnar eller att bleka fläckar bildas på bladen. Orsaken är att klorofyllet bryts ner eller inte kan bildas på grund av brist på något näringsämne eller brist på ljus.
- **Nekros** innebär att fläckar med död vävnad uppstår på till exempel bladskivan.

Det kan bli överskott av mangan i jorden vid jorddesinfektion genom ångning. Överskott av mangan visar sig som klorotiska fläckar på äldre blad. Senare dör bladens mittnerv och andra större nerver. I gurka blir nerverna röda till rödbruna. Mellan nerverna framträder gröna eller transparenta fläckar.



Överskott av mangan orsakar klorotiska fläckar på äldre blad.
Foto: Institutionen för växtskyddsbiologi, SLU.

Järn (Fe)

Förekomst i jorden samt upptag i växten

Mineraljordar innehåller mycket järn men i mulljordar är innehållet lågt och det är större risk för brist. Det är låg koncentration av fritt järn i jorden eftersom den positiva jonen binds till lerpartiklar och till jordens organiska fraktion. Järn bildar kelater tillsammans med organiska föreningar vilket också bidrar till den låga koncentrationen. Växter kan ta upp järn både i jonform (Fe^{2+} och Fe^{3+}) och i kelatform. Växtens järnförsörjning är beroende av god vattenförsörjning och transpiration eftersom järn enbart kan omfördelas i transpirationsströmmen. 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 finns främst i kloroplasterna. Järnbrist förhindrar därmed bildningen av klorofyll och i förlängningen fotosyntesen. Symptom på järnbrist är kloros mellan bladnerverna på unga blad och liknar symptomen på 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 ($\text{B}(\text{OH})_3$) eller som boratjon ($\text{B}(\text{OH})_4^-$). Bor transporteras enbart i transpirationsströmmen i växten. Därför har en god vattenförsörjning och transpiration stort inflytande på växtens förmåga att ta upp bor. Eftersom bor är lätttröligt i jorden ökar risken för brist vid förhållanden som medför utlakning från jorden. Risken för borbrist ökar också vid kalkning och vid kraftig kvävegödsling.

Förekomst i växten och symptom vid obalanser

Bor stabiliserar cellväggarna i växten. Mer än 95 procent av det bor som tas upp i växten finns bundet i cellväggar och cellmembran. Symptom på borbrist uppträder först i tillväxtpunkterna och på de yngsta bladen. Vid kraftig borbrist kan tillväxtpunkterna mörkfärgas och dö.

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



Tillväxtpunkten och de yngsta bladen på gurkplantan är skadade troligen på grund av borbrist. Även kalciumbrist kan ge liknande symptom. Foto: Christina Winter.



Borbrist på tomatblad visar sig som gula- till orangefärgade bladskivor som böjs nedåt och lätt bryts av.
Foto: Torbjörn Hansson.

försämrade blomning, fruktsättning och fruktutveckling. Ibland uppträder korkbildning på frukterna. I gurka blir frukterna missformade med vita, längsgående strimmor. Rötterna blir korta, tjocka och brunfärgade.

Det är lätt att överdosera bor. Om du vattnar ut bor är det viktigt att späda lösningen ordentligt. Risken för överdosering lokalt är mindre om du sprutar ut lösningen över jorden och brukar in den innan plantering. Då kan koncentrationen på lösningen vara högre. Symptomen vid överskott uppträder först på äldre blad och liknar 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 i mulljordar. Den övervägande delen, 98 procent, 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 på jordar med hög mullhalt kan kalkning öka tillgängligheten. Det beror på att omsättningen av organiskt material ökar vid tillförsel av kalcium. Kraftig gödsling med kväve eller fosfor 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 förnedningsprocesser 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 förnedning vrids de unga bladen och dör efterhand. Den försämrade förnedningen påverkar även ståndarna med försämrade blom- och fruktbildning 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. Zinkbrist som orsakas av kraftig fosforgödsling beror på att transporten av zink från roten upp i plantan avtar vid högt fosforupptag. Zinkbrist kan även uppstå vid stor tillgänglighet av järn och koppar.

Förekomst i växten och symptom vid obalanser

Zink medverkar i fotosyntesen och i syntesen av protein. Zink medverkar även till att upprätthålla balansen mellan tillväxthormoner. Vid zinkbrist får bladen en gröngrön färg men bladnerverna förblir gröna. De yngsta bladen förblir små och nekroser förekommer speciellt på bladstammen. 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, alltså kloros på yngre blad.



Zinkbrist gör att bladen får en gulgrön färg men bladnerverna förblir gröna och bladen rullar ihop sig. Foto: Torbjörn Hansson.

Mer att läsa

Delin, S. 2008, Så fort blir kvävet tillgängligt från organisk gödsel, 15/12 2008, www.greppa.nu

Delin S., Stenberg, B., Nyberg, A., Brohede, L., 2010, Potentiella mätmetoder för att uppskatta kvävegödselvärdet hos organiska gödselmedel, Rapport 6, Institutionen för mark och miljö, SLU

Delin, S., Engström, L., 2014, Att sprida organiska gödselmedel, Jordbruksinformation 9-2014, Jordbruksverket

Jerkebring, K. 2000. Anpassad kvävegödsling i ekologisk odling av frilandsgroänsaker – ett kunskapsunderlag för delad kvävegiva. Examensarbeten/Seminarieuppsatser 16, SLU, Uppsala.

Magnusson, M., Ögren, E. & Homman, K. 2010. Samband mellan odlingsförutsättningar, växtnäring och skörderesultat samt utarbetande av riktvärden för jordanalys i ekologisk tomatodling. Länsstyrelsen i Västmanland, Rapport 2010:4.

Tittarelli, F., m.fl. 2016. Soil fertility management in organic greenhouses in Europé. BioGreenhouse.

Ögren, E., Homman, K. m.fl. 2009. Växtnäringsutnyttjande i ekologisk tomatodling. Länsstyrelsen i Västmanland, Rapport 2009:3.

Ögren, E. & Furenhed, S. 2019. Ekologisk odling i växthus. Kurspärm. Jordbruksverket. P9.



**Jordbruks
verket**

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