

Växtnäringsförsörjning

av Elisabeth Ögren och Åsa Rölin

Förord

Skriften Växtnäringsförsörjning är en uppdatering och omarbetning av den skrift med samma namn som Birgitta Båth, Inst. för Växtproduktionsekologi, Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU), Uppsala var författare till i upplagan av kurspärmen Ekologisk grönsaksodling på friland som gavs ut 2015. Elisabeth Ögren, Jordbruksverket och Åsa Rölin, Potatis-konsult Åsa Rölin AB, har omarbetat materialet och utökat med bland annat ett avsnitt om jordens betydelse. Vi har även kompletterat med material från 4 avpublicerade skrifter som alla berört olika delar av växtnäringsförsörjningen i ekologisk grönsaksodling på friland, utgivna av Jordbruksverket.

De avpublicerade skrifterna som delvis involverats i texten är:

Båth, B. & Mårtensson, A. 1998. Användning av fånggrödor i frilandsgrönsaker. Jordbruksinformation 8–1998, Jordbruksverket.

Jerkebring, K., m.fl. 2001. Anpassad kvävegödsling i ekologisk odling av frilandsgroönsaker, Jordbruksinformation 6–2001, Jordbruksverket.

Richert Stintzing, A. 1999. Skörderester som växtnäringsresurs i grönsaksodlingen. Jordbruksinformation 3–1999, Jordbruksverket.

Richert Stintzing A., m.fl. 1999. Stallgödsel i ekologisk grönsaksodling. Jordbruksinformation 11–1999, Jordbruksverket.

Uppsala och Linköping, februari 2021

Elisabeth Ögren, Pauliina Jonsson och Sara Furenhed, Jordbruksverket

Foto framsida: Elisabeth Ögren

Innehåll

Förord	3
Växtnäringsförsörjning	7
Grundläggande principer för växtnäringsförsörjning i ekologisk odling	7
Regelverket för ekologisk odling	7
Jorden och markbördigheten	8
Utnyttja lokala resurser	10
Jorden är viktigast	10
Samspel mellan växt och markorganismer	11
Organiskt material och kolinlagring	14
Jordens växtnäringsinnehåll	17
Jordstruktur och markfauna	18
Fasta körspår	19
Conservation agriculture	20
Markfukt och temperatur påverkar frigörelsen av växtnäring	23
Förfruktsvärde	24
Grödornas rottillväxt	27
Miljön i jorden påverkar rotutvecklingen	27
Stora skillnader i rotutveckling mellan olika grödor	28
Skörderester	32
Kol- och kväveinnehåll i skörderester	32
Växtnäringsbehov	33
Växtnäringsinnehåll i gröda och skörderester	34
Växtnäringsbehov för olika typgrödor	39
Analyser	41
Markkartering	41
Spurwayanalys	43
Växtanalys	44
Tag hjälp av drönare och satellitbilder	46
Analys av gödsel	48
Analys av jordhälsa	48
Analyser av icke önskvärda ämnen och skadegörare	49
Gödslingsplanering	49
Frågelista och arbetsgång vid gödslingsplanering	51
Delad giva	54
Gödselmedel	54
Förhållandet mellan kol och kväve påverkar frigörelsen av kväve	55

Fosfor i organiska gödselmedel	58
Kalium och svavel i organiska gödselmedel.....	59
Stallgödsel.....	59
Kompost.....	62
Gödsling med grönmassa	64
Blå biomassa.....	67
Vegan gödsling	67
Effekt på mullhalt	68
Organiska gödselmedelsprodukter	69
Biogödsel.....	73
Oönskade ämnen	77
Oorganiska gödselmedel	78
Gödsling med mikronäringsämnen	79
Växtbiostimulanter	81
Spridningsteknik för olika gödselmedel	81
pH och kalkning.....	84
Risker för växtnäringsförluster i grönsaksodling	86
Näringsutnyttjande kan vara lågt.....	87
Stora mängder organiskt material i omlopp	87
Kväve- och fosforförluster orsakar miljöproblem	87
Fånggrödor och mellangrödor	89
Mer att läsa	90
Bilaga 1.....	92

Växtnäringsförsörjning

Text: Elisabeth Ögren, Jordbruksverket och
Åsa Rölin, Potatiskonsult Åsa Rölin AB.

Grundläggande principer för växtnäringsförsörjning i ekologisk odling

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 växtnäring 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 växtnäring både från den växtnäring som finns bunden i marken och från de gödselmedel som du tillför.

Ekologisk odling utgår främst från självförsörjande biologiska system, snarare än extern input. Grunderna för växtnäringsförsörjning är en genomtänkt växtföljd som växlar mellan bördighetsbyggande grödor och tärande grödor, återförande av skörderester, kvävefixerande grödor, gröngödslingsgrödor som bibehåller växtnäring och användning av stallgödsel/kompost.

Regelverket för ekologisk odling

Regelverket för ekologisk produktion är en kompromiss mellan de grundläggande principerna, kunskapsläget och vad som är möjligt att genomföra i praktiken. Reglerna är därför under ständig diskussion och ändras med kunskapsläget och med att nya möjligheter öppnar sig i den praktiska odlingen.

Enligt EU:s regler, som tolkas för svenska förhållanden i Nationella riktlinjer för ekologisk produktion, ska jordens bördighet och biologiska aktivitet bevaras eller öka. I EU:s regelverk är det inget krav på vall i växtföljden, men växtföljden ska vara flerårig och innehålla gröngödslingsgrödor.



Underhåll och förbättring av markens bördighet är centralt i ekologisk odling. Där har den fleråriga vallen en särställning.
Foto: Elisabeth Ögren.



Enligt regelverket för ekologisk produktion ska växtföljden vara flerårig och innehålla gröngödslingsgrödor. Foto: Elisabeth Ögren.

Enligt KRAV:s regler ska växtföljden innehålla minst 20 procent vall eller grüngödsling. Från och med 2021 är det möjligt att sänka andel vall och grüngödsling i växtföljden till mellan 10 och 20 procent, om växtföljden uppfyller minst 2 av följande 3 alternativ;

- baljväxter på 10 procent av arealen
- höst- och vinterbevuxen mark på minst 30 procent varje år
- botten-, mellan- eller fånggrödor på minst 50 procent varje år



Jorden och markbördigheten

Jorden är central för att uppnå ett odlingssystem som är långsiktigt hållbart. För att lyckas med växtnäringsförsörjningen i ekologiskt lantbruk måste vi optimera återcirkulering av växtnäring och underhålla alla delar som har med markbördighet att göra. Att upprätthålla markens bördighet är en av huvudutmaningarna i ekologiskt lantbruk.

Vad är markbördighet?

Jordens bördighet kan ses som ett mått på jordens förmåga att ge goda skördar, både på kort och på lång sikt. Markbördighet är samspelet mellan jordens biologiska, kemiska och fysikaliska egenskaper och är inte bara beroende av hur mycket växtnäring som finns i jorden. Genom förbättrad biologisk aktivitet förbättras utnyttjandet av växtnäring liksom jordstrukturen. God jordstruktur förbättrar i sin tur den biologiska aktiviteten.

Begreppet markbördighet är ett mått på jordens förmåga att ge goda skördar på både kort och lång sikt och bygger på ett samspel mellan jordens biologiska, kemiska och fysikaliska egenskaper. Foto: Pauliina Jonsson.

Metoder för att underhålla markbördigheten och optimera återcirkulering av växtnäring

En välplanerad växtföljd

Planera en växtföljd som tar utgångspunkten i kväveförsörjning från baljväxter. Växla mellan bördighetsbyggande grödor och tärande grödor så att tillräckligt med kväve finns tillgängligt i växtföljden för att täcka behovet av förväntade skördar.

Användning av mellangrödor och fånggrödor

Välutvecklade mellangrödor och fånggrödor kan behålla växtnäring som annars skulle förlorats genom utlakning. De tillför också färskt organiskt material samt skyddar mot erosion och igenslamning.

Återkommande tillförsel av organiskt material till jorden

Färskt organiskt material innehåller växtnäring och förbättrar jordstrukturen och den biologiska aktiviteten i jorden. Regelbunden tillförsel förbättrar markbördigheten. Stallgödsel är ett praktiskt sätt att förflytta växtnäring och bördighet inom gården.

Gör växtnäringsbalanser för fält och gård

Gör växtnäringsbalanser både för hela gården och för enskilda fält för att bedöma uthålligheten i systemet och undvika utarmning av växtnäring från en areal och överskott på andra arealer.

Komplettera med tillförd växtnäring bara när det är absolut nödvändigt

En väl designad växtföljd där förluster till omgivningen har minimerats gör att behovet av kompletterande växtnäring inte blir så stort. Behovet kan dock finnas främst på lätta jordar och jordar med låg bördighet. Där är det speciellt viktigt att ersätta den växtnäring som tas bort via avsaluprodukter.

Underhåll av dränering och pH

Att ta hand om jorden har stora fördelar. Inspektera jordstrukturen regelbundet. Leta efter tecken på problem som blöta fläckar, ytor där grödan växer dåligt och rätta till orsaken. Valfungerande dränering och ett lämpligt pH gynnar den mikrobiella aktiviteten i jorden och cirkulering av växtnäring.

Välj jordbearbetningsmetoder och tidpunkter för bearbetning som upprätthåller en god jordstruktur

Det är många faktorer som avgör när en jord behöver bearbetas och hur det ska göras. Ibland måste praktiska förhållanden bestämma över andra faktorer. Ta hänsyn till de långsiktiga negativa effekterna som bearbetning under blöta förhållanden medför och ta steg mot att minimera att de uppstår. Väl anpassade metoder bidrar till att optimera den biologiska aktiviteten i jorden.

Källa: Soil and nutrient management on organic farms, ADAS, IDER, HDRA



Kväve förs in i odlingsystemet genom kvävefixerande baljväxter, här rotknölar på rötter av luddvicker. Foto: Elisabeth Ögren.

Utnyttja lokala resurser

En målsättning i ekologisk odling är att vara så självförsörjande som möjligt på växtnäring i ett odlingsområde. Kväve förs in i odlingsystemet med hjälp av kvävefixerande baljväxter och återcirkuleras därefter i växtföljden. Klöverrika vallar och andra kvävefixerande växter är därför viktiga för näringsförsörjningen.

Stallgödsel är en värdefull resurs i grönsaksodlingen då växtnäringen blir mer koncentrerad och kan förflyttas mellan olika gårdar och fält. Tillgång på lokal stallgödsel kan dock vara begränsad eftersom husdjursproduktion är koncentrerad till vissa regioner i landet.

Kretslopp mellan stad och land

Många av de restprodukter från samhället som är möjliga att använda som gödselmedel i grönsaksodling har sitt ursprung i jordbruket. Användningen av dessa produkter ger därför en recirkulation av näring från stad till land. Transporter och tillverkning av gödselmedel ska ske så energieffektivt som möjligt.

Eftersom kretslopp mellan stad och land inte är slutet och vissa växtnäringssämnen inte finns lokalt kan det behövas även mer långväga inköp och transporter. Tyvärr kompliceras bilden av att användning av dessa näringsresurser kan strida mot övriga principer för ekologisk livsmedelsproduktion. Långväga transporter är energikrävande och restprodukter kan vara förorenade med oönskade ämnen.

Jorden är viktigast

Jordens status, dess bördighet, är grunden för en välfungerande växtnäringssörjning i ekologisk odling. Att utgå från jordens och dess förutsättningar bör ligga till grund för de beslut som tas på den enskilda gården. Odlingshistoria, jordart och mullhalt är viktiga parametrar för beslut på både lång och kort sikt. För det enskilda året har även den aktuella förfrukten stor betydelse. Att hela tiden arbeta med jorden, anpassa och förbättra, är en viktig utgångspunkt för växtnäringssörjningen på ekologiska gårdar.

Växtföljden har stor betydelse och inverkan på den växtnäringssörjning som vi kan förvänta oss på varje enskilt skifte och varje enskilt år. Samspelet mellan växterna som ingår i växtföljden och markens organismer är centralt. En viktig lärdom i ett deltagardrivet projekt, där ekologiska grönsaksodlare studerade växtnäringssörjning, var att jordens status och



Det är viktigt att regelbundet studera jorden och vidta åtgärder som förbättrar bördigheten. Foto: Elisabeth Ögren.

förfrukten hade större inverkan på grödans utveckling och avkastningsnivå än gödslingen det enskilda året.

Samspel mellan växt och markorganismer

Växterna omvandlar koldioxid i luften till organiskt material med hjälp av fotosyntesen. Kol är en viktig energikälla för livet i marken och därmed helt avgörande för förändringar och uppbyggnadsprocesser i jorden. Det kol som binds i växten med hjälp av fotosyntesen återförs till jorden i form av plantrester, rötter och rotexudat.

Kolets fördelning i ovanjordiska och underjordiska delar varierar mellan olika arter och med plantans utvecklingsstadium och årstid. Spannmål kan transportera ner 20–30 procent av kolet ner i jorden medan vallar kan transportera ner 30–50 procent. Gräs har en längre växtsäsong än spannmål vilket är en del av förklaringen.

Plantornas förmåga att transportera ner kol i jorden beror även på rotsystemets omfattning. Omkring hälften av det kol som transporteras ner i rotsystemet finns kvar i rötterna, en tredjedel blir koldioxid under rötternas och mikrolivets respiration. Den resterande delen återfinns i jordorganismer och organiskt material.

En viktig del är de rotexudat som rötterna utsöndrar i rotzonen. Plantrötter kan utsöndra 5–20 procent av det kol som binds vid fotosyntesen som olika rotexudat. En växtföljd med en mångfald av grödor leder till en mångsidig markflora och markfauna, eftersom rotsystemen utsöndrar olika typer av organiska ämnen som gynnar olika typer av markorganismer. Det spelar i sin tur stor roll för omvandlingen till näringsämnen som blir tillgängliga för grödan.

Rotexudat

Rötter utsöndrar olika lättnedbrytbara föreningar, så kallat rotexudat, som stimulerar mikrolivet i marken. Rotexudaten kan bestå av kolhydrater, aminosyror, organiska syror, proteiner och vitaminer. Rotexudaten och mikroorganismernas slemämnen klibbar samman jordpartiklar så att det bildas stabila jordaggregat vilket förbättrar strukturen i jorden och rotsystemets möjlighet att utvecklas.

Jordens organismer – bakterier, svampar, daggmaskar och en rad andra organismer - är en grundläggande del i systemet genom att frigöra och cirkulera växtnäring. När organiskt material tillförs jorden uppförökas jordens mikroflora och markfauna. Tillväxten av mikrober och markdjur bidrar i sin tur till frigörelsen av markens näringsförråd. Organiskt material är en viktig energi- och näringskälla för dessa organismer. Genom att utsöndra syror påverkar mikroorganismerna frigörelsen av



Jordpartiklar fäster runt ett aktivt rotsystem som utsöndrar rotexudat och som stimulerar mikrolivet i rotzonen. Foto: Elisabeth Ögren.



Organiskt material är en viktig energi- och näringskälla för både stora och små organismer i marken. Foto: Elisabeth Ögren.



Rotsystem av humlelucern som bildat rotnölar där plantan fixerar kväve i symbios med kvävefixerande bakterier i jorden. Foto: Elisabeth Ögren.

kemiskt bundna växtnäringsämnen och vittringen från mineral. Det stimulerar exempelvis frigörelse av fosfor genom att förhindra att fosfor läggs fast i svårlösliga föreningar.

Gröngödsling, vallodling och användning av organiska gödselmedel stimulerar tillväxt av mikroflora och markfauna. Vid successiv frigörelse av växtnäring från organiska gödselmedel begränsas tillgången på näring som är löst i markvätskan. Det skapar förutsättningar för samspel mellan kulturväxter och mikroorganismer. Exempel på denna typ av samspel av betydelse för växtens näringsförsörjning är symbios mellan baljväxter och Rhizobiumbakterier samt mykorrhizainfektion. Baljväxter fixerar bara kväve när det inte finns tillräckligt med kväve i jorden.

Symbios

Symbios är ett samspel mellan 2 olika organismer som lever tillsammans i ett nära förhållande. Samspelet har någon sorts effekt, antingen positiv eller negativ, för en eller båda parter.

Rhizobium är en kvävefixerande bakterie som lever i jorden. Kvävefixeringen sker i symbios med baljväxter.

Mykorrhiza är ett komplex mellan en svamps mycel (svamptrådar) och en växts rötter när dessa lever i symbios med varandra. Svampens byggstenar, hyfer, bildar tillsammans stora nät i jorden som kallas mycel. Svampen hjälper växten att ta upp vatten och växtnäring genom att fina underjordiska svamptrådar tränger in i växtens rötter. Svampen får i sin tur organiska föreningar från växten.

Mykorrhiza

Mykorrhiza lever i symbios med många plantarter. Av de grödor som vi odlar inom lantbruket samverkar 90 procent med arbusculär mykorrhiza. Arbusculär mykorrhiza, AM, är en typ av mykorrhizasvamp som lever både inuti och utanför värdväxtens rötter. Det finns många olika arter av arbusculär mykorrhiza. En varierad växtföljd med en mångfald av värdväxter påverkar mykorrhizasvamparna positivt.

Mykorrhizasvampens hyfer växer snabbare och längre än växtens rothår och har mindre diameter. Det gör att svampens mycel kan använda sig av en större jordvolym än växtens eget rotsystem. Det kan finnas upp till 50 meter mykorrhizahyfer i ett gram åkerjord. Svampen utvidgar plantans rotsystem och kan bilda ett nätverk som binder ihop plantor i ett bestånd. Det kan vara en förklaring till positiva effekter av samodling. När flera växtarter odlas tillsammans ökar samspelet mellan organismer och antalet arter av mykorrhiza ökar.

Mykorrhizasvampar samverkar även med bakterier och utsöndrar syror och enzymer vilket skapar en miljö som frigör annars svårlösliga

mineraler i jorden. Arbuskulär mykorrhiza är effektivare på att ta upp växtnäringsämnen och överföra ämnen som exempelvis fosfor, kväve, kalium, kalcium, svavel, koppar och zink. Mykorrhiza är speciellt viktig för plantans upptag av fosfor som vanligtvis är svårtillgängligt. Förlängningen av rotsystemet gör också att plantan får bättre möjlighet att nå den växtnäring och det vatten som finns i marken. Det nätverk som bildas av mykorrhizans mycel kan distribuera mineraler från en plats med god tillgång till delar i jorden med sämre tillgång.

Det finns mer och fler arter av mykorrhiza i jord som gödslas med organisk gödsel. God tillgång på löslig näring, speciellt löslig fosfor, har däremot negativ effekt på mykorrhiza. Ett högre innehåll av organiskt material i jorden stimulerar tillväxten av mykorrhizahyfer i jorden jämfört med jord med lägre innehåll av organiskt material men i övrigt likartade förhållanden.

Samspelet mellan mykorrhiza och rötter spelar en viktig roll i kolinlagringen i jorden och för bildandet av stabila jordaggregat. Mykorrhiza utsöndrar glomalin som verkar som ett lim och binder samman jordpartiklar och organiskt material. Väven av mycel håller samman jordpartiklar och skyddar kolet som finns lagrat inne i aggregaten. Mellan aggregaten bildas stabila nätverk av hålrum som kan hålla vatten och luft. Sammantaget förbättrar det jordstrukturen och ger grödan många odlingsmässiga fördelar.

Arbuskulära mykorrhizasvampar kan inte växa och föröka sig utan värdväxt. Mykorrhiza förökar sig med hjälp av sporer och kan överleva i många år eller decennier som sporer i marken. Sporerna kan gro och gröningshyfen kan växa en liten bit, men om den inte får kontakt med en rot från en värdväxt kommer den att dö. Rötter skickar ut hormoner som fungerar som signalsubstanter och stimulerar sporerna att gro och växa i riktning mot rötterna.



Odling av botten- och mellangrödor kan fungera som "gröna broar" för mykorrhizasvampar i växtföljden. Foto: Elisabeth Ögren.



Lök har ett svagt rotsystem och är extra beroende av symbios med mykorrhiza.
Foto: Elisabeth Ögren.

Höstplöjning och bar jord över vintern reducerar mängden mykorrhiza inför nästa odlingssäsong medan sammanhängande växttäck och reducerad jordbearbetning ökar koloniseringen och borgar för kontinuitet. Bearbetning av jorden när mykorrhizan växer bryter sönder nätverket av mycel och kan försvaga svampen. Mångfald av arter i växtföljden och odling av botten- och mellangrödor som skapar "gröna broar" ökar möjligheten till mångfald även bland mykorrhizaarter och arter som är anpassade till den specifika miljön. Nya plantor som förs in i odlings-systemet kan då "kopplas på" det nätverk av mykorrhiza som finns i jorden. Vissa mykorrhizaarter är specialiserade på några få växtarter medan andra är generalister och finns på flera olika grupper av växter. Flera mykorrhizaarter kan även leva i symbios med rotsystemet på samma planta. Finns det flera mykorrhizaarter i jorden ökar möjligheten till anpassning när yttre förhållanden ändras och odlingsystemet blir därmed mer robust.

Arter med svagt rotsystem som lökväxter är speciellt beroende av symbiosen med mykorrhiza. Kålfamiljen (*Brassicaceae*) och växter ur familjen mållväxter (*Chenopodiaceae*) utvecklar däremot inte mykorrhiza. Därför bör du inte odla kålväxter i renbestånd före kulturer som lök, purjolök, ärt och majs. Dessa kulturer är speciellt beroende av symbios med mykorrhiza, särskilt i början av säsongen när jordtemperaturen är låg och fosfor är svårtillgängligt. Exempel på arter som utvecklar mycket mykorrhiza är lök, purjolök, baljväxter, klöver, gräsblandningar och lin.

I en svensk studie undersöktes möjligheten att bevara och/eller uppföröka mykorrhiza genom samodling med vitkål och rödklöver. Året efter odlades purjolök. Forskarna studerade mängden mykorrhiza genom att räkna antalet sporer i jorden. De hittade mykorrhiza både där förfrukten var vitkål i monokultur och vitkål i samodling med rödklöver men antalet sporer var oberoende av förfrukten. Forskarna drog slutsatsen att det fanns en fältanpassad stabil population av mykorrhiza etablerad på försöksstationen och att den inte påverkades av kortvariga förändringar i form av växtsamhällen eller gödsling.

Organiskt material och kolinlagring

Organiskt material är centralt för jordens bördighet. Det vidmakthåller bra fysikaliska förhållanden som jordstruktur, syresättning och vattenhållande kapacitet. Det innehåller också merparten av jordens kväve-reserv, och en stor andel av andra näringsämnen som fosfor och svavel. Markbördigheten påverkas markant av kvantiteten och kvaliteten på det organiska materialet.

Sammantaget innebär det att jordens egen växtnäringslevererande förmåga påverkas av mängden växtrester som produceras i växtföljden och i vilken omfattning organiska gödselmedel tillförs. Detta är också bakgrunden till att man i ekologisk odling ofta talar om att gödsla jorden snarare än att gödsla växterna.

Odlingssystemets uppbyggnad påverkar jordens innehåll av organiskt material genom växtföljdens utformning, andelen bevuxen jord, jordbearbetning och vilka gödselmedel du använder. Stor andel vall i växtföljden ger en högre kolinlagring i jorden än en växtföljd med mycket öppen jord.

Effekter av ökad kolhalt

Biologiska, kemiska och fysikaliska faktorer påverkar vad som händer med kolet i det organiska materialet. Organiskt material i jorden innehåller cirka 58 procent kol. Beroende på omsättningshastighet och nedbrytning delas det organiska materialet in i olika fraktioner som kännetecknas av snabb, medel eller långsam omsättning. Blir innehållet av organiskt material för lågt försämras jordens förmåga att lagra växtnäring och vatten, strukturen försämras och risken för erosion ökar.

En ökad kolhalt gör att marks bördighet ökar. Därmed ökar jordens förmåga att producera höga och stabila skördar. Jorden blir mer lättbrukad och får högre motståndskraft mot extrem väderlek.

En ökad kolhalt påverkar många av markens odlingsegenskaper i positiv riktning:

- aggregatstabiliteten blir bättre
- markstrukturen och rottillväxten gynnas
- den vattenhållande förmågan stiger
- dränering och luftning underlättas
- gasutbytet av syre och koldioxid förenklas
- risken för skorpbildning och igenslamning minskar
- daggmaskpopulationen stiger
- kvävemineriseringen ökar

Källa: Jens Blomqvist, Bördighetseffekter av biogödsel, 2014.



En flerårig nedbrukad grön gödsling som tillför stora mängder organiskt material till jorden. Foto: Elisabeth Ögren.

En del av det kol som finns i det organiska materialet byggs in i biomassan och en del avgår som koldioxid. En del av kolet byggs in i stabila kolföreningar som cellulosa- och lignin i exempelvis cellväggar och som glomalin i svamphyfer. När organismerna dör byggs dessa kol-



Vi behöver ständigt tillföra nytt kol i odlade jordar för att inte riskera att mängden organiskt material i jorden sjunker. Foto: Elisabeth Ögren.

föreningar in i humusmolekyler i jordaggregat. Mikroorganismerna i jorden använder en stor del av kolet i rötter, växtrester och stallgödsel och bara en liten del lagras in i stabila föreningar. Det gör att du ständigt måste tillföra nytt kol för att upprätthålla den lagrade nivån i jorden.

Odling av växter som lämnar en stor rotmassa, nedbrukning av växtrester och tillförsel av organiskt material är viktigt för att bibehålla och bygga upp jordens bördighet. Vid tillförsel av organiskt material ökar jordens pool av lättomsättbart organiskt material. Det är viktigt för strukturuppbyggnad på kort sikt. I ett längre perspektiv ökar jordens mullhalt vilket påverkar den långsiktiga, stabila, strukturuppbyggnaden. Det har betydelse för växternas näringsförsörjning genom att rötter har lättare att växa och genomväva en jord i god struktur. Mull förbättrar också jordens vattenhållande förmåga.

Mull

När organiskt material, växtrester och rötter förmultnar bildas mull. Åkermark innehåller vanligtvis ett par procent mull, 1 procent mull motsvarar 30 ton per hektar. Mull innehåller cirka 58 procent kol. Internationellt uttrycks ofta mullhalten utifrån mängden organiskt kol i marken, 1 procent kol motsvarar 1,7 procent mull. När mikroorganismer bryter ner mull för att få energi frigörs kol i form av koldioxid.

Det kan skilja mycket mellan olika grödor hur deras bidrag till markens kolförråd ser ut. Skillnaderna består i hur mycket växtrester grödan lämnar efter sig, kulturtidens längd och hur mycket bearbetning som utförs i grödan. I tabell 1 redovisas beräkningar gjorda under tyska förhållanden. Variationen kan vara stor mellan olika grödor, gårdar och odlingssystem, men ger ändå en fingervisning om relationen mellan olika grödor.

Tabell 1. Beräknad kolbalans för olika grödor uttryckt i kg kol (C) per hektar och år. Källa: VDLUFA-Standpunkt. Humusbilanzierung. Eine Methode zur Analyse und Bewertung der Humusversorgung von Ackerland (2014). https://vdlufa.de/download/Humus/Standpunkt_Humusbilanzierung.pdf

Gröda	Bidrag till kolförrådet i marken, kg C/ha och år
Potatis och rotfrukter	- 760 till - 1 300
Spannmål, oljeväxter	- 280 till - 400
Trindsäd	+ 160 till + 240
Bottengrödor	+ 200 till + 300
Vall	+ 600 till + 800

Ifall samma odlingssystem pågår under lång tid infinner sig en jämvikt och mullhalten håller sig på en stabil nivå. I grönsaksodling med mycket jordbearbetning och bortförsel av produkter finns risk för att mullhalten sjunker. Tänk därför noga igenom din växtföljd, tillförsel av organiskt material och jordbearbetningsstrategi. Ifall mullhalten behöver höjas kan det krävas extra åtgärder. Långliggande försök med lantbruksgrödor visar att en mullhalt under 3,4 procent begränsar skörden. Troligen bör mullhalten vara högre än så när grönsaker ingår i växtföljden.

Om mullhalten är låg kan du successivt tillföra mer kol och kväve i form av organiskt material för att höja mullhalten. Markens bördighet byggs upp på sikt genom kontinuerlig tillförsel av organiskt material. Om markens fosfor- och kaliumtillstånd är lågt behövs en förrådsgödsling för att nå god bördighet. Då tillför du alltså mer fosfor och kalium än vad grödan för bort.

Jordens växtnäringsinnehåll

Jordens mullhalt har stor betydelse för jordens växtnäringslevererande förmåga eftersom kväve, fosfor, svavel och andra näringsämnen frigörs från mullen. Det stabila organiska materialet i marken innehåller cirka 5–6 procent kväve varav 1–3 procent årligen kan bli tillgängligt för växterna med hjälp av mikrobiella processer.

Jordarnas ursprung påverkar också deras förmåga att leverera växtnäring. En åkerjord består av cirka 45 procent mineraljord. Kväveleveransen från mull i en sandjord beräknas i genomsnitt till 30–50 kg kväve per hektar och år medan en lerjord kan leverera i storleksordningen 40–80 kg. Mulljordar innehåller betydligt mer kväve och kan leverera 100–250 kg kväve per hektar och år.

Lerjordar innehåller mycket kalium och kan leverera 50–150 kg kalium per hektar och år. Sandjordar och mulljordar har betydligt lägre innehåll



Upprepad jordbearbetning ökar omsättningen i marken och sänker mullhalten på sikt. Foto: Åsa Rölin.



Jordarnas ursprung har stor påverkan på deras möjlighet att leverera växtnäring. Här en mycket mullhaltig lerig mjäla och den ljusa betydligt mullfattigare alven. Foto: Elisabeth Ögren.



Daggmaskar bildar gångar från jordytan ner i alven som underlättar syresättningen och dränering i jorden. Foto: Åsa Rölin.

av kalium och levererar bara 10–50 kg kalium per hektar och år. Fosforleveransen från sand-, ler- och mulljordar beräknas däremot vara likartad och är i storleksordningen 5–20 kg fosfor per hektar och år.

Växtnäring frigörs även från förfruktens växt- och rotrester samt från gödselmedel som du tillfört tidigare i växtföljden.

Jordstruktur och markfauna

Frigörelse av växtnäring och växtens näringsupptag är även starkt beroende av faktorer som syretillgång, temperatur och fuktighet. Markpackning minskar syretillgång. Markpackning ökar även det mekaniska motståndet i jorden vilket ger en långsammare rottillväxt. Stora markorganismer som till exempel daggmaskar påverkar jordstrukturen positivt genom att forma mycket stora jordaggregat och makroporer, gångar, från jordytan ner till alven. Det underlättar en snabb infiltration i samband med häftiga skyfall. Daggmaskar bidrar till syresättning, förbättrar dräneringen och underlättar för rötterna att komma ner på djupet. Biologisk och mekanisk luckring för in syre i jorden vilket är positivt för frigörelsen av växtnäring.

Antalet daggmaskar i matjorden kan vara en bra indikator på tillståndet i jorden. Det kan variera mellan mindre än 100 individer till mer än 750 individer per kvadratmeter. Antalet påverkas främst av hur intensiv jordbearbetningen är, markpackning och tillgången på föda. Daggmaskar lever av organiskt material som skörderester, åkerdaggmasken äter även mineraljord med växtrester i. Daggmaskar är centrala när det gäller att blanda organiska och mineraliska komponenter i jorden. Läs mer om markorganismer i skriften Gynna mångfalden i marken, utgiven av Jordbruksverket.

Räkna daggmaskar

Bästa tiden att räkna daggmaskar är under våren eller när jorden börjar bli fuktig igen under hösten.

Genom att räkna daggmaskar under flera år på olika fält och i olika delar av växtföljden kan du få information om den långsiktiga trenden när det gäller jordens status.

Så här gör du för att räkna antalet daggmaskar i åkerjord:

Gräv upp 10 kuber med jord som är 20 x 20 cm i sidorna och 20 cm djupa. Sortera igenom jordkuberna och räkna antalet maskar.

Antalet maskar påverkas av en rad faktorer som jordtyp, väderlek och odlingsmetoder. En jord i god kondition bör innehålla 10–15 daggmaskar per jordblock. En jord med färre än 100 maskar per kvadratmeter har mindre än 4 maskar per jordblock.



Genom att räkna antalet daggmaskar kan du få en uppfattning om tillståndet i jorden. Foto: Elisabeth Ögren.

Kontrollera gärna jordstrukturen regelbundet genom att gräva gropar på olika fält och på olika delar i växtföljden. Genom att studera rötters utbredning, daggmaskgångar och jordaggregatens utformning får du värdefull information om statusen på jorden. Läs mer i Markstrukturtest i fält, beskrivning och instruktioner, utgiven av SLU eller i appen Hur mår min jord?

Undersök den biologiska aktiviteten i din odlingsjord

Det finns olika sätt att studera nedbrytning i marken. Sommaren 2020 anordnades SM i nedbrytning av SLU RådNu tillsammans med LRF. Deltagarna grävde i juni ner tvättlappar av ekologisk bomull med en kantsöm av nylon på olika platser. I slutet av augusti grävdes de upp. Resultaten varierade. På många platser fanns det bara en nylontråd kvar, medan det på andra platser nästan inte hänt någonting med tvättlappen. Den mest avgörande faktorn var tillgång till fukt. I trädgårdsmark och åkerjord med tillgång till fukt hade nedbrytning i de flesta fall gått mycket långt.

En annan internationell metod att studera nedbrytning är med hjälp av tepåsar. Påsar med rött och grönt te vägs och grävs ner i jorden, efter cirka 90 dagar tas de upp och vägs igen. Det röda teet är mer svårnedbrytbart än det gröna. Utifrån vikterna görs ett tepåseindex som är kopplat till nedbrytningsgrad. Information och resultat finns på www.teatime4science.org.



Under SM i nedbrytning 2020 testades markens biologiska aktivitet genom att gräva ner tvättlappar av bomull. Till höger en nedbruten tvättlapp. Foto: Åsa Rölin.

Fasta körspår

Ökad användning av allt tyngre maskiner i grönsaksodling orsakar problem med markpackning. CTF (controlled traffic farming) begränsar trafiken till permanenta spår och skapar körningsfria zoner för produktion av grödor. Idag är CTF lättare att genomföra i praktiken med hjälp av modern RTK-GPS teknik. Det är dock svårt att klara alla moment i samma körspår i hela växtföljden.

Effekter av fasta körspår i grönsaksproduktion har ännu inte studerats i någon större utsträckning. En studie i australiensisk grönsaksproduktion visade positiva effekter av CTF på skrymdensitet, infiltration och motstånd. I danska fältförsök 2013–2016 jämfördes CTF med traditionell



Studie med fasta körspår i Danmark 2015 gav 27 procent högre avkastning i vitkål på lerig mo. Foto: Astrid Bergman.

körning RTF (random traffic farming) på 2 gårdar med ekologisk grönsaksproduktion. Första skördemätningen 2015 visade på stora signifikanta skördeökningar. 2016 var medelskördarna högre med CTF men inte signifikant högre. Det var mer och djupare rötter i CTF-systemet. Mineralkväve i marken och potentiell markkväve mineralisering var lika eller högre med CTF vilket indikerar att kvävetillgången bibehölls eller till och med ökade i det systemet. Trots skillnaden i hur grödor och rötter svarade i tillväxt på körningarna mellan år och grödor, så var effekten av CTF lika eller bättre jämfört med traditionell körning.

Att anpassa fasta körspår till stora tunga maskiner med breda däck och ibland inhyrda maskiner är en utmaning. Men även om det i nuläget är svårt att praktiskt genomföra alla körningar med fasta körspår bör det vara positivt att göra det så ofta som möjligt. Ju mer packade de fasta körspåren blir desto viktigare är det att inte så eller plantera grönsaker i dessa spår.

Conservation agriculture

Conservation agriculture, CA, är ett odlingssystem som syftar till att minimera störningar på jordstrukturen, jordens sammansättning och dess biologiska mångfald. CA är en sammansättning av olika typer av odlingssystem som plöjningsfri odling, odling av gröngödslingsgrödor/täckgrödor, direktsådd/direktplantering och minimerad bearbetning. Syftet är att förbättra den biologiska mångfalden och naturliga biologiska processer både ovan och under mark.

De 3 principerna i conservation agriculture

Alla typer av CA kännetecknas av 3 principer:

- Minimerad jordbearbetning, bara så pass att det går att så eller plantera
- Permanent eller semi-permanent marktäcke av organiskt material, antingen av skörderester från tidigare grödor eller av en gröda som sås för ändamålet
- Varierad växtföljd

Minimerad jordbearbetning

Odlingsmetoden strävar efter att minimera jordbearbetning så långt det är möjligt och att använda insatsmedel på ett optimalt sätt och i mängder som samverkar med, och inte stör, de biologiska processerna.

Jordbearbetning har tidigare varit förknippat med ökad markbördighet, genom att bearbetning av jorden leder till ökad mineralisering. Men i det långa loppet leder det till en minskning av det organiska materialet i

jorden. Åkermark som brukas intensivt får med tiden sämre struktur och risken för skorpbildning, packningsskador och jorderosion ökar.

Permanent marktäcke

Odlingsmetoder med reducerad eller ingen jordbearbetning är bara möjlig när jordorganismer tar över rollen att bearbeta jorden. Därför är den andra principen, permanent marktäcke, mycket viktig för att hela konceptet ska fungera.

På en jord som inte bearbetats på flera år blir skörderester från tidigare grödor kvar på markytan och bildar ett marktäckningslager. Lagret skyddar jorden från fysisk påverkan av vind och regn men har också en stabiliserande verkan på markfukten och temperaturen i det översta jordlagret. Marktäckningsskiktet och det översta jordlagret blir en livsmiljö för många olika typer av organismer, från stora insekter till jordlevande svampar och bakterier. Dessa organismer bryter ner marktäckningslagret och blandar in det i jorden så att humus bildas. Det bidrar till den fysikaliska stabiliteten i jorden. De processer som organismer i jorden åstadkommer kan vi kalla för "biologisk jordbearbetning".



Permanent marktäcke av höstsådd råg och luddvicker som tryckts ner med en ringvält innan plantering av broccoli. Foto: Elisabeth Ögren.

Växttäcket kan vara permanent eller semi-permanent och bestå antingen av skörderester från tidigare grödor eller av en gröda som sås för ändamålet. Minimerad jordbearbetning och konstant täckt eller bevuxen jordyta är dock en stor utmaning i grönsakskulturer. Småfröigt utsäde kräver optimal såbädd för att gro jämnt och bra. Därför är det främst planterade grödor som passar i CA-konceptet.



Det är lämpligt att välta ner höstsådd råg och luddvicker när rågen släpper sitt pollen och vickern är i full blom. Foto: Elisabeth Ögren.

No-till och strip-till

Det finns olika varianter på odling av grönsaker inom konceptet för conservation agriculture. Det permanenta växttäcket kan antingen bestå av en mellangröda som är avdödad eller levande.

No-till

No-till innebär att mellangrödan är avdödad och ligger kvar på markytan. Mellangrödan, som kan vara exempelvis råg och luddvicker, sås på hösten. På försommaren kör man ner mellangrödan med en slags knäckvält, "roller crimper", som rullar över mellangrödan och knäcker stråna på flera ställen. Det är viktigt att det sker vid rätt tillfälle för att förhindra återväxt. För råg är det vid tidpunkten då den släpper sitt pollen och för luddvickern då den är i full blom, vilket sker i början av juni i Sverige. Resultatet blir ett växttäck där stråna lägger sig åt samma håll i planteringsriktningen så att planteringsmaskin lättare kan ta sig igenom.

Strip-till

Strip-till i levande eller dött växttäck innebär att man bearbetar bara en viss bit av jordytan före plantering eller sådd. Jordtemperaturen blir då högre lokalt och det skapas möjligheter för en bättre så- eller planteringsbädd än i ett no till-system. Samtidigt behålls de uppbyggande strukturerna av jorden. Vid planteringen i dött växttäck har mellangrödan vissnat ner under vintern. Växtresterna räfsas ihop i raderna och planteringsspåren bearbetas.

Fördelen med "strip till" i befintliga mellangrödor eller mellangrödor som etablerats efter plantering är att när du skördar huvudgrödan finns redan ett etablerat bestånd som kan fortsätta växa och bli en bra förfrukt till kommande år. Beståndet skapar ett klimat där olika nyttodjur lättare kan uppehålla sig.

En växande mellangröda konkurrerar med huvudgrödan både under och över jord. I de flesta studier har man sett en skördeminskning jämfört med grödor etablerade i svart jord, där huvudgrödan får växa utan konkurrens. Skördeminskningen bör dock ses i ett helhetsperspektiv där mellangrödans effekt på efterföljande gröda samt jordens bördighet på sikt också tas med i beräkningen.

De grödor som kan vara intressanta som mellangrödor är framförallt lågväxande baljväxter eller grödor som kan putsas under kulturtidens gång. Baljväxterna kan ge ett visst tillskott av kväve till de odlade grödorna vilket är positivt.

Varierad växtföljd

En varierad växtföljd fyller många olika funktioner. Olika typer av grödor erbjuder en varierad "diet" till markmikroorganismer och olika grödor har olika djupa rotsystem. Växtnäring som transporteras ner i jordprofilen vid odling av grödor med grunt rotsystem kan återvinnas av



Humlelusen i ett "strip-till" system med planterad broccoli. Foto: Elisabeth Ögren.

djupt rotade grödor i växtföljden. De fungerar på så vis som biologiska växtnäringspumpar i växtföljden.

En varierad växtföljd spelar också en viktig roll ur växtskyddssynpunkt genom minskad risk för uppförökning av grödspecifika sjukdomar och skadedjur.

Metoder för conservation agriculture under nordiska förhållanden

Under de senaste decennierna har tekniken för att kunna tillämpa conservation agriculture blivit bättre och finns nu tillgänglig för både stora och små företag, olika jordarter, olika grödor och för olika klimatzoner i världen. Men ännu saknas praktiska erfarenheter för grönsaksodling under nordiska förhållanden. I Danmark har forskare undersökt olika odlingssystem som kan förbättra markförhållandena och hushålla med växtnäring. I odlingssystem med samodling och vinterbevuxen mark ökade den mikrobiella aktiviteten och mineraliseringen i jämförelse med traditionella grönsaksväxtföljder med öppen jord under vinterhalvåret. Det säljbara utbytet var detsamma eller högre i växtföljden med vintergrön mark.

Systemet med roller-crimper gav däremot lägre mineralisering och lägre skördar i försöken. Det uppstod en konkurrens om vatten i systemet, marktäcket sänkte temperaturen och ytjorden blev för kompakt. I försöken fick man även uppslag av ogräs och viss återväxt av täckgrödorna. Systemet kräver mindre insatser och mindre behov av arbetskraft men behöver utvecklas för att vara intressant för praktisk odling i Norden. Valet av täckgröda är en viktig pusselbit. Genom att tillföra växtnäring i raden vid plantering går det att kompensera för den minskade mineraliseringen från växttäckets och toppjorden. Det kan möjligen behövas en övergångstid innan det uppstår balans mellan mineralisering och inlagring i jorden. Täckgrödor och metoder för bättre ogräsreglering behöver också utvecklas. Det finns en risk att odlingssystemet gynnar sniglar och knäpparlarver.



Det kan vara nödvändigt att tillföra växt-näring i raden för att kompensera för minskad mineralisering från växttäckets. Foto: Elisabeth Ögren.

Markfukt och temperatur påverkar frigörelsen av växtnäring

Markfukt och jordtemperatur påverkar markorganismerna och deras möjligheter att omsätta organiskt material i jorden och frigöra växt-näring. Tillgång till vatten och temperatur påverkar även växternas aktivitet. Grönsaker betingar ett stort värde per hektar och det är i de flesta fall nödvändigt att investera i bevattning och god dränering för att nå önskade skördar av god kvalitet. Bevattning och dränering skapar gynn-



Täckning med fiberduk och marktäckning med svart plast höjer jordtemperaturen och förbättrar därmed växtnärlingsfrigörelsen från jorden. Foto: Elisabeth Ögren.

sam fuktighet för både grödan och mikrolivet i jorden. Det är dock viktigt att anpassa bevattning efter markens vattenhållande förmåga för att inte riskera att växtnärling transporteras ner under rotdjup eller dräneras bort från fältet.

Vid lägre temperatur har växten betydligt svårare att ta upp exempelvis fosfor. Bäddodling, mörk marktäckning och täckning med fiberduk kan höja temperaturen i jorden under den första delen av odlingsperioden och därmed förbättra omsättningen och växtnärlingsfrigörelsen i jorden. Plantering gör det möjligt att fördröja etableringen i fält jämfört med direktsådd. Plantering minskar därmed risken för växtnärlingsbrist på grund av låg marktemperatur.

Förfruktsvärde

För att bedöma en jords växtnärlingsleverande förmåga är begreppet förfruktsvärde centralt. Förfruktsvärde innefattar hur en gröda påverkar nästa gröda i växtföljden. Hur mycket växtnärling som blir tillgängligt för efterföljande gröda beror på en rad faktorer: mängden skörderester ovan och under jord, typ av skörderester och kol/kväve-kvoten i materialet, mängden växtnärling i skörderesterna, nedbrukningstidpunkt, jordtemperatur, årsmån, jordart och efterföljande gröda. Förfruktsvärdet påverkas även av grödans rotdjup, hur väl den täcker marken och antalet körningar i grödan. Dessa komponenter har betydelse för hur mycket närling grödan lämnar efter sig och hur den påverkar jordstrukturen. Många körningar kan försämra strukturen speciellt under blöta förhållanden i samband med skörd. Mängden rotmassa har oftast större betydelse för förfruktsvärdet än mängden ovanjordiska rester. Att göra en samlad bedömning av dessa olika faktorer är mycket svårt. I praktisk odling är den egna erfarenheten viktig för att kunna bedöma förfruktsvärdet i varje enskilt fall.



Grödor som lämnar efter sig ett stort och djup rotsystem är oftast en bra förfrukt. Foto: Pauliina Jonsson.

Spännvidden för kväveleverans från förfrukter kan vara mellan 0 och 120 kg kväve per hektar. Fosfor som finns bunden i skörderesterna kommer hela växtföljden till godo, förutsatt att det inte är stor ytavrinning från fältet. Om skörderester brukas ner på hösten på lätta jordar finns det risk för förluster av kalium. Materialet behöver inte omsättas av mikroorganismer för att kaliumet ska bli vattenlösligt. Det är dock svårt att uppskatta hur stor mängd av det kväve och kalium som finns i skörderesterna som kommer nästa års gröda tillgodo.

Förfruktseffekter av grüngödsling kan du läsa mer om i skriften Grüngödsling, utgiven av Jordbruksverket.

En förfrukt kan även påverka skadedjur och sjukdomar. En sanerande gröda bidrar till färre problem året efter och det motsatta, en gröda som uppfödskar skadedjur och sjukdomar har ett sämre förfruktsvärde.

Rangordning av förfrukter

En grupp erfarna grönsaksodlare i Mellansverige rangordnade förfruktsvärdet hos några grödor som vanligtvis ingick i deras växtföljd, i ett deltagardrivet projekt kring växtnärlingsfrågor i ekologiska grönsaksodling. Deras erfarenhet var att en bra gröda med bra rotsystem och mycket skörderester ger ett bra utgångsläge till nästkommande gröda, vilket minskar behovet av gödsling.

Rangordning av några grödors förfruktsvärde, från bästa till sämsta förfrukt till frilandsgroönsaker

1. Klövervall, tvåårig oskördad
2. Klövervall, tvåårig skördad
3. Gröngödsling, ettårig
4. Rotselleri och purjolök
5. Kål
6. Rödbetor
7. Potatis
8. Spannmål
9. Morötter
10. Lök



Rotselleri har ett stort rotsystem och är en bra förfrukt. Foto: Pauliina Jonsson.

Nollrutor

Genom att anlägga så kallade nollrutor, ogödslade rutor, kan du få en uppfattning om förfruktens betydelse på dina egna skiften. På samma sätt kan du ha rutor med halva eller dubbla gödselgivan eller med en annan gödslingsstrategi för att bygga upp din egen erfarenhet.

Grödornas rottillväxt

Grödans förmåga att ta upp växtnäring är nära knuten till dess rotutveckling och styrs av både växtens genetiska anlag och miljön runt roten. Olika arter har olika snabb rottillväxt. Är jorden lucker och väl-dränerad ökar förutsättningarna för att växten ska utveckla ett kraftigt och djupt rotsystem. Då kan roten växa på i dess högsta takt.

Miljön i jorden påverkar rotutvecklingen

I lerjordar som bildar aggregat är det lättare för rötter att växa ned på djupet. Men är jorden packad eller vattensjuk går rottillväxten mycket långsamt och rötterna kommer varken växa djupt eller brett. Kompakt jord gör att rottillväxten går långsammare och växten når inte samma rotdjup som i lucker jord. Likaså begränsar vattenmättnad grödans rotdjup.



Dränering förbättrar förhållandena i marken och skapar förutsättning för en bra rotutveckling i grödan. Foto: Åsa Rölin.



Nollruta i morötter mellan de vita pinnarna. Förfrukten fodervicker och havre och markens leveransförmåga var tillräcklig, tillskottsgödslingen gav ingen effekt på morotsskörden. Foto: Åsa Rölin.



Nollruta i sen vitkål mellan de vita pinnarna. Här blev avkastningen betydligt lägre i den ogödslade rutan. Foto: Åsa Rölin.

I en sandjord är det vanligt att det mekaniska motståndet är stort vilket begränsar rotutvecklingen. Lågt pH i alven, som det ofta är i gytte- och en del mulljordar, kan begränsa djupet på rotsystemet. Syrebrist i djupare jordlager minskar också växternas rottillväxt samt förmåga att aktivt ta upp växnäring.



Vitkål har ett djup rotsystem som kan tränga ner till över 1 meters djup, om förutsättningar finns. Foto: Elisabeth Ögren.

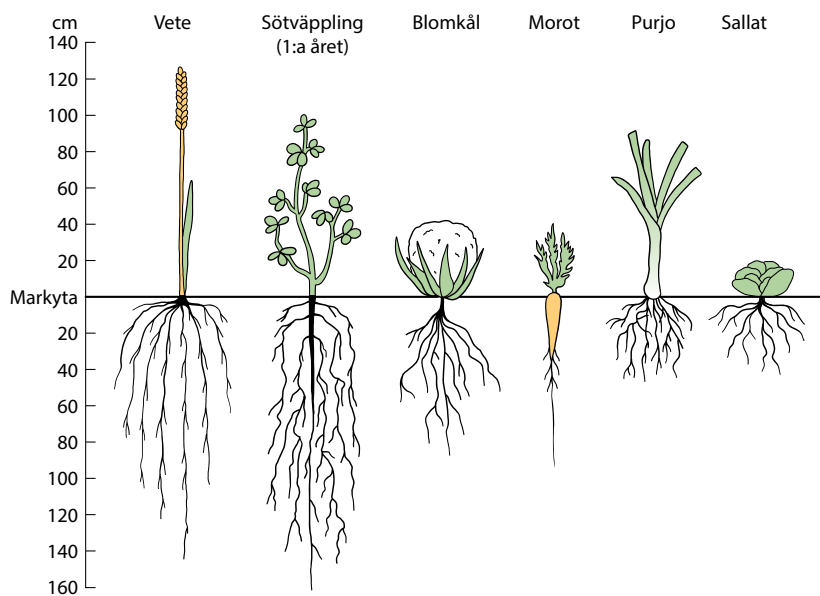
Stora skillnader i rotutveckling mellan olika grödor

Grönsakskulturer utnyttjar växnäring i jordprofilen på olika sätt vilket beror på skillnader i rotuppbyggnad. Djupa rotsystem med tät förgrening kan hämta växnäring från djupare lager och effektivt utnyttja närliggande jord. En kultur med brett rotsystem kan utnyttja växnäringen över en större yta, även mellan raderna.

Rotsystemets djup och utbredning spelar stor roll för växternas förmåga att ta upp växnäring och vatten. Kunskap om olika grödors rotutveckling är ett viktigt redskap för att planera en växtföljd med högt växt-näringsutnyttjande och lågt läckage. Placera djuprotade kulturer som vitkål i växtföljden där det finns mycket kväve långt ner i jordprofilen. Kålgrödornas rötter kan tränga ner till drygt 1 meters djup. Purjolök har ett rotdjup på cirka en halv meter, med huvuddelen av rötterna ner till 30 cm. Kulturer med grunt rotsystem, som lök och sallat, placerar du där det finns mycket kväve i de övre jordlagren.

Det låga växt-näringsutnyttjandet hos vissa grödor beror på ett svagt utvecklat rotsystem. Rotsystemet kan dels vara grunt som hos sallat och lök, dels ha få sidorötter och rothår som hos till exempel lökväxterna. Grödor med svaga rotsystem kan lämna större mängder kväve efter sig i marken, vilket innebär större risk för växt-näringsläckage. För att ta tillvara på växnäringen på bästa sätt är det bra att växla mellan kulturer med grunda och djupa rotsystem i växtföljden. I en välbalanserad växtföljd bör du kombinera grödorna så att de med ytliga rötter kan få nytta av djuprotade grödors förmåga att ta upp växnäring från djupa lager i marken.

Det finns mätningar och beskrivningar av olika grödors rotdjup och utbredning under mark men resultaten kan skilja mellan olika undersökningar beroende på de förhållanden som råder i den jord där mätningarna gjorts. Uppgifterna kan ändå ge oss en ungefärlig bild och förståelse för skillnader mellan olika grödor, se figur 1 och tabell 2. I tabell 2 redovisas mätningar av rotsystem ner till 2,5 meters djup. I många svenska jordar finns inte möjlighet för rötter att nå så djupt. Gräv i olika grödor i din växtföljd och på olika skiften för att få en förståelse för hur markförhållanden och förfrukter påverkar grödornas rotutveckling på din gård.

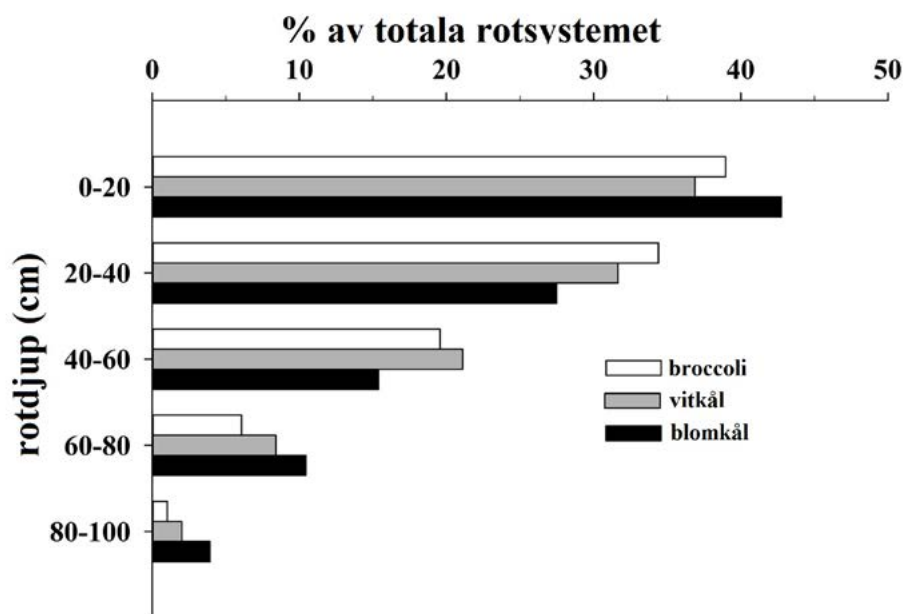


Figur 1. Rotsystemets utbredning och djup hos några olika grödor. Källa: B. Båth & E. Ögren, 1995, samt M. Wivstad, pers. medd. 1998.

Tabell 2. Grödors rotdjup, rotvolym och tillväxthastighet. Källa: Thorup-Kristensen, 2008, 2009 och 2010.

Gröda	Rotdjup i meter vid skörd	Rotvolym samlat/utbrett	Tillväxthastighet mm/daggrad
Kepalök	0,35	Samlat	0,2
Purjolök	0,5	Samlat	0,2
Rödbeta	1,5–2,4		0,9-1,2
Vitkål	2	Utbrett	1,2-1,5
Sallat	0,5–0,7	Samlat	1,2-1,5
Morötter	1,2	Samlat	0,7-0,8
Potatis	0,6–1		0,7-0,8
Rotselleri	0,4	Samlat	1,2
Squash	1,5–2	Utbrett	
Salladskål	1,1		
Sockermajs	0,6		
Höstvete, sådd 5 sept	2,2		
Vårvete, sådd 20 april	1,25		
Rättika (fånggröda)	2,5		>1,5

I ett forskningsprojekt i Kalifornien 2012–2013 studerades kommersiella kålfält med broccoli, vitkål och blomkål. Rotdjupet ökade linjärt under växtsäsongen och var vid skörd i något fält ner till 115 cm. Majoriteten av rotsystemet, 72 procent, växte i den översta delen av jorden och ned till 40 cm, se figur 2.



Figur 2. Rötternas fördelning i markprofilen vid skörd av broccoli, vitkål och blomkål. Källa R. Smith, M. Cahn et al 2016 **Citation:** HortScience horts **51, 12;** [10.21273/HORTSCI11335-16](https://doi.org/10.21273/HORTSCI11335-16)

Läs mer om jordstruktur och hur du kan studera rötter genom att gräva en grop i skriften Utnyttja växtnäringen bättre i ekologisk odling av vitkål och morot, Jordbruksinformation 8–2013, Jordbruksverket.

Växtnäringsämnenas rörlighet i marken

Växtnäringsämnen har olika rörlighet i marken, se tabell 3. Det har betydelse för olika gröders möjlighet att ta upp växtnäring beroende på deras rotutveckling. När det gäller fosfor så måste roten komma dit fosfor finns. Andra näringsämnen som exempelvis kväve är däremot lätttrögligt i marken. Kväve kan förflytta sig med markvätskan vilket gör det mer lättåtkomligt för växten, men det innebär samtidigt en större risk för utlakning. Samverkar med mykorrhiza innebär att rotsystemet får tillgång till en betydligt större jordvolym vilket förbättrar möjligheten att nå även svårtrögliga växtnäringsämnen i jorden.

Tabell 3. Växtnäringsämnen har olika rörlighet i marken.

Växtnäringsämne	D_e ($\text{cm}^2 \text{s}^{-1}$)	Tid för transport 1 mm i jorden	Tid för transport 10 cm i jorden
Kväve, N	2×10^{-6}	42 minuter	
Fosfor, P	5×10^{-9}	278 timmar	320 år
Kalium, K	10^{-7}	14 timmar	16 år
Mangan, Mn	10^{-10}	13 889 timmar	omöjligt

Källa: Sören Husted, Köpenhamns universitet



Tillräckligt hög koncentration av växtnäring i jorden i samband med plantering av vitkål och i början av kulturtiden förbättrar möjligheten för tillväxt och goda skördar. Foto: Elisabeth Ögren.

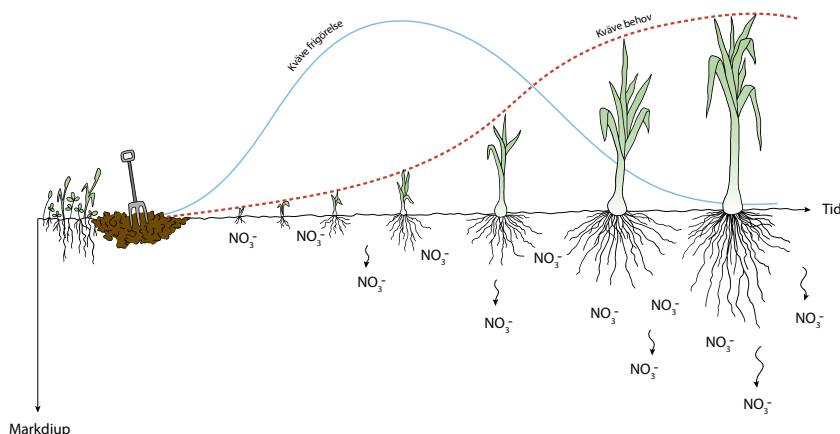
Frilandsgrönsaker med välutvecklade rotsystem som vitkål har möjlighet att hämta växtnäring från en stor jordvolym. Men direkt efter plantering då rotsystemet är litet behövs tillräckligt hög koncentration av växtnäring nära plantan för att grödan ska kunna nå en hög avkastningsnivå. Vid tidig sådd eller plantering då marken är kall kan upptag av fosfor, som är energikrävande för växten, dessutom försvåras.

Delad giva

I grödor med svagt rotsystem och behov av näring sent på säsongen som purjolök finns en risk att lätt rörligt kväve i början av odlingssäsongen förs ner i jordlager med regn och bevattningsvatten och därmed blir oåtkomligt för rotsystemet, se figur 3. Delad giva förbättrar växtnäringsutnyttjandet och minskar risken för läckage.



Purjolök växer långsamt i början av kulturtiden och har ett grunt rotsystem. Foto: Elisabeth Ögren.



Figur 3. Då all gödsel tillförs i början av säsongen i grödor med stort näringsbehov sent på säsongen och grunt rotsystem kan nitratkväve röra sig nedåt i markprofilen under rotdjup med regn och bevattningsvatten. Det ökar risk för kväveutlakning med påföljande kvävebrist. Det går att undvika genom delade givor. (Underlag till illustration: Johannes och Birgitta Båth).



Brysselkål har mycket stor andel skörderester. Foto: Elisabeth Ögren.

Skörderester

Olika grödor bildar olika stor mängd växtmassa och andel skörderester i förhållande till skörd. För grödor som brysselkål, broccoli och ärtor är andelen skörderester större än det skördade materialet. I en lökodling skördas i regel allt det ovanjordiska materialet, oavsett om löken knippas eller skördas som fullt mogen. Då blir det en väldigt liten andel skörderester kvar på fältet. Det kan även vara en viss skillnad mellan sorter av samma gröda när det gäller tillväxt och fördelning mellan skörd och skörderester. I en tidig vitkålsgröda kan cirka 40 procent av den totala ovanjordiska växtmassan vara skörderester medan i sena sorter kan andel skörderester vara upp till 60 procent.

En uppskattning av hur mycket skörderester olika grödor lämnar efter sig visas i tabell 9.

Kol- och kväveinnehåll i skörderester

Kol/kväveknoten, C/N-knoten, anges ofta som ett mått på när man kan förvänta sig mineralisering eller immobilisering av kväve från ett material som bryts ner. En undersökning av C/N-knoten i olika delar av sallat, broccoli och bönor visade en kvot på 8 i broccoliblad medan kvoten var 30 i de nedre stamdelarna, se tabell 4. Är en stor andel av kolet i svårnedbrytbar form, som till exempel lignin, sker omsättning långsamt trots en relativt låg C/N-kvot. Därför används ofta andelen lättillgängligt kol i förhållande till kväveinnehållet för att bedöma mineraliseringstakten.

Tabell 4. Kväveinnehåll samt kol/kväveknot, C/N-kvot, i några skörderester. Källa: De Neve & Hofman 1996

Material	N-tot, mg/g	N-min, mg/g	C/N-kvot
Sallat (blad)	29,9	6,63	9
Sallat (stam)	30,1	13,2	13
Broccoli (blad)	45,5	1,20	8
Broccoli (övre stamdelar)	26,4	7,44	15
Broccoli (nedre stamdelar)	14,7	2,11	30
Bönor (blad)	39,5	1,11	10
Bönor (stam)	17,6	11,97	25

Skörderester är ofta ett relativt ungt material och innehåller en liten andel svårnedbrytbart kol. Den största delen av kvävet finns bundet i hemicellulosa eller som vattenlösligt kväve. I broccoli är andelen kväve som är bundet till mer svårnedbrytbara former som cellulosa och lignin större i de nedre stamdelarna än i bladen, se tabell 5.

Tabell 5. Fördelningen av kvävet i skörderester i olika kväveformer, uttryckt i procent av det totala kväveinnehållet. Källa: De Neve & Hofman 1996

Gröda	Vattenlösligt N %	Hemicellulosa %	Cellulosa %	Lignin %
Sallat (blad)	44	40	8	8
Sallat (stamdelar)	50	38	5	7
Broccoli (blad)	28	58	5	8
Broccoli (övre stamdelar)	57	34	4	5
Broccoli (nedre stamdelar)	43	27	19	11

Kväveinnehållet är den viktigaste faktorn för mineraliseringen av kväve från skörderester. Även mängden lättillgängligt kol har betydelse för mineraliseringstakten. Omsättningen påverkas även starkt av temperaturen.

I praktiken innebär det att en stor andel kväve kan frigöras under kort tid om du brukar in stora mängder skörderester som består av lättomsättbara växtdelar med hög kvävehalt i jorden tidigt på hösten. Om det inte finns möjlighet att så en fånggröda kan inbrukning av halm i jorden vara en metod för att minska risken för växtnäringsförluster från skörderesterna. I en studie i norra Tyskland testade man att bruka in 10 ton hackad halm per hektar efter vårskördad spenat. Mängden skörderester av spenat uppgick till 50 ton per hektar, med ett totalt kväveinnehåll på 250 kg. Halmen tillfördes den 3 maj. Studien visade att nettomineraliseringen minskade med cirka 100 kg kväve per hektar under en mätperiod på 8 veckor och minskade därmed risken för läckage.



Blad, stjälkar och stamdelar bryts ner olika snabbt i jorden. Foto: Elisabeth Ögren.

Växtnäringsbehov

Växtnäringsbehovet kan delas upp i komponenterna ämne, mängd och tid.

Växten består till största delen av vatten, cirka 80–90 procent. Restande del kallas växtens torrsubstans. Torrsubstansen består till största delen av kolhydrater som sin tur främst består av kol, syre och väte. Mineralämnena utgör en mindre del av torrsubstansen. Mineralämnena delas in i makroämnen; kväve, kalium, kalcium, magnesium, fosfor och svavel samt mikronäringsämnen; klor, järn, bor, mangan, zink, koppar, nickel och molybden. Om något ämne saknas eller är i obalans försämrar tillväxt och kvalitet. Brister och obalanser ökar också risken för växtnäringsförluster och negativ miljöpåverkan. För att nå bra skörd av god kvalitet behöver du vara uppmärksam och se till att plantan får tillgång till alla de ämnen den behöver. Tabell 6 visar de näringsämnen som är livsnödvändiga för växten och i vilken form de tas upp. Läs mer i skrif-



Magnesiumbrist i broccoli.
Foto: Elisabeth Ögren.

terna Makronäringsämnen och Mikronäringsämnen, utgivna av Jordbruksverket.

Tabell 6. Generell tabell över växtens innehåll av livsnödvändiga näringsämnen och i vilken form växten tar upp dem. Variation i innehåll förekommer mellan växtdelar, utvecklingsstadium och växtslag. Källa: Sören Husted, Köpenhamns Universitet

Ämne	Symbol	Form	% av torrsubstans
Väte	H	H ₂ O	6
Kol	C	CO ₂	45
Syre	O	O ₂ , H ₂ O, CO ₂	45
Kväve	N	NO ₃ ⁻ , NH ₄ ⁺ , urea	1,5
Kalium	K	K ⁺	1
Kalcium	Ca	Ca ²⁺	0,5
Magnesium	Mg	Mg ²⁺	0,2
Fosfor	P	H ₂ PO ₄ ⁻ , HPO ₄ ²⁻	0,2
Svavel	S	SO ₄ ²⁻	0,1
Klor	Cl	Cl ⁻	0,01
Järn	Fe	Fe ³⁺ , Fe ²⁺	0,01
Bor	B	H ₃ BO ₃	0,002
Mangan	Mn	Mn ²⁺	0,005
Zink	Zn	Zn ²⁺	0,002
Koppar	Cu	Cu ²⁺	0,0006
Nickel	Ni	Ni ²⁺	0,00001
Molybden	Mo	MoO ₄ ²⁻	0,00001

Växtnäringsinnehåll i gröda och skörderester

Vid skörd för du bort en större eller mindre del av växten bort från fältet. Med skörden tar du även bort växtnäring från fältet. Tabellerna 7 och 8 visar innehållet av kväve (N), fosfor (P) och kalium (K) i några grönsaksgrödor. Observera att innehåll kan variera mellan olika växtplatser. Halten av ett ämne är lägre när tillgången är sämre och högre om växtnäring finns i överskott i marken.

Tabell 7. Växtnäringsinnehåll i skörd av några olika grönsaker uttryckt i kg per 10 ton. Dessa växtnäringshalter används vid beräkning av växtnäringsbalanser i programmet Vera, Greppa Näringen. Källa: Vera

Gröda	Innehåll kg/10 ton		
	Kväve	Fosfor	Kalium
Broccoli	50	8	43
Bönor	40	5	40
Färskpotatis	25	6	55
Isbergssallat	20	2	27
Kålrötter	25	4	22
Lök	18	3	16
Morötter	21	4	36
Purjolök	21	3	30
Rödbeta	24	5	41
Sockermajs	25	6	45
Spenat	36	5	57
Squash/zucchini	15	6	45
Vitkål	24	3	26

I skriften Växtnäringsbalans i ekologisk grönsaksodling, utgiven av Jordbruksverket, finns en tabell med växtnäringsinnehåll i fler arter av grönsaker. Uppgifter i programmet Vera är desamma som i det tidigare programmet Cofoten/Stank in mind.

Konventionella odlingar i Tyskland, Holland och Danmark använder det tyska KNS-systemet (Kulturbegleitenden Nmin Sollwerte). En svensk översättning blir ”målvärden för Nmin utifrån grönsakernas utvecklingsstadium”. Några av de tabeller som redovisas här ingår som underlag i KNS systemet och finns publicerat av IGZ, Leibniz-Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau Großbeeren und Erfurt. Halter av växtnäring skiljer sig något från uppgifterna i Vera.

Tabell 8. Växtnäringsinnehåll i skörd och skörderester av några olika grönsaker uttryckt i kg per 10 ton. Källa: IGZ_N-P-K-Mg-Feldabfuhr_Gemuese, Nährstoffgehalte in den Ernteprodukten und in den Ernteresten von Gemüse Version 01.10.2015. Aktuell version finns på: http://www.igzev.de/publikationen/IGZ_N-P-K-Mg-Feldabfuhr_Gemuese.pdf

	Ts %	Innehåll i skörd kg/10 ton				Ts %	Innehåll i skörderest kg/10 ton			
		N	P	K	Mg		N	P	K	Mg
Blomkål	7	28	4,5	30	1,2	9	34	5	35	1,5
Broccoli	9	45	6,5	38	2	10	35	6	45	3
Dill	10	30	4	50	2,5	10	30	4	50	2,5
Frilandsgurka	4	15	3	20	1,2	8	20	5,5	40	6
Persilja	11	45	5	55	2,2	11	45	5	55	2,2
Morot	10	13	3,5	35	1,5	16	30	4	60	4
Purjo	11	25	3,5	30	2	12	30	3	35	2
Rödbeta	15	28	5	40	3	10	25	4	55	7
Babyleaf	7	35	3,5	50	2,7	7	35	3,5	50	2,7
Huvudsallat	6	19	3	37	1,2	6	19	3	37	1,2
Isberg	5	14	2,5	25	1	5	20	2,5	25	1
Vitkål höst, lager	8	20	3,2	26	1,5	11	30	3,5	35	2,6
Lök, lager	14	18	3,5	20	1,5	40	40	6	22	12
Zucchini	5	16	2,6	17	1,6	8	30	4	35	6

Grönsaker behöver växtnäring för att producera växtmassa ovan och rotmassa under jord. Hur mycket växtnäring en gröda inklusive skörderester innehåller varierar med sort och odlingsbetingelser. Upptag av växtnäring sker under en stor del av säsongen.

Olika grödor bildar olika stor mängd växtmassa i form av skörd och skörderester vilket påverkar behovet och upptaget av olika växtnäringsämnen. Tabell 9 ger exempel på växtnäringsinnehållet i skörd och skörderester för några grödor vid en bestämd avkastningsnivå.

Tabell 9. Innehåll av växtnäringsämnen i skörd och skörderester. Källa: IGZ_N-P-K-Mg-Feldabfuhr_Gemuese, Nährstoffgehalte in den Ernteprodukten und in den Ernteresten von Gemüse Version 01.10.2015 Aktuell version finns på: http://www.igzev.de/publikationen/IGZ_N-P-K-Mg-Feldabfuhr_Gemuese.pdf

	Skörd ton/ha	Innehåll i skörd kg/ ha				Skörde- rester ton/ha	Innehåll i skörderester kg/ha				ton/ ha	Skörd + skörderester kg/ha			
		N	P	K	Mg		N	P	K	Mg		N	P	K	Mg
Blomkål	35	98	15,8	105	4,2	45	153	22,5	157,5	6,75	80	251	38,3	262,5	11
Broccoli	15	67,5	9,75	57	3	55	192,5	33	247,5	16,5	70	260	42,75	304,5	19,5
Dill	20	60	8	100	5	2	6	0,8	10	0,5	22	66	8,8	110	5,5
Frilands- gurka	70	105	21	140	8,4	50	100	27,5	200	30	120	205	48,5	340	38,4
Persilja	16	72	8	88	3,52	6	27	3	33	1,32	22	99	11	121	4,84
Morot	70	91	24,5	245	10,5	20	60	8	120	8	90	151	32,5	365	18,5
Purjo	50	125	17,5	150	10	34	102	10,2	119	6,8	84	227	27,7	269	16,8
Rödbeta	60	168	30	240	18	40	100	16	220	28	100	268	46	460	46
Babyleaf	14	49	4,9	70	3,78	1	3,5	0,35	5	0,27	15	52,5	5,25	75	4,05
Huvudsallat	30	57	9	111	3,6	10	19	3	37	1,2	40	76	12	148	4,8
Isbergssallat	60	84	15	150	6	25	50	6,25	62,5	2,5	85	134	21,25	212,5	8,5
Vitkål höst, lager	70	140	22,4	182	10,5	50	150	17,5	175	13	120	290	39,9	357	23,5
Lök, lager	60	108	21	120	9	15	60	9	33	18	75	168	30	153	27
Zucchini	50	80	13	85	8	50	150	20	175	30	100	230	33	260	38

Version 01.10.2015. Aktuell version finns på: http://www.igzev.de/publikationen/IGZ_N-P-K-Mg-Feldabfuhr_Gemuese.pdf

Det är stor skillnad mellan olika grönsakskulturer vad gäller tillväxt och växtnäringsupptag över tid. En sallatsgröda kan ha en kulturtid på i snitt 6 veckor medan det kan ta 18 veckor från plantering till skörd av en sen sort av vitkål. Mängden växtnäring som tas upp skiljer också stort mellan olika kulturer. Det är viktigt att du tar hänsyn till det vid utformning av växtföljden, beslut om gödslingsnivå och val av gödselmedel.

Kväveupptag under kulturtiden

En gröda med stor blad- och rotvolym med hög kvävekoncentration har stort behov av kväve. Exempelvis har vitkål större kvävebehov än morot, även vid samma torrsubstansvikt vid skörd. Vitkålsgrödan har stor ovanjordisk massa med många kväverika blad medan morot består av en pålrot med låg kvävekoncentration. Kvävebehovet påverkas också



Morot har ett lägre kvävebehov än vitkål även vid samma avkastningsnivå.
Foto: Elisabeth Ögren.

av tillväxthastigheten. En gröda med hög tillväxthastighet har vanligtvis ett högt kvävebehov. Ett kväveöverskott i marken vid kulturstart gynnar vanligen tidig tillväxt och därmed även skördenivå.

Tabell 10. Olika gröders kväveupptag per vecka under kulturtiden.

Källa: IGZ_Duengung_im_Freilandgemuesebau, 2011.

Vecka	Kväveupptag per vecka (kg N/ha)																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Blomkål	1	4	8	21	44	67	60	33	13											
Broccoli	2	4	8	17	32	56	71	50	20											
Dill	0	1	3	7	14	32	39													
Frilandsgurka	0	1	2	4	6	9	14	20	24	27	25	22	17	12	9	6	4	3		
Persilja	0	0	1	2	3	4	8	15	24	38	29	8								
Morot	0	0	0	1	3	7	14	23	29	28	21	14	8	3						
Purjo	0	1	2	4	5	8	13	20	30	40	42	32	18	10						
Rödbeta	0	0	0	2	9	22	34	40	39	34	26	20	14	10	7	5	4	2		
Babyleaf	0	1	2	15	35															
Huvudsallat	1	3	10	39	23															
Isberg	1	2	7	15	35	37	7													
Vitkål höst, lager	1	2	4	7	12	18	25	32	37	36	32	26	20	14	10	7	4	3		
Lök, lager	1				1	2	2	3	3	4	6	9	12	15	18	20	20	18	13	21
Zucchini	1	2	5	9	15	25	34	39	35	27	18	11	6	3						



Sallat har snabb tillväxt och kort kulturtid. Foto: Elisabeth Ögren

Växtnäringsbehov för olika typgrödor

Nedanstående exempel beskriver växtnäringsbehovet hos några olika grödor med fokus på kväve, fosfor och kalium. Grödorna behöver givetvis även tillgång till övriga växtnäringsämnen i rätt proportioner. Läs mer om olika grönsakskulturer i skriften Odlingsbeskrivningar, utgiven av Jordbruksverket.

Vitkål

Vitkål är en av de mest näringskrävande grönsaksgrödorna. Upptaget av kväve och kalium är mycket stort, speciellt i sena sorter med hög avkastning. En stor del av växtnäringen finns i skörderesterna. Rotsystemet är djupt, rötterna väl förgrenade och kan lätt tömma jorden på näringsreserver. Växtsäsongen är lång så grödan behöver tillgång till växtnäring under lång tid.

Blomkål

Blomkål räknas till grödor med högt kvävebehov. För att få bra kvalitet och storlek på blomkålshuvudet måste plantan utveckla ett stort bladverk innan huvudbildning. Kväveupptaget är som störst under kulturtidens mitt. Mycket växtnäring lämnas kvar på fält i form av skörderester.



Blomkål behöver god tillgång till växtnäring för att utveckla ett stort bladverk innan huvudbildning. Foto: Elisabeth Ögren.



Sena sorter av vitkål har stort behov av växtnäring under sin långa kulturtid. Foto: Elisabeth Ögren.

Morot

Morötter är måttligt krävande vad gäller växtnäring. Tillgången på kväve spelar inte så stor roll för morotens utveckling som för till exempel kål. Kväveupptaget är lågt under första delen av kulturtiden liksom under de sista veckorna innan skörd. Vid maskinell skörd är det dock viktigt att det finns tillräckligt med kväve för att stärka blasten och underlätta upptagningen.

Hög kvävegödsling ökar inte avkastningen nämnvärt och bladmassan ökar inte i omfattning vid tillförsel av kväve utöver den mängd som är optimal för avkastningen. Låg tillgång på kväve påverkar rottillväxten i mindre utsträckning än tillväxten av ovanjordiska delar. För mycket kväve kan öka risken för spruckna morötter och smaken försämras genom att sockerhalten i moroten sjunker. Riklig kvävetillgång kan leda till borbrist. Kaliumbehovet är relativt stort.



Sallat behöver god tillgång till växtnäring och vatten under hela kulturtiden.
Foto: Elisabeth Ögren.

Sallat

Sallat har ett måttligt behov av kväve men upptagningen sker under kort tid. Beroende på sort och planteringstid kan kulturtiden variera mellan 4 till 8 veckor, den kortaste tiden för direktsådd babyleaf. Sallat måste växa snabbt och utan avbrott för att inte skörd och kvalitet ska påverkas negativt. Därför måste näringstillgången och bevattningen vara jämn under hela kulturtiden. Tidpunkten för maximalt kväveupptag skiljer mellan olika sallatstyper. Hos bladsallat ökar kväveupptaget ända fram till skörd medan det i isbergssallat är som högst efter cirka tvåtredjedelar av kulturtiden.

Lök

Lök hör till de mindre näringskrävande grödorna. Traditionella gödslingsrekommendationer anger dock betydligt högre nivåer än så. Lök har ett litet rotsystem vilket kan medföra att växtnäringshalten behöver vara högre i området där lökens rötter finns. I början av kulturtiden behövs växtnäring för att stimulera tillväxt av blad eftersom bladens volym står i direkt proportion till lökens storlek. Fosfor och svavel är viktiga näringsämnen för lök. Fosforbrist kan uppstå på våren då marken är kall och rötterna små. Löken behöver god tillgång till växtnäring och vatten fram till midsommar. Därefter stimuleras lökbildningen av brist på näring och vatten. För hög tillgång på kväve, speciellt i slutet av kulturtiden, ökar risken för halslök, försenar avmognaden och försämrar lagringsdugligheten.



Stor bladmassa skapar förutsättningar för en god lökskörd. Foto: Elisabeth Ögren.

Purjolök

Purjolök har totalt sett ett högt kvävebehov. Upptaget är dock långsamt i början av kulturtiden och ökar successivt mot slutet av kulturtiden. Purjolök har ett grunt rotsystem och en långsam tillväxthastighet och kräver ett högre kväveöverskott i marken än många andra frilandskulturer.

Potatis

Potatis är en måttligt näringskrävande gröda. Potatis tar inte upp så stora mängder fosfor men fosforgödslingsbehovet är ändå förhållandevis stort. Det beror på att potatis inte tar upp fosfor så effektivt. Justera mängden tillförd växtnäring utifrån potatissort, förväntad skörd, aktuell markkartering, förfrukt och var i landet din odling är belägen. Växtnäringstillförseln till potatis bygger på att uppnå balans mellan näringsämnen eftersom det har stor påverkan på kvalitén. Hög kvävetillgång ger sämre avmognad och kokkvalité, god tillgång till kalium minskar risken för mörkfärgning. God tillgång till fosfor minskar risken för mörkfärgning och blötkokning.

Analyser

Analyser av jord och växtdelar före och under säsong hjälper dig att få kunskap om tillgången på växtnäring. Med hjälp av analyser får du större möjlighet att förebygga och upptäcka brister innan problem uppstår.

Markkartering

Markkarteringar och regelbundna jordprovtagningar är viktiga redskap för att kunna bedöma jordens växtnärlingslevererande förmåga och behovet av gödsling. Växtnärlingsanalyser kan ibland behöva kombineras med provtagning av jorden för att identifiera olika rotsjukdomar som påverkar växtens tillväxt och växtnärlingsupptag.

En markkartering omfattar i första hand pH-värde, fosfor, kalium, magnesium och kalcium. Du kan komplettera proverna med jordart, lerhalt och mullhalt. Vilka övriga växtnärlingsämnen som bör vara med i analysen bestäms utifrån jordart och utifrån vilka grödor som du ska odla på skiftet. I grönsaksodling bör analysen även omfatta bor och koppar. AL-lösning (ammoniumacetat-laktat) används för att bestämma lättlösligt fosfor, kalium, magnesium och kalcium. Svårlösliga förråd bestäms med hjälp av saltsyra (HCl), exempelvis kalium, fosfor och koppar.



Jordanalyser är värdefulla hjälpmedel vid gödslingsplaneringen. Foto: Åsa Rölén.

Laboratorier erbjuder även andra typer av jordanalyser. CAT-analys används för att analysera koppar (Cu), järn (Fe), mangan (Mn) och zink (Zn). Analysen görs då med hjälp av en saltlösning som innehåller ett chelatkomplex (DTPA).

Fosfor

Växttillgänglig fosfor har inte lika stark koppling till AL-analysen som kalium. Ett generellt mål vid grönsaksodling kan vara att gödsla i balans i växtföljden vid P-AL i övre delen av klass III och klass IV A. Det betyder att du då beräknar fosforgivans storlek så att den bara kompenserar för den fosfor som förs bort med avsalugrödorna i hela växtföljden. Ligger markvärden under är det en fördel med ett överskott av fosfor. Ligger värdena i högre klass beräknar du fosforgödslingen till ett underskott.

Vid högt och lågt pH är det svårare för växten att ta upp fosfor eftersom fosfor då binds i jorden. I jordar med högt innehåll av kalciumkarbonat och pH över 7 kan P-AL analysen överskatta mängden växttillgängligt fosfor i marken. Den sura analysvätskan löser då ut mer fosfor än vad växterna kan göra. I flera länder, bland annat i Danmark, används analysmetoden P-Olsen med en basisk analysvätska (pH 8,5). Det diskuteras att använda P-Olsen i Sverige på kalkrika jordar men det finns ännu inga svenska riktlinjer framtagna.

Komplettering med växtanalys visar om plantan har möjlighet att ta upp tillräckligt med fosfor.

Kalium

Jordens egen leverans av kalium beror på jordart, berggrund och tidigare odlingshistoria. På lätta jordar där förrådet är litet kan tillgång till kalium förändras relativt snabbt då stora mängder växtmaterial förs bort, till exempel med skörd av grönsaker eller några vallskördar. Lerjord har större leveransförmåga av kalium och innehållet i jorden påverkas inte lika fort.

Du bör ha tillgång till en aktuell analys av kaliumhalten i din jord och anpassa gödslingen efter den.

Det finns dock inga riktgivor framtagna för olika grönsaker vid olika kaliumhalter i jorden. I exemplet nedan redovisas ett beräkningssätt för att bedöma grönsakers behov av kalium vid olika K-AL värden i jorden. I exemplet är det balans vid K-AL klass III men i grönsaksodling kan det vara aktuellt att hellre välja balans i klass IV. K-HCl visar på markens förråd av kalium och kan också vägas in vid beslut om behov av kalium.

Exempel på beräkningssätt för kaliumgödsling utifrån AL-klass

Anpassa tillförseln av kalium efter jordens innehåll. Ett sätt att beräkna behov är att utgå från innehållet av kalium i den förväntade skörden. I exemplet föreslås en gödsling i balans vid K-AL klass III, medan gödsling i underskott i högre klasser. I lägre klass föreslås en gödsling av kalium som är större än bortförsel. Kalium ska under säsong räcka till både skörd och skörderester samt rötter. Beroende på jordart och växtföljd kan det vara aktuellt att gödsla i balans vid klass V istället för klass III.

AL-klass	Beräkna kalium i förväntad skörd
V	ingen tillförsel
IV	multiplicera behovet med 0,5
III	tillförsel motsvarande behov
II	multiplicera behovet med 1,5
I	multiplicera behovet med 2,0

Källa omräkningsfaktorer: Mats Martinsson, 2011 Yara.

Överskott av kalium och utlakning är inte skadligt för miljön. Men alltför stor tillförsel av kalium kan konkurrera med andra positiva joner så att balansen mellan kalium/magnesium/kalcium blir fel. Det kan orsaka brister av dessa ämnen i grödan. Det är dessutom en kostnad att köpa in kaliumgödselmedel och ett dåligt resursutnyttjande att gödsla mer än grödan behöver.

Provtagning

Standard vid markkartering är 1 prov per hektar. Vid stor variation i jordart och odling av grönsaker kan det vara aktuellt att öka antalet prover per hektar. Varje prov består av minst 10 delprover. Provpunkterna bör GPS-positioneras för att du ska kunna använda dem vid varierad gödsling och för att kunna återkomma till samma provpunkt vid uppföljande markkartering. Är det ett mindre fält, eller vid uppföljning vid jämna förutsättningar, kan du ta en linje med 15–30 delprov diagonalt över fältet. Blanda sedan samman delproverna och ta ut 1 samlingsprov. Du kan läsa mer om markkartering i skriften Rekommendationer för gödsling och kalkning som ges ut årligen av Jordbruksverket.

Spurwayanalys

Spurwayanalys kallas även driftsanalys och extraktion sker med en svagare lösning än vid markkartering. I en Spurwayanalys ingår flertalet makro- och mikroämnen. Förslag på riktvärden för Spurwayanalys i ekologisk odling av morot, vitkål, blomkål och broccoli har tagits fram i ett



I en växtföljd med många grönsakskulturer förs det bort mycket kalium från gården.
Foto: Elisabeth Ögren.

deltagardrivet projekt med erfarna grönsaksodlare, rådgivare och forskare, se tabell 11. Riktvärdena är resultatet av 10 års dokumentation på gårdarna och forskningsprojekt där växtnäringsförhållanden studerats.

Tabell 11. Förslag på riktvärden för jord analyserad enligt modifierad Spurway (1:6 jord:HAc 0,1%, 30 minuter). Värdena för växtnäringsämnen uttrycks i mg/l. Värdena anges som optimalvärden i pågående kultur

Ämne	Morot	Vitkål	Blomkål	Broccoli
pH	5,5–6,5	5,5–6,5	5,5–6,5	5,5–6,5
Ledningstal (Lt)	0,5–1,0	0,5–1,5	0,5–1,5	0,5–1,5
Nitratkväve (NO ₃ -N)	10–30	20–50	20–60	20–50
Ammoniumkväve (NH ₄ -N)	0–10	0–10	0–10	0–10
Fosfor (P)	1–10	2–15	5–15	2–10
Kalium (K)	30–80	40–100	40–100	30–100
Magnesium (Mg)	20–50	20–50	20–50	20–50
Svavel (S)	5–15	10–20	10–30	10–20
Kalcium (Ca)	400–800	400–800	400–800	300–800
Natrium (Na)	10–50	10–50	10–50	10–50
Klorid (Cl)	5–40	5–40	5–40	5–40
Mangan (Mn)	1–3	2–5	1–6	3–6
Bor (B)	0,5–1,5	1–1,5	1–1,5	1–1,5
K/Mg	1–2	1–2	1–2	1–2
Ca/Mg	10	10	10	10
Ca/K	5	5	5	5

I tabell 11 anges även rekommendationer för relationen mellan kalium, magnesium och kalcium. Balansen mellan ämnena kan vara minst lika viktig som nivån av det enskilda ämnet. Det är viktigt att det är rätt proportioner mellan de positiva jonerna för att undvika obalanser eftersom de konkurrerar med varandra under plantans växtnäringsupptag.

Växtanalys

Du kan använda växtanalyser för att utvärdera din gödsling samt bedöma om det finns behov av ytterligare växtnäring. Analyser hjälper dig att se underskott av växtnäring före plantan påverkas och visar symptom. Tag prov på växtsaft, bladstjälkar eller hela blad, beroende på vilken analysmetod du väljer. För att få ett så rättvisande svar som möjligt ska plantan ha ett fungerande rotsystem och inte lida av brist eller överskott på vatten.

Växtsaftsanalys ger en bild av hur situationen är vid provtagningstillfället. En torrsbstansanalys av hela blad visar även vad som redan har tagits

upp och byggt in i växtmaterialet. Riktvärden från laboratorier behöver oftast kompletteras med erfarenheter från en rådgivare och dina egna tidigare analyser. Det är värdefullt att bygga upp en erfarenhetsbank med egna analyser. Tag gärna analyser även när det växer bra och skörden blev som önskat. De analysvaren kan du sedan ha som referensmaterial.

Tabell 12. Förslag till riktvärden för växtanalyser av morötter och vitkål. Värdena gäller rot respektive blast (hela den ovanjordiska plantan) vid skörd av morötter och huvud respektive det yngsta fullt utvecklade täckbladet vid skördefärdigt stadium för vitkål. Värden uttrycks i % av ts (N, P, K, Ca, Mg, S, Cl, Na) respektive mg/kg ts (Fe, Mn, B, Cu, Zn, Mo)

Ämne	Morot		Vitikål	
	Rot	Blast	Huvud	Blad
Kväve (N) % i ts	0,80–1,30	2,0–2,5	1,5–2,5	2,0–2,5
Fosfor (P)	0,15–0,20	0,15–0,20	0,20–0,25	0,20–0,35
Kalium (K)	1,5–2,5	1,5–2,0	2,0–2,5	2,0–2,5
Kalcium (Ca)	0,24–0,34	1,2–1,8	0,30–0,40	1,5–3,5
Magnesium (Mg)	0,10–0,15	0,25–0,60	0,12–0,18	0,20–0,50
Svavel (S)	0,10–0,14	0,30–0,60	0,50–0,70	0,60–1,30
Klorid (Cl)	0,5–1,0	0,5–2,0	1,0–1,2	1,0–2,0
Natrium (Na)	0,20–0,50	0,5–1,5	0,05–0,15	0,10–0,25
Järn (Fe) mg/kg ts	20–50	50–300	30–100	50–200
Mangan (Mn)	15–25	50–150	20–50	50–200
Bor (B)	20–25	25–50	15–25	30–100
Koppar (Cu)	4–10	5–15	2–5	5–15
Zink (Zn)	20–50	20–100	20–50	20–200
Molybden (Mo)	0,1–0,4	0,5–1,5	0,1–0,5	0,3–1,0

Växtnäringsämnenas rörlighet i växten

Växtnäringsämnena har olika förmåga att förflytta sig inne i växten, se tabell 13. Kväve och magnesium transporteras lätt både uppåt och nedåt i plantan och därför syns brister oftast först på de äldsta bladen. Brist av mer svårrörliga ämnen som exempelvis bor, kalcium och svavel börjar i de yngre växtdelarna. När du ser synliga bristsymptom har bristen pågått en tid och oftast redan kraftigt försämrat tillväxt och kvalitet. En analys kan då hjälpa dig att ta reda på vilket eller vilka ämnen som saknas. Det är inte säkert att det går att åtgärda i växande gröda men kan vara en lärdom inför kommande års odlingar.



Molybdenbrist i kål orsakar asymmetriska blad och kan helt förstöra tillväxtpunkten på plantorna. Foto: Elisabeth Ögren.

Tabell 13. Rörlighet i växten för några olika växtnäringsämnen. Källa: Sören Husted, Köpenhamns universitet

Rörligt	Medelrörligt	Orörligt
N	Fe	B
P	Cu	Ca
K	Zn	
Mg	S	
Mo	Mn	

Digital mätutrustning

Du kan göra egna mätningar av innehåll i växtsaft med enkla digitala mätare. I praktisk odling är mätning av nitratkväve i plantsaften det vanligaste, men det finns även mätare för kalium och andra näringsämnen. Mätning av nitrathalt i bladen vid plantupppdragning kan vara ett värdefullt verktyg för att ha koll. Höga värden kan, förutom god tillgång till kväve, bero på att något annat ämne eller vatten är i brist så att nitrat inte kan byggas in i växten utan anrikas i växtsaften.



Digital mätare som visar nitrathalten i plantsaft. Foto: Åsa Rölin.

Tag hjälp av drönare och satellitbilder

Det pågår utveckling kring användning av sensorer, drönare och satellitbilder i lantbruket. I CropSAT går det att se satellitbilder som visar variationen i biomassa på dina fält vid olika tidpunkter. För lantbruksgrödor finns underlag för att göra behovs- och tilldelningsfiler. När det gäller grönsaker kan du använda flera av de verktyg som finns tillgängliga men de behöver anpassas till din odling. Du måste manuellt bestämma hur olika hänsyn ska tas och vilka givor det handlar om. I radodlade grödor

kan bar jord störa beräkningar av biomassan i början av säsongen. Olika sorter och omgångar har olika mängd biomassa och färg vilket kan komplicera beräkningarna. Även växtens temperatur och evapotranspiration, som är ett mått på avdunstningen från mark och växter samt växtens transpiration, kan bestämmas via drönare och satelliter som visar växternas vattenstatus.



Med hjälp av drönare kan du övervaka dina odlingar och göra olika mätningar. Foto: Åsa Rölin.

Är du och din rådgivare intresserade finns stor utvecklingspotential. Mycket finns att hämta på webben. SLU och SGU tillhandahåller den digitala åkermarkskartan (DSMS) gratis med lerhaltskartor över större delen av Sveriges åkermark. Skördekartor kan också bidra till ökad förståelse av ett fält. Många moderna skördetröskor har skördekarterare installerade och de finns även till potatis- och grönsaksupptagare.

Intressanta hemsidor om precisionsodling

POS-Precisionsodling i Sverige

Markdata.se

Cropsat.se

Greppa näringen, greppa.nu

Analys av gödsel

Växtnäringsinnehåll i stallgödsel och andra gödselmedel varierar beroende på ursprung. Växtnäringsinnehållet i stallgödsel beroende på vilket foder djuren har ätit, strömedel och hantering. En analys kan därför vara till stor hjälp vid gödslingsplanering. Välj en analys med flertalet växtnäringsämnen eftersom fosfor och kalium också varierar jämfört med schablonvärden. Vid provtagning av fastgödsel och kompost är det svårare att få ett representativt prov. Ta flera delprov på olika djup.

Analys av jordhälsa

Det finns även analyser som mäter biologisk aktivitet i jorden, men vi saknar ännu generell kunskap om hur vi ska använda och utvärdera dem under svenska förhållanden. Det är ett kunskapsområde som kommer att öka i takt med ökat intresse för dessa analyser och med utveckling av analysmetoderna. Idag kan analyser av jordhälsa handla om att mäta andelen kol och protein i det organiska materialet. Mikrobiella analyser kan ge oss information om mängden biomassan av bakterier och svampar, och relationen mellan dessa grupper, samt förekomsten av protozoer och nematoder. Ett mått på den mikrobiella aktiviteten kan vi få genom att mäta koldioxidavgång som är ett mått på mikroorganismernas andning.

Med en spade eller penetrometer kan du bedöma markens mekaniska motstånd och bli uppmärksam på kompakta skikt och hur genomtränglig alven är. Gör mätning när jorden är fuktig, det gäller framförallt i lerhaltiga jordar som blir hårda vid torka.



Med en spade kan du enkelt bedöma markens mekaniska motstånd när du gräver en grop. Observera kompakta skikt och hur genomtränglig alven är. Foto: Sara Furenhed.

Testa infiltrationen i din jord

Hur väl infiltrationen, det vill säga genomsläppligheten, fungerar påverkar dina växter och mikrolivet i jorden. Du kan själv göra test med ett rör med 15–20 cm i diameter och minst 10–15 cm högt som du trycker ner i jorden. Gör en markering och fyll på med vatten. Starta tidtagningen och observera hur vattnet sjunker. Mät igen efter en halvtimme eller längre hur många mm vattnet sjunkit. Ibland kan vattnet sjunka snabbt, gör då mätningen innan allt vatten i röret sjunkit ner.

Prova på olika nivåer i jorden och på olika platser. Jämför gärna odlingsytan med hjulspår och vändteg eller andra kompakta ytor. Det kan även vara intressant att jämföra med samma jordart på en orörd plats i anslutning till fältet. Infiltrationen ska helst vara mer än 4 mm per timme. Då sjunker regnet ner i profilen vid ett regn på till exempel 3 mm per timme. Om fältet har svackor dit vatten rinner behöver infiltrationen vara snabbare för att inte vattnet ska bli stående. Dräneringen måste vara i god ordning då större regnmängder kommer.



Du kan själv göra ett enkelt test som visar infiltrationen i din jord. Foto: Åsa Rölin.

Analys av icke önskvärda ämnen och skadegörare

Det kan uppstå situationer då du behöver ta reda på om det finns icke önskade ämnen i jord, gödsel eller bevattningsvatten. Ämnen som kan ha negativ påverkan på tillväxt och sundhet hos dina grödor. Du kan behöva ta analyser för att se ifall det finns rester av bekämpningsmedel, framförallt herbicider, eller tungmetaller och salt. Analys av olika jordburna sjukdomar, som till exempel klumprotsjuka (*Plasmodiophora brassicae*), kan också bli aktuellt.

Gödslingsplanering

En effektiv växtnäringsförsörjning i ekologisk odling av frilandsgrön-saker bygger på att du kombinerar olika gödslingsstrategier utifrån ett växtföljdsperspektiv. En viktig komponent i växtföljdsplaneringen är att göra upp en gödslingsplan. I gödslingsplanen utgår du från växtnäringsbehovet hos dina grödor och tar du hänsyn till leveransen av näring både från jordens egna förråd och från tillförda gödselmedel. Du kan läsa mer och om hur du kan använda växtnäringsbalanser för att fatta beslut om gödsling och för växtföljdsplanering i skriften Vaxtnäringsbalanser i ekologisk grönsaksodling utgiven av Jordbruksverket. En växtnäringsbalans är skillnaden mellan tillförd och bortförd växtnäring och kan göras både på gårds- och skiftesnivå. Beräkning av växtnäringsbalans tillsammans med markartering är viktiga verktyg vid gödslingsplanering.



Beräkningar av hur mycket växtnäring du för bort från gården är ett viktigt redskap för gödslingsplanering. Foto: Elisabeth Ögren.

Växtnäringsbalanser görs normalt för makronäringsämnena kväve, fosfor och kalium. Det kan även vara motiverat att göra en beräkning för andra ämnen som magnesium och kalcium om markkarteringen visar på obalanser i jorden. Det kan vara ganska stora skillnader när det gäller balansen mellan olika växtnäringsämnen i de gödselmedel som finns tillgängliga på marknaden. Därför kan det vara klokt att ta hänsyn till detta vid valet av gödselmedel för att undvika att ytterligare förstärka eventuella obalanser.

Du kan basera växtnäringsbehovet på den beräknade bortförseln av växtnäring i den förväntade skörden eller på det totala upptaget av växtnäring i grödan. I det senare fallet utgår du från växtnäringsbehovet för både skörd och skörderester. I båda fallen justerar du gödselgiva med hänsyn till förväntad skörd, förfrukt och jordens leveransförmåga.

Grönsaker tar upp mer växtnäring i plantan än vad som förs bort med skörden. Växten måste ha tillgång till all den näring som hela plantan behöver, inte bara till det som ska skördas. För att uppnå en bibehållen mullhalt bör du tillföra lika mycket kväve via kvävefixering och gödsel som grödorna för bort med skörd plus kväveförluster i växtföljden. Du behöver inte tillföra gödsel varje år. Om leveransen av växtnäring från markens förråd och förfrukt är god räcker det med att tillföra mindre än vad som förs bort med grödan. Men är markens leveransförmåga svag måste du gödsla för hela plantans behov och balansera överskottet senare i växtföljden.



Om jordens leveransförmåga är svag kan du behöva gödsla för hela grödans växtnäringsbehov.
Foto: Åsa Rölin.

Om du ska börja odla grönsaker på skiften som tidigare bara har använts för spannmålsodling behöver du i regel tillföra mer växtnäring än vad grödan behöver, främst i form av stallgödsel för att öka omsättningen i

jorden. Då är det extra viktigt att också förbereda jorden genom att odla grüngödsling.

Om jorden har underskott av något ämne bör din gödsling i växtföljden vara i överskott för att öka innehållet i jorden. Oftast är det bättre för växterna och miljön att tillföra växtnäring upprepade gånger i mindre givor under växtföljden än att ge några få och stora givor. Följ upp hur din växtnäringsförsörjning fungerar genom mätning av skördens storlek och kvalitet, studier av rotsystem, nollrutor och analyser av växt och jord.

Frågelista och arbetsgång vid gödslingsplanering

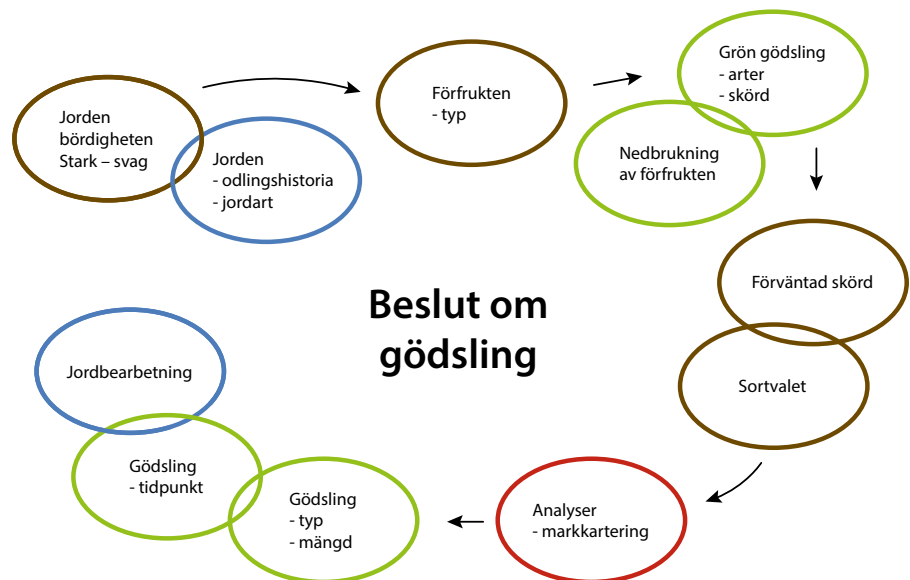
Det är många faktorer som påverkar vad dina grödor har för behov. Du kan ta hjälp av frågelistan i rutan nedan. När du planerar för en enskild gröda är det viktigt att samtidigt ha hela växtföljden i åtanke. Odla du i mindre skala med många grödor kan du gruppera dem i växtföljden utifrån familjetillhörighet och växtnäringsbehov och behandla dem som en enhet i gödslingsplaneringen.

Frågelista vid gödslingsplanering

- Hur har det växt på skiftet tidigare? Fungerar dräneringen? Kommer du att kunna vattna?
- Vad är det för jordart och mullhalt? Vad säger markkarteringen? Behöver du åtgärda pH med kalkning?
- Vad är det för odlingshistoria och förfrukt? Finns det kvarlämnade skörderester eller mellangröda?
- När var det en kvävefixerande gröda på skiftet senast och hur växte den?
- Har du tillfört stallgödsel regelbundet på skiftet?
- Vad kan du förvänta för växtnäringsleverans från jorden?
- Vad ska du odla för gröda? Har den planerade sorten några speciella behov?
- Vilken skördenivå och kvalitet förväntar du dig?
- Bedöm behov av olika växtnäringsämnen som kväve, fosfor, kalium, magnesium, svavel och kalcium.
- Vilka gödselmedel har du tillgång till?
- Komponera ihop gödselmedel som täcker behovet minus förväntad leverans från jorden så väl som möjligt.
- Behöver du komplettera redan valda gödselmedel med tillförsel av bor eller andra mikronäringsämnen?
- Bestäm mängd, tidpunkt och spridningssätt för de gödselmedel som du ska tillföra. Finns det behov av att dela givan? När behöver du sprida eventuella mikronäringsämnen?

Flödesschema för gödslingsplanering

En grupp av erfarna grönsaksodlare med ekologisk produktion har satt samman ett flödesschema som beskriver hur processen fram till beslut om gödsling ser ut, se figur 4. Schemat beskriver vilka faktorer odlarna tar hänsyn till och i vilken ordning de oftast ligger till grund för det slutliga beslutet om gödsling. Faktorerna var många och kom i följande ordning; Jorden, bördighet, odlingshistoria, jordart → Förfrukt, nedbrukning av förfrukt, gröngödsling → Förväntad skörd, sortval → Analyser → Gödsling typ, mängd, tidpunkt → Jordbearbetning. Läs mer om gruppens erfarenheter i skriften *Utnyttja växtnäringen bättre i ekologisk odling av vitkål och morot*, utgiven av Jordbruksverket.



Figur 4. Flödesschema för beslut om gödsling.



En bra förfrukt minskar behovet av gödsling i efterföljande gröda. Foto: Elisabeth Ögren.

Odlarna utgår först från jorden när de ska fatta beslut om gödsling, om jorden är stark eller svag, och hur det fungerade sist när de odlade den aktuella grödan på skiftet. För att få en bild av odlingshistorian på skiftet tittar de 10–15 år bakåt i tiden. De försöker se växtföljden som en helhet, inte som enskilda grödor, och har målet att jordens bördighet ska öka. Inför beslut om gödsling är de senaste årens odlingshistoria mest avgörande. De tar stor hänsyn till förfrukten, vilken gröda det var, hur den utvecklades och när de brukade ner den. En bra förfrukt minskar behovet av gödsling.

Nästa steg är att beräkna rimlig skördenivå utifrån de förhållanden som råder på skiftet. Valet av sort kan också påverka beslutet om gödsling. De använder jordanalyser och i viss mån även växtanalyser som stöd. Tillgången på gödsel kan också påverka de beslut som tas. De lyfter fram vikten av att tillföra tillräckligt med kalium i växtföljder med mycket grönsaker.

Efter gruppens gemensamma arbete kring växtnäringsfrågor har de generellt tidigarelagt tidpunkten för gödsling. Sist i flödesschemat finns jordbearbetning eftersom de menar att bearbetning kan ses som en gödslingsåtgärd. Genom att luckra och bearbeta jorden ökar möjligheten att växtnäring frigörs från jord, växtrester och gödsel.



Bevattning påverkar grödans upptagningsförlöpp och underlättar nedbrytningen av organiska gödselmedel. Foto: Elisabeth Ögren.

Delad giva

Genom att dela upp gödselgivan i 2 eller flera givor har du möjlighet att styra tillförseln av framförallt kväve under kulturtiden. Det är mest intressant att dela givan i grödor med grunda rotsystem och/eller lång utvecklingstid och kraftig tillväxt mot slutet av kulturtiden. Delad giva ökar precisionen och minskar risken för läckage och lyxkonsumtion, att grödan ta upp mer än den behöver.

Upptagningsförloppet av kväve under kulturtiden kan ligga till grund för beslut om delad giva och lämplig tidpunkt, *se tabell 10*. Nivåerna i tabellen bör dock endast ses som riktlinjer och förståelse för skillnaden mellan olika grödor. Upptagningsförloppet påverkas av en rad faktorer, bland annat sortens utvecklingstid, tidpunkten under odlingsäsong, årsmån och odlingstekniska åtgärder som exempelvis bevattning.

Om du delar givan och planerar att gödsla under växtsäsong är det viktigt att ta reda på om gödselmedlet är tillåtet att använda i växande gröda med ätliga växtdelar. De restriktioner som finns är till för att undvika att bakterier eller andra ämnen som är skadliga för människan sprids med maten. Exempelvis finns det restriktioner för tillförsel av färsk gödsel och animaliska biprodukter. Läs noga aktuell information från tillverkare av gödselmedlen, regelverket för ekologisk produktion och andra regler som gäller spridning av gödselmedel.

Vid delad giva är det viktigt att inte sprida för sent och att välja gödselmedel som har en hög andel lättomsättbart kväve. Organiska gödselmedel måste omsättas i marken innan kväve och andra organiskt bundna näringsämnen blir tillgängliga för växten. Sprid tilläggsgivor av organisk gödsel så att den hinner bli tillgänglig för växten och undvik gasformiga förluster till exempel genom myllning. Sen spridning av gödselmedel med långsam frigörelse av kväve kan bidra till läckage och därmed lågt kväveutnyttjande.

Gödselmedel

Det finns flera olika typer av organiska gödselmedel som är möjliga att använda i ekologisk odling av frilandsgroänsaker. De vanligaste är stallgödsel från olika djurslag och gröngödsling men även olika typer av restprodukter från livsmedelstillverkning. Definitionen på ett organiskt gödselmedel är att det har sitt ursprung i växt- eller djurriket och innehåller därmed kol (C). Att ett gödselmedel är organiskt betyder däremot inte att all näring i gödselmedlet är bundet i organiska föreningar. Växt-

näringsinnehåll i organiska gödselmedel varierar beroende på ursprung och hantering. Det är viktigt att du vid val av gödselmedel tar reda på innehåll av alla växtnäringsämnen. Växla gärna mellan olika gödselmedel eftersom proportionerna mellan växtnäringsämnena kan skilja mycket beroende på gödselmedlets ursprung. Du ska följa samtliga bestämmelser om växtnäring i svensk miljölagstiftning, se Jordbruksverkets webbsida för information om vilka mängder och spridningstidpunkter som gäller för olika gödselmedel inom ditt område.

Näringsinnehållet i ett organiskt gödselmedel överensstämmer inte alltid med hur stor andel av näringen i gödselmedlen som frigörs under odlingssäsongen. Det säger inte heller något om i vilken takt näringen kommer att frigöras. När du brukar ner organiska gödselmedel i jorden karakteriseras näringsfrigörelsen oftast av en snabb fas följt av en långsammare fas. I fält är den snabba näringsfrigörelsen över på några månader. Under flera år efter tillförseln omsätts dock materialet i snabbare takt än jordens ursprungliga organiska pool. Efterverkan är störst året efter gödsling. Efterverkans storlek beroende på gödselmedlets egenskaper och miljön i jorden och kan variera från ingen efterverkan upp till 20 procent av den mängd du tillförde första året. Tillför du stallgödsel under flera år kan du räkna med en efterverkan på 10–20 kg kväve per hektar och år.

Kväve och fosfor förekommer i både organisk och oorganisk form vilket komplicerar frigörelseförloppet. Den kortsiktiga frigörelsen av kväve från delvis omsatta gödselmedel som stallgödsel, kompost och rötrest motsvaras ofta ganska väl av innehållet av ammoniumkväve.

Hur stor del av växtnäringen i organiska gödselmedel som frigörs under den första halvan av odlingssäsongen beror på flera faktorer. Nedbrytningshastigheten påverkas av temperatur, fukthalt och syretillgång. Gödselmedlets kol/kvävekquot, C/N-kvot, inverkar också på hur snabb nedbrytning blir.

Förhållandet mellan kol och kväve påverkar frigörelsen av kväve

Andelen kväve som frigörs från organiska gödselmedel varierar mycket och beror på flera olika faktorer. En viktig faktor är proportionen mellan kol och kväve, den så kallade C/N-kvoten. Generellt gäller att ju högre kvot desto lägre kvävefrigörelse. Halmrik gödsel innehåller mycket kol och har en förhållandevis hög C/N-kvot. Hästgödsel och vissa kompostmaterial med C/N-kvoter på 12–14 ger mycket liten kvävegödslingseffekt på kort sikt, ofta under 10 procent. Du bör inte sprida fastgödsel och



Stallgödsel och restprodukter från livsmedelsindustrin är exempel på organiska gödselmedel. Foto: Pauliina Jonsson.



Djupströgödsel har en hög C/N-kvot.
Foto: Elisabeth Ögren.

kompost med hög C/N-kvot kort innan grödans kväueupptag. Det är ofta fördelaktigt att sprida sådan gödsel på hösten, om miljöreglerna tillåter det, alternativt kompostera den före spridning.

Gödselmedel som innehåller mycket kväve och som har en låg C/N-kvot har överskott på kväve för mikroorganismerna. Kvävet kommer då att frigöras snabbt efter nedbrukning.

I ett krukförsök med rajgräs kunde man visa ett starkt samband mellan C/N-kvoten och de båda parametrarna MFE och MFEorg. MFE (mineral nitrogen fertilizer equivalent) motsvarar hur stor del av det totala innehållet av kväve i gödselmedlet som har samma växttillgänglighet som mineralgödselkväve. MFEorg motsvarar hur stor del av det organiskt bundna kvävet som har samma växttillgänglighet som mineralgödselkväve. I försöket minskade MFE för organiska gödselmedel med 5 procent för varje enhet som C/N-kvoten ökade.

I tabell 14 finns en beskrivning av sambandet mellan C/N-kvot och förväntat gödselvärde under det första året efter spridning, uttryckt i procent av gödselmedlets innehåll av totalkväve. Kväveeffekten beskrivs här i relation till mineralgödselvärdet, där mineralgödselns kväveeffekt beräknas vara 100 procent. Uppgifterna visar ett tydligt samband med C/N-kvoten, ju lägre kvot desto högre gödselvärde kan vi förvänta oss första året efter spridning.

Tabell 14. Andel av kvävet som blir växttillgängligt under det första året efter spridning vid olika C/N-kvoter i organisk gödsel. Källa: Att sprida organiska gödselmedel

C/N-kvot	Mineralgödselvärde, % av totalkväve
1–2	80
3–4	70
5–6	60
7–8	50
9–10	40
11–12	30
13–14	20

C/N-kvoten varierar kraftigt mellan olika material som du kan använda som gödselmedel eller för att höja mängden organiskt material i jorden. Tabell 15 visar variationer i C/N-kvoten i stallgödsel och andra typer av organiskt material.

Tabell 15. Exempel på C/N-kvot i stallgödsel och andra typer av organiskt material.
Källa: Kompostering, en handledning om kompostering på gårdsnivå,
Jordbruksinformation 13, 2019

Material med olika halt av kol och kväve, C/N-kvot	
Material	C/N-kvot
Svinflytgödsel ¹	5–7
Nötflytgödsel ¹	7–11
Kycklinggödsel ¹	7–11
Grönmassa ²	7
Bryggeriavfall ³	14
Baljväxthö ²	15
Tång ⁴	16
Grönsaksavfall ⁴	16
Gräsklipp ^{2,3}	15–20
Klövergräs-blandning ⁴	17
Köksavfall ²	23
Frukt ²	30
Halmrik fastgödsel ²	30
Vass, färsk ⁴	36
Ängshö ⁴	37
Löv ²	50
Havrehalm ²	50
Vass, gammal ⁴	56
Råghalm ²	65
Bark ²	70–100
Vetehalm ²	125
Sågspån, multnad ³	200
Sågspån, färsk ³	500

Källor: ¹Delin & Engström, 2014; ²Alm, m.fl., 1997; ³Hall & Tolhurst, 2006; ⁴Daverkosen, Haaland & Sylvest, 2015

Danska försök med 20 olika ekologiska gödselmedel visade generellt en snabb mineralisering strax efter tillförsel av gödselmedlet. Redan efter 1 vecka kan upp till 60–80 procent av det totala kvävet återfinnas i jorden i form av mineralkväve. Störst andel mineralkväve frigörs när gödselmedlet har högt kväveinnehåll och låg C/N-kvot. Kvoten är en viktig faktor för mineraliseringshastigheten. Ett gödselmedel med en C/N-kvot under 10 kan förväntas ge en snabb mineralisering, enligt de danska forskarna. Temperaturen påverkar också mineraliseringens hastighet. Vid lägre temperatur kan mineraliseringen förskjutas med upp till 14-dagar för gödselmedlen med den snabbaste mineraliseringen.

Tillgängligheten av kväve påverkas också av i vilken typ av organiska föreningar kolet återfinns. Om kolet är bundet i organiska föreningar



Det kan bli tillfällig kvävebrist om du brukar ner halmrik gödsel i jorden. Foto: Elisabeth Ögren.

som bryts ner långsamt kommer också kvävet i dessa föreningar att frigöras i en långsam takt.

Växtmaterial som halm innehåller mycket kol och har en hög C/N-kvot. Halmrik gödsel och kompost innehåller också mycket kol. Det gynnar mikroorganismer som tar upp ammoniumkväve från jord och gödsel. De behöver då extra kväve för att omsätta halmen. Om du inte tillför kväve använder mikroorganismerna istället det kväve som frigörs från jordens egna förråd vid nedbrytningen av halmen. Då kan det uppstå tillfällig kvävebrist. Sågspån har också hög C/N-kvot men kolet är bundet i mer svåromsättbara föreningar jämfört med i halm. Det innebär att omsättningshastigheten blir lägre och därmed blir risken för akut kvävebrist inte lika stor.

Fosfor i organiska gödselmedel

Fosfor kan förekomma både i organisk och oorganisk form i jord och gödsel. Vilken fosforeffekt ett gödselmedel har under det första året efter spridning beror på hur stor andel av fosfor som är bunden i organisk form eller i olika kemiska föreningar. Gödselns pH-effekt på jorden spelar också in. Den oorganiska andelen är cirka 90 procent i flytgödsel och 50–80 procent i fastgödsel. Under det första året efter spridning är fosforeffekten från organiska gödselmedel vanligtvis hälften så stor jämfört med mineralgödsel. Under första året efter spridning är den beräknade fosforeffekten för stallgödsel 60–70 procent. På lång sikt är dock fosfor i stallgödsel lika tillgänglig som i mineralgödsel.

Restriktion för spridning av fosfor via organiska gödselmedel

Det finns restriktioner för hur mycket fosfor som det är tillåtet att sprida via stallgödsel och andra organiska gödselmedel. Det är inte tillåtet att sprida större mängder organisk gödsel än vad som motsvarar 22 kg totalfosfor per hektar spridningsareal och år. Den maximala givan beräknas som ett genomsnitt på hela spridningsarealen under en femårsperiod. För att marken ska räknas som spridningsareal måste du ha spridit gödsel på den någon gång under femårsperioden.

Restriktionen gäller för hela landet.

Den organiskt bundna fosfor måste, liksom kvävet, mineraliseras för att bli tillgänglig för växternas rötter. En svensk studie visade att den kortsiktiga effekten av fosfor i nötflytgödsel och kycklinggödsel var 59 respektive 64 procent i jämförelse med motsvarande mängd fosfor i mineralgödselmedel, det så kallade mineralgödselvärdet.

I studien ingick även ett antal andra gödselmedel som är tillåtna att använda i ekologisk odling. Den kortsiktiga effekten var lägst för benmjöl, 44 procent, jämfört med motsvarande mängd fosfor i mineralgödselmedel. För köttmjöl var motsvarande värde 60 procent. Rötrest av slakteriavfall respektive rötrest från växtbaserat substrat gav ett mineralgödselvärde på 64 respektive 67 procent.

Kalium och svavel i organiska gödselmedel

I ett rent organiskt gödselmedel är i princip allt kalium växttillgängligt eftersom det inte är bundet i några organiska föreningar. Tillgängligheten av kalium är därmed likvärdig med tillgängligheten av kalium mineralgödsel.

Svavlets kretslopp liknar däremot kvävet kretslopp. En stor del av svavlet i marken är bundet i organiska föreningar och finns i material som skörderester 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 grödan. Det innebär att svavlet, liksom kvävet, i organiska gödselmedel även ger en långtidseffekt. Den långsiktiga mineraliseringen av svavel och kväve från stallgödsel beräknas ske i förhållande 1:10. I svavelhaltig mineralgödsel ingår svavel i lättillgänglig form, sulfat, tillsammans med kalium och magnesium.

I och med att svavelnedfallet har minskat har behovet av att gödsla med svavel ökat. Bland grönsaksgrödorna har kålväxter och lökväxter en särställning när det gäller svavel. Båda grupperna innehåller föreningar som är speciellt svavelrika.

Stallgödsel

Det faktiska växtnäringsinnehållet i stallgödsel kan variera en hel del från gård till gård beroende på foderstat, stallsystem, strömedelsanvändning, gödselhantering och vatteninblandning. Uppgifterna i tabell 16 avser konventionell gödsel. Växtnäringsinnehållet i ekologisk gödsel kan skilja från dessa siffror bland annat på grund av annan utfodring. Erfarenheter från praktiken säger att till exempel svavelvärdet kan vara lägre i ekologisk gödsel jämfört med konventionell gödsel.



Kål- och lökväxter är speciellt beroende av svavel eftersom de innehåller svavelrika föreningar. Foto: Elisabeth Ögren.

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 intensiv djurhållning. I den svenska tillämpningen är det inte tillåtet med gödsel från:

- konventionell uppfödning av nöt i spaltgolvsboxar
- konventionella slaktsvinsbesättningar med mer än 50 slaktsvin i årlig produktion
- fjäderfä, pälsdjur eller andra djur i bur
- konventionella slaktskycklingar och andra slaktfåglar

Det är dock tillåtet med stallgödsel från integrerad produktion av nötkreatur där ungdjur går på spalt och gödsel från slaktsvinsbesättningar med ströbädd i storboxsystem. Det är också tillåtet med gödsel från kaniner i bur om djuren inte hålls för pälsproduktion. Även gödsel från besättningar med slaktskycklingar 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.

Se den senaste versionen av Nationella riktlinjer för ekologisk produktion och regelverket för din certifiering, för eventuella ändringar.



I ekologisk produktion ska du helst använda stallgödsel från ekologisk djurhållning. I förgrunden 1 år komposterad djupströbädd från nötkreatur och i bakgrunden färsk stallgödsel. Foto: Sara Furenhed.

Tabell 16. Näringsinnehåll i stallgödsel, kg per 10 ton våtvikt. Källa:
Rekommendationer för gödsling och kalkning 2020, Jordbruksinformation 12-2019

	Tot N	Varav NH ₄ -N	P	K	Mg	S	Ca	B	Cu
Fastgödsel nöt	52	13	15	50	11	9	23	0,04	0,06
Fastgödsel svin	65	16	25	25	14	14	60	0,02	0,31
Fastgödsel höns 30 % ts	150	90	41	65					
Fastgödsel höns 60 % ts	275	110	88	140					
Djupströgödsel nöt	54	5,4	15	100					
Djupströgödsel svin	48	4,8	15	45					
Djupströgödsel häst	49	4,9	15	100					
Djupströgödsel får	95	9,5	15	200					
Ströbäddsgödsel slaktkyckling	380	76	86	170					
Urin, nöt täckt behållare	35	31,5	< 1	50					
Flytgödsel nöt 9 % ts	43	21,5	6	38	6	6	14	0,03	0,04

Den kortsiktiga kväveeffekten av stallgödsel påverkas av vilka former kvävet finns lagrat i. Flytgödsel och urin har ett högt innehåll av lättillgängligt kväve i form av ammonium och ger därmed en förhållandevis snabb kväveeffekt. I fastgödsel är en större andel av kvävet bundet i organisk form vilket innebär att mindre kväve frigörs på kort sikt. I kycklinggödsel omvandlas en stor del av det organiskt bundna kvävet till ammonium efter spridning. Kycklinggödsel ger därför en snabbare kväveeffekt jämfört med andra fastgödselslag. I bilaga 1 kan du se proportioner mellan olika kväveformer i organisk gödsel.

Förlusterna av kväve från stallgödsel är ofta större än förlusterna av andra växtnäringsämnen under lagring, hantering och spridning. Vid vårspridning är spridningsförlusterna av ammoniumkväve i storleksordningen 10 procent för flytgödsel till 20 procent för fastgödsel och urin om du brukar ner i nära anslutning till spridning. Om du inte brukar ner gödseln direkt blir förlusterna högre. Det är lagkrav på nedbrukning inom 4 timmar i vissa områden.

Hästgödsel

Hästgödsel är en värdefull resurs som kan finnas även i områden där det inte finns någon djurproduktion nära en tätort. Oftast innehåller gödseln mycket strö, vilket gör att det är stora volymer att hantera samt att C/N-kvoten kan vara hög. Halm, spån, torv och även papper förekommer som strömedel. Torv binder mest vätska därefter halm och sist sågspån. Kväveförlusterna från gödseln är minst när torv används som strö eftersom det då blir mindre förluster av ammoniak i stallet och på lagringsplatsen.



Med torv som strömedel minskar förlusterna av ammoniak. Foto: Elisabeth Ögren.

Försök hos Jordbrukstekniska institutet med kompostering av hästgödsel visade att förlusten av ammoniak är förhållandevis låg. Om halm eller spån användes som strömedel var förlusterna mellan 3–11 procent. Med torv blev förlusterna mycket små, bara 0,2 procent. Det är under de första 1–2 veckorna av komposteringen som den största ammoniakavgången sker. I hästgödsel ligger torrsubstanshalt normalt kring 30–35 procent men kan variera mellan 25 och 70 procent.

Spån av lövträd bryts ner fortare än från barrträd. Terpener från barrträd är inte giftigt för marken men kan i större mängder störa groningen av små frön. Färska spån eller dåligt komposterade spån har hög C/N-kvot och kan orsaka kvävebrist då de myllas ned i jorden utan tillräcklig tillgång till kväve.

I Finland gjordes en gödslingsstudie 2002 med hästgödsel med torv som strömedel. Grödor var morot, potatis, frilandsgurka, sallat och vitkål. Forskarna konstaterade att hästgödsel fungerade bättre än nötgödseln och både bättre och sämre än mineralgödsel. De konstaterar att torvströ kan ha haft en positiv effekt på jordstrukturen som bidragit till det bättre resultatet än nötgödseln. Den hygieniska kvalitén i grönsakerna var bra när de gödslats med både hästgödsel och mineralgödsel medan de kunde finna mikrober från nötgödsel i små mängder. Det var ingen skillnad i grönsakernas smak mellan de 3 gödseltyperna. De konstaterade att med torvströ räckte det med 1 månad kompostering före spridning medan vid användning av träspån måste gödseln komposteras längre.

Läs mer i Hästgödsel - En naturlig resurs, utgiven av Jordbruksverket.

Kompost

Kompostering är ett sätt att ta tillvara på lokala resurser. Tillförsel av kompost ökar markens innehåll av växtnäring och organiskt material. Kompostering är en syrekrävande process där organiskt material bryts ner och till slut omvandlas till svärnedbrytbara kolföreningar. Biologiska krav för att kompostering ska ske spontant är en torrsubstanshalt på mellan 20 och 50 procent med ett optimum på 30–40 procent. C/N-kvoten bör ligga runt 25–35 för att ge en snabb kompostering. Men var den optimala C/N-kvoten ligger beror även på kolkällans tillgänglighet. Lättillgängliga kolkällor är till exempel socker och stärkelse. Cellulosa, hemicellulosa och pektin intar ett mellanläge, medan lignin, vissa fetter, harts och vaxer är mindre lättillgängliga kolkällor. Vid en för hög C/N-kvot, över 50, avgår koldioxid tills en kvot på mellan 40 och 50 har uppnåtts. Kom-

postering startar då och fortsätter sedan normalt. Om C/N-kvoten är för låg avgår ammoniak istället.

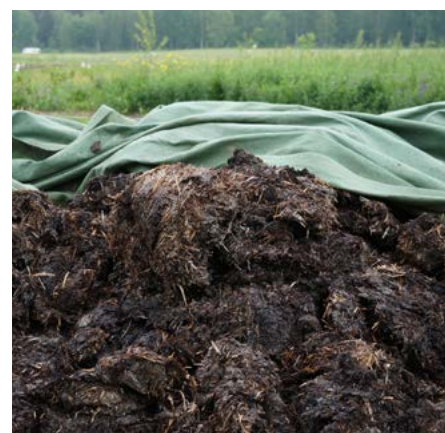
Om du inte sprider komposten innan den är färdig fortsätter C/N-kvoten sjunka ner till markens egen C/N-kvot på runt 10–15 och den tillgängliga energin i materialet tagit slut. Kvar finns då endast mer svårnedbrytbara kolföreningar som till exempel lignin och humus. Växtnäring som finns bundet i dessa föreningar är svårtillgänglig för växterna. Komposten får en smulig struktur och luktar jord. Allt organiskt material är angripet eller nedbrutet.

Kompostering är en aerob process och måste därför ha tillgång till syre. Under komposteringsprocessen stiger temperaturen upp till mellan 40–70°C. Optimal temperatur för snabb omsättning är omkring 45–55°C. De flesta ogräsfrön mister gröningsförmågan vid temperaturer över 60°C. Flyghavrekärnor kan i vissa fall överleva komposteringen. Effektiv hygienisering av exempelvis patogener sker i regel mellan 60–70°C.

Genom kompostering av stallgödsel med strö blir spridningsegenskaperna bättre samtidigt som gödseln blir mer homogen och den totala mängden gödsel minskar. Därigenom ökar också koncentrationen av fosfor, kalium och mikronäringsämnen. Nackdelen är att kväve försvinner, i huvudsak via ammoniakavgång. Kompost innehåller därför en mycket liten andel lättillgängligt kväve. Under processen avgår även koldioxid och vatten. Ur kvävehushållningssynpunkt är kompostering av stallgödsel ett sämre alternativ än flytgödselhantering. Vid kompostering kan man förlora upp till cirka hälften av totalkvävet i stallgödseln genom ammoniakavgång samt även upp till hälften av det organiska materialet. Däremot försvinner inte något av fosforinnehållet i komposten om inte komposten är utsatt för ytavrinning. Kalium kan förloras i och med att kalium lätt lakas ut. Efter den första värmefasen bör du därför täcka komposten för att undvika lakvatten och växtnäringsförluster. Täck gärna med exempelvis en Toptexduk som andas. Täckning förhindrar också att ogräs växer och fröar av sig på högen.

Om du ska köpa in större mängder gödsel med strö, spån eller växtmaterial för kompostering bör du göra en riskbedömning av eventuella oönskade ämnen i materialet. Det kan bli aktuellt med analys av tungmetaller. Kadmium eller andra tungmetaller kan bli begränsande för mängden kompost som du kan sprida på jorden. Tungmetaller kan finnas i växter och träd, framförallt om det vuxit på marker med lågt pH eller nära trafikerade vägar.

Läs mer om kompostering i häftet Kompostering, en handledning om kompostering på gårdsnivå, utgiven av Jordbruksverket.



Genom att täcka komposten med en genomsläpplig duk minskar risken att kalium lakas ut. Foto: Elisabeth Ögren.



Den totala kvävefixeringen minskar när det avslagna materialet ligger kvar på gröngödslingen. Foto: Åsa Rölin.

Gödsling med grönmassa

Finhackat klövergräs, lucern eller annan grönmassa är möjligt att använda som gödselmedel. Det kan vara ett alternativ när det inte finns avsättning till foder eller biogas. Att endast slå av gröngödslingen och låta resterna ligga kan innebära att en mindre mängd kväve fixeras på fältet jämfört med om du skördar materialet. Det avslagna materialet kan även kväva och försämma återväxten. Gasformiga förluster av kväve till luften kan ske från det avslagna materialet.

Resultat från ett svenskt forskningsprojekt visar att det kan gå att åstadkomma ökad kvävefixering, bättre kvävebalans, minskade utsläpp av koldioxid samt produktion av bioenergi då en vall skördas till ensilage eller rötning istället för att ligga kvar på åkern efter avslagning. Den totala kvävefixering ökar när en gröngödsling med kvävefixerande växter skördas. Bortförande av grönmassa minskar risken för utlakning och gasförluster av kväve. Strategisk omfördelning av grönmassa kan därför förbättra hållbarheten i jordbruket. Hur praktiskt genomförbar strategisk omfördelning av grönmassa är på ett lantbruk beror bland annat på arbets-, kostnads- och energiåtgång för skörd och transport av materialet.

Än så länge har det varit en mycket begränsad användning av grönmassa som gödselmedel i kommersiell ekologisk odling trots att det diskuterades redan på 80-talet. En nackdel med grönmassa är att det är mycket material som ska flyttas vilket kräver energi och tar tid att både samla in, eventuellt lagra och sprida. En fördel med mobil grönmassa är att det går att flytta växtnäring mellan åkrar, till exempel från en åker med bra näringstillstånd till en åker med sämre innehåll av växtnäring. Det kan också vara ett sätt att förbättra de åkrar som ingår i grönsaksväxtföljden som i gamla tider, "Äng är åkers moder". Systemet kallas på engelska "Cut and carry". Kväveverkan av materialet beror bland annat på grönmassans C/N-kvot. Du kan sprida och mylla in grönmassa före sådd och plantering, eller spridas och fräsa ned den mellan raderna under växtsäsong. Du kan även använda grönmassa som marktäckning.



Plantering genom ett marktäcke av färsk grönmassa med systemet Mulchtec. Foto: Johan Ascard.

I det danska projektet Doublecrop har forskare visat att det går att få fram mobil grönmassa som innehåller upp till 400 kg kväve per hektar. Verkan av grönmassa kan jämföras med hönsgödsel. Grönmassa kan användas färsk, ensilerad, komposterad eller torkad. Utifrån de försök som gjorts är färsk eller ensilerad grönmassa att föredra. Risken för kväveförluster är större vid kompostering och kostnad och energiåtgång är större vid torkning. Torkade pellets av grönmassa kan dock vara intressanta i kapitalintensiva grödor för att de är lätta att hantera och finns att köpa på marknaden.

Färsk grönmassa

I Danmark har en större grönsaksodling experimenterat med färsk grönmassa med bra resultat i majs, lök och rotselleri. Odlingen var plöjningsfri med bäddar om 2,18 m med fasta körspår och GPS-positionering. De odlade grönmassa i remsor i grönsaksfältet för att minska transporterna. Klöver odlad på var fjärde bädd gav tillräcklig mängd grönmassa. Grönmassan snittades och spreds från klöverbädden med en ombyggd gödselspridare. Materialet spreds mellan raderna i växande gröda och frästes ner direkt efter utläggning. Efter 1 vecka syntes inte några rester av grönmassan. De slog av vallen och spred grönmassan 3 gånger under säsongen. En nackdel var att sniglar trivdes i gröngödslingen och spred sig in i grönsaksbäddarna. Gröngödslingen bestod av ren rödklöver eller rödklöver med lite rajgräs. För att få tillräckligt låg C/N-kvot i materialet bör gröngödslingen vara 20 cm hög, maximalt 30, när den skördas.



Selleri planterad i jord täckt av färsk grönmassa. Foto: Johan Ascard.

Ensilerad grönmassa

Babyleaf har en kort växtsäsong, grunda rötter och behöver snabbt ha tillgång till växtnäring. All växtnäring måste ut före sådd med hänsyn tagen till hygien. Gödsling med färsk obehandlad stallgödsel är inte ett bra val med tanke på hygien. I försök i Danmark 2017–2018 studerade forskarna en kombination av 3 olika gödselmedel - klövergräs, vinass och hönsgödselpellets. Det är en utmaning att sprida grönmassa så att den blir jämnt fördelad över hela bädden. Forskarna kom fram till att ensilaget måste vara hackat i mycket små bitar och ts-halten bör vara mellan 40 och 70 procent. Tidig skörd av grönmassan ger en lägre C/N-kvot och högre andel tillgängligt kväve. Om målet är en snabb gödslings-effekt ska C/N-kvoten i grönmassan vara så låg som möjligt, kring 10 enligt de danska försöken. Det innebär att grönmassa till ensilage ska skördas före blomning. I praktiken går det att likställa låg C/N-kvot med högt fodervärde. En vanlig foderanalys kan vara ett bra sätt att få en bild av grönmassans innehåll.

Andra skörden av spenat gödslades med 4,5 ton vitklöverensilage. En kalkyl visade att ensilage vid en skörd av 6,5 ton ts per hektar ger en kostnad på 28 kr per kg kväve. Användning av ensilage gav också möjlighet att få tillgång till helt ekologisk gödsel.



Skörd av grönmassa för ensilering. Foto: Åsa Rölin.



Kompost av grönmassa. När grönmassa komposterar blir kväveförlusterna högre än när materialet ensilerar. Foto: Elisabeth Ögren.

Försök vid Århus universitet i Danmark har jämfört komposterad och ensilerad grönmassa av klövergräs och lucern. Vid komposteringen blandades grönmassan med snittad halm i proportionen 4:1. Vid tillförsel till vårkorn var kväveverkan från ensilage mellan 32 och 48 procent och från kompost 13–22 procent. En stark koppling finns mellan C/N-kvoten i materialet och kväveverkan. Ju lägre C/N-kvot desto högre kväveverkan. Kväveförluster under komposteringsprocessen var mellan 18 och 30 procent, men betydligt lägre vid ensileringen. I försöken sågs inga skillnader på gödselverkan om ensilaget plöjdes eller harvades in före sådd av vårkorn. Ensilage är surt vilket minskar risken för ammoniakförluster.

I ett annat försök med tillförsel av ensilage till växande råg uppstod brännskador och ingen avkastningsökning. Forskarna tror det beror på att organiska syror i ensilaget varit skadliga och de avråder från att sprida ensilage direkt på växande gröda.

Ett svenskt deltagardrivet projekt studerade olika metoder för användning av grüngödsling i ekologisk vitkålodling. Även där uppstod brännskador på plantorna vid användning av ensilage, då som marktäckning i växande gröda. Odlingen var täckt med fiberduk vilket troligen förvärrade ammoniakskadorna från ensilaget.

Blå biomassa

I framtiden kan så kallad blå biomassa, olika produkter från havet, bli mer använda som gödselmedel. Detta är inget nytt inom lantbruket. Lantbrukare utmed våra kuster har tillbaka i tiden samlat tång och lägga ut på åkrarna som gödsel.

I danska försök gav havssallat, *Ulva lactuca*, som är en grönalg som växer i grunda vatten längs havsstränder motsvarande gödslingseffekt som hönsgödsel. Blåstång, *Fucus vesiculosus*, som har hög C/N-kvot, kan däremot orsaka fastläggning av kväve och därmed försämrade gödslingseffekt.

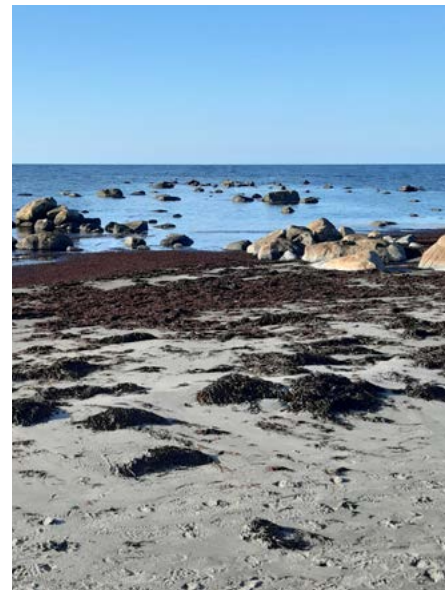
Vegan gödsling

Det finns intresse hos konsumenter och odlare för odling av grönsaker helt utan gödselmedel av animaliskt ursprung.

”Stockfree organic, free from animal inputs” är en certifiering för ekologisk odling utan animalier. I reglerna ingår att det inte får finnas djur, ägg eller foderproduktion på gården. Det är inte tillåtet att använda gödsel från djur eller andra gödselmedel med animaliskt ursprung eller från fisk. Det finns exempel på kommersiella gårdar Stockfree organic i Storbritannien där växtnäring produceras på den egna gården med baljväxter som gröngödsling, på exempelvis 70 procent av arealen. Konceptet bygger på att öka jordens bördighet. Även kompost från vegetabiliskt avfall används. Kompost av träflis från lähäckar fungerar som jordförbättringsmedel och tillförs till gröngödslingsgrödorna, i givor om cirka 25–35 ton per hektar.

En annan standard är Biocyclic vegan som liksom Stockfree organic har koppling till IFOAM:s regler. I regler för Biocyclic vegan ingår åtgärder för att öka jordens bördighet genom att tillföra organiskt material, kompost, gröngödsling, samodling, marktäckning och minimerad jordbearbetning. Det är viktigt med en stor biodiversitet. Inga tama djur ska finnas på gården men däremot rikt mikroliv, insekter, fåglar och vilda djur.

Danska forskare jobbar inom ett EU projekt, Climate-Veg, med grönsaksodling utan tillförsel av animalisk gödsel. Både med tanke på klimat och för att ekologisk produktion idag är beroende av växtnäring från konventionell djurproduktion. De undersöker gödselmedel som är växtbaserade, bidrar till kolinlagring, ökar fruktbarhet i jorden och som i de flesta fall kan produceras ekologiskt. Färsk grönmassa av klöver, lucern eller andra baljväxter är möjligt att producera på gården. Ensilerad grön-



Tång som samlas på kusten blir gödsel i odlingarna. Foto: Pauliina Jonsson.



Kompost av träflis på en gård certifierad enligt Stockfree organic. Foto: Elisabeth Ögren.



Hög mullhalt och god jordstruktur är helt avgörande för att skapa goda förutsättningar för rotfrukter och andra grönsakskulturer. Foto: Elisabeth Ögren.



En jord med stabila aggregat skapar goda förutsättningar för odling. Foto: Elisabeth Ögren.

gödsling kan lagras och användas då det inte finns färsk grönmassa. Grönmassa kan även torkas och pelleteras och är lättare att sprida men är en mer energikrävande gödsel. Blå biomassa, som exempelvis tång, kan torkas och lagras. Kompost av park eller trädgårdsavfall, fränsorterade grönsaker, grüngödsling med mera kan också lagras.

Effekt på mullhalt

I grönsaksodling är det speciellt viktigt att bibehålla en hög mullhalt. Grönsakskulturer har förhållandevis svaga rotsystem och är beroende av en god jordstruktur för att kunna ta upp växtnäring. Långliggande försök visar på högre mullhalt i led som gödslats med stallgödsel jämfört med handelsgödslade led. Det har betydelse för bland annat markens innehåll av kväve och fosfor eftersom dessa näringsämnen är knutna till markens mullhalt. Om du tillför organiska gödselmedel regelbundet under lång tid ökar kväveleveransen från markens med i storleksordningen 10 kg kväve per hektar och år.

I odlingssystem som är självförsörjande på foder till djuren återbördar stallgödseln det som tagits upp av växterna. Då är det främst kött eller mjölk som säljs bort från gården och merparten av det kol som bundits i foder stannar kvar på gården. På självförsörjande gårdar är det den fleråriga vallen som bygger upp markens mullhalt genom fotosyntesen då vallen fixerar koldioxid och omvandlar kolet till organiska substanser.

Stallgödsel påverkar även markens fysikaliska egenskaper. Mark som tillförs organiskt material har fler aggregat än mark utan tillförsel av organiskt material. Aggregaten stabiliseras av det organiska materialet som även stimulerar markens mikroorganismer. När markens mullhalt ökar, ökar också porvolymen. Det innebär en bättre vattenhållande förmåga och bättre genomluftning i marken. Motståndet för rötterna minskar och de får bättre möjlighet att växa på bredden och djupet.

Stallgödsel och kompost tillför stora mängder organiskt material, se tabell 17. Studien visar att vid tillförsel av 250 kg totalkväve per hektar i form av stallgödsel från nöt, med en ts-halt på 25 procent, blir tillförseln av organiskt material cirka 5,5 ton per hektar. Grönmassekompost med en ts-halt på 60 procent tillför cirka 4,5 ton organiskt material per hektar vid motsvarande giva av totalkväve. Kväveinnehållet och ts-halten varierar i stallgödsel och kompost, men siffrorna belyser ändå den stora mängd organiskt material som vi tillför jorden med dessa gödselslag jämfört med andra organiska gödselmedel som biogödsel och pelleterade produkter.

Tabell 17. Mängden tillfört organiskt material per hektar med olika typer av stallgödsel och grönmassekompost vid en gödselgiva på 250 kg totalkväve per hektar. Källa: Great soils, Mangagement for Horticulture, AHDB

Gödsel/kompost	Ts halt, %	Mängd, ton/ha	Organiskt material, ton/ha
Stallgödsel, nöt	25	42	5,5
Stallgödsel, slaktkyckling	60	8	2,5
Grönmassekompost	60	33	4,5
Kompost av grönmassa och matavfall	60	22	5,0

Kompost har vanligtvis ett högre innehåll av lignin än stallgödsel. Lignin är motståndskraftigt mot mikrobiell nedbrytning. Kompost ökar därmed innehållet av organiskt material i jorden snabbare än om du tillför samma mängd stallgödsel till jorden. Stallgödsel innehåller vanligtvis mer färskt organiskt material, i jämförelse med kompost, och stimulerar därmed den biologiska aktiviteten och ökar den mikrobiella biomassan i jorden.

Organiska gödselmedelsprodukter

Tillverkning av organiska gödselmedel som saluförs för användning i ekologisk odling ökar i omfattning och det sker en utveckling av antalet produkter, blandningar och formuleringar. I grönsaks- och potatisodling är det praktiskt att använda gödselpellets vid radgödsling och olika former av tilläggs-gödsling. De är ett komplement till lokala växt-näringskällor.

För att nå en bättre balans mellan innehållet i gödselmedlen och grödans behov kan du kombinera olika slags stallgödsel och restprodukter från livsmedelsindustrin i form av pelleterade och flytande gödselmedel. De har i regel höga växt-näringshalter och ges i givor i storleksordningen mellan 200 och 2 000 kg per hektar beroende på gödselmedel och användningsområde. Tillförseln av organiskt material blir då betydligt mindre än vid gödsling med stallgödsel med strö, kompost eller grönmassa.

Råvaror till pellets och mjöl kommer främst från restprodukter från animalie- och livsmedelsindustrin. Det ställs stora krav på bearbetningen av dessa produkter för att de ska få introduceras på marknaden och användas. Kött- och benmjöl kallas kategori 2-material och är tillverkat av sådana animaliska biprodukter som kräver särskild bearbetning innan de får spridas på mark. Materialet sönderdelas till en partikelstorlek på högst 50 mm. Hygienisering av materialet sker oftast via trycksterilisering upp till en kärntemperatur på mer än 133 °C i minst 20 minuter utan avbrott och vid ett tryck (absolut) på minst 3 bar.



Pelleterad organisk gödsel har högt växt-näringsinnehåll men tillför betydligt mindre organiskt material till marken än stallgödsel och kompost. Foto: Åsa Rölin.

Bearbetat animaliskt protein är alltid ett kategori 3-material. Några exempel är benmjöl, blodmjöl, fjädermjöl, borstmjöl, fiskmjöl och köttmjöl. De flesta av dessa används inte, av kostnadsskäl, som organiskt gödningsmedel. De används främst som foder till sällskapsdjur och pälsdjur. Företagen får ett godkännande för hygieniseringsmetod. En del material besiktigas av veterinär.

En stor del av de råvaror som ingår i organiska gödselmedel är animaliska restprodukter och importeras främst från de nordiska grannländerna. Tillverkning av pellets sker främst i Sverige men det förekommer även import av färdiga produkter. Foderindustrin till hund, katt och mink utgör den största konkurrenten om de animaliska restprodukterna vilket påverkar priset.

Det finns begränsningar för spridning av animaliska restprodukter i växande gröda av ätliga produkter och foder till djur. Läs noga på innehållsförteckning. Fråga din leverantör eller kontakta ditt kontrollorgan om du är osäker.

Villkor för spridning av gödselmedel med animaliskt ursprung

Gödselmedel med animaliskt ursprung får inte spridas i växande gröda på ett sätt så att gödselmedlet hamnar på ätliga växtdelar.

Med ätliga växtdelar i grönsaker och rotfrukter menas:

- Ovanjordiska växtdelar för sallat och andra bladgrönsaker som spenat och mangold, kryddor, kålväxter som exempelvis vitkål och blomkål, stjälselleri, lök, örter, bönor, blast på primörer som knippade grödor
- Underjordiska växtdelar för rotfrukter som exempelvis morot, palsternacka, rotselleri, rödbeta, kålrot och potatis

Kontrollera alltid gällande regelverk för detaljerad information om olika grödor och eventuella ändringar.

Vinass från jästindustrin eller kaliumsalt ingår som råvara i en del handelsprodukter för att öka kaliumhalten. När du behöver öka givan av kalium, magnesium och svavel är den vanligaste och minst kostsamma metoden att komplettera den organiska gödseln med ett oorganiskt gödselmedel som innehåller dessa ämnen.

Det finns i dagsläget (2020) ytterst få enbart växtbaserade gödselmedel. Prisbilden för växtbaserade produkter är högre då råvaran har ett högre pris eftersom den även används som foder.



Lucernpelllets. Foto: Elisabeth Ögren.

Snabb verkan

Flera av de handelsprodukter som idag finns på marknaden innehåller mycket växtnäring som börjar frigöras omedelbart efter nedbrukning, om förhållandena är goda. Redan efter några veckor kan en betydande andel av växtnäringen finnas tillgänglig för växterna. Torra produkter måste dock komma i kontakt med fuktig jord. Mylla därför gödseln direkt vid spridning. Det minskar även risken för ammoniakavgång.

Med hjälp av gödselmedlets C/N-kvoten kan du få en uppfattning om hur stor andel av kvävet som kan bli tillgängligt för grödan. I gödselmedel med låga C/N-kvoter på 1–5, kan 60–80 procent av gödselmedlets totala kväveinnehåll frigöras under det första året efter spridning. Som exempel har köttmjölspellets en C/N-kvot på cirka 4–5. Det kväve som finns i exempelvis köttbenmjöl, vinass och kycklinggödsel, och som blir växt-tillgängligt det första året, frigörs ofta inom 1–2 månader efter spridning.

I tabell 18 finns exempel på växtnäringsinnehållet i några KRAV-godkända eller tillåtetbedömda organiska gödselmedel 2020. Kontrollera alltid vilka gödselmedel som är tillåtna att använda i ekologisk produktion eftersom det kan variera år från år.

Tabell 18. Exempel på innehåll i KRAV-godkända eller tillåtetbedömda organiska gödselmedel 2020. Källa: respektive företag.

Råvaror	Innehåll i %						formulering
	tot N	P	K	Mg	S	Ca	
Animaliska biprodukter från konventionell och ekologisk slakteri- och livsmedels-industri (kat. 3)	14,5	0,3	0	0	2,2	0,4	pellets
Blodmjöl	13,7						pellets
Animaliska biprodukter från konventionell och ekologisk slakteri- och livsmedels-industri (kat. 2 & 3)	11	2,2	0,6	0,1	0,9	3,9	pellets
Animaliska biprodukter från konventionell och ekologisk slakteri- och livsmedels-industri (kat. 2)	10	2,6	1	0,2	0,5	4,4	pellets
Köttmjöl	9,3	4,1	0,4	0,2	0,6	8,6	pellets
Animaliska biprodukter från konventionell och ekologisk slakteri- och livsmedels-industri (kat. 2), kaliumsulfat, bor	8,8	2,1	5	0,5	2,2	2,4	pellets
Köttmjöl (kat. 3), biprodukter från jäst-industri	7,8	3,2	4,9	0,2	3,1	9,6	pellets
Animaliska biprodukter från konventionell och ekologisk slakteri- och livsmedels-industri (kat. 2), kaliumsulfat	6,1	2,4	12	0,1	7,3	4,9	pellets
Köttmjöl (kat. 3), vinass (biprodukt från jästindustri)	5,9	2,9	7,6	0,2	5,5	9,6	pellets
Komposterad höns gödsel från frigående höns	4-4,6	1,5	2,4	0,8	0,6	6,8	pellets
Fermenterade rester från sockertillverkning av sockerrör	11	0,16	3,7	0,32	1,2	1,3	granulat
Köttmjöl, fjädermjöl, hårmjöl, melass, vinass vindruvsmjöl från konventionell produktion	10	1,8	3,3	0,1		0,8	minikrosskorn
Benmjöl, köttmjöl, hovmjöl, kakaoskal, presskakor från vindruvskärnor	4	10	0				minigranulat
Animaliska biprodukter (kat. 3) från konventionell livsmedelsindustri	7,2	8,9	0,4	0,2	0,2	15,4	mjöl
Vinass (restprodukt från jästtillverkning)	4-4,6	0,1	4,3-4,7	0,1	2-3,5	0,4	flytande
Indunstad fruktsaft från potatisstärkelse-produktion	1,8 (varav NH4-N 0,5)	0,3	4,5	0,3	0,6		flytande

Innehållet i produkten ska stå på etiketten. Om det inte gör det bör du ta kontakt med leverantören. Råvaror till gödselmedlen kan komma från både ekologisk och konventionell produktion. En del råvaror är producerade i Europa och andra världsdelar. Vilka och hur långväga råvaror du vill sprida på din jord är något du eller dina kunder också kan välja att ta hänsyn till vid val av ett KRAV-godkänt eller tillåtetbedömt gödselmedel.

Biogödsel

Biogödsel kallas det flytande gödselmedel som bildas efter rötning i en biogasanläggning. I anläggningen rötas olika typer av organiskt material som stallgödsel, växtmaterial, rester från livsmedelsindustri och matavfall. Sedan 2014 är det även tillåtet att använda rötresten från biogasproduktion där viss typ av slakteriavfall används i rötningen. Biogasanläggningen ska då vara KRAV-certifierad eller tillåtetbedömd. Innehållet i biogödseln kan variera mycket mellan anläggningarna beroende på vad som rötas och hur processen fungerar. Av det skälet är det viktigt att ha tillgång till en aktuell analys. Vid rötningen ändras egenskaperna för de ingående substraten så att pH och halten ammoniumkväve ökar samt halten kol (C) och torrsubbstans (ts) minskar. Processen ökar därför kvävet växttillgänglighet i biogödseln, eftersom C/N-kvoten sjunker – ju lägre C/N-kvot desto mer tillgängligt blir kvävet för växterna. Ett högre pH ökar dock risken för förluster av kväve under lagring och spridning av biogödsel.

Viktigt att mylla direkt

Biogödselns höga pH-värde ökar risken för ammoniakavgång. Därför är det extra viktigt att mylla direkt efter spridning. Enligt KRAV:s regelverk (2020) ska biogödseln myllas direkt eller inom 4 timmar på obevuxen mark. Den ofta låga ts-halten gör att gödseln lätt tränger ner i marken vilket kan begränsa ammoniakavgången.

I växande gröda rekommenderas spridning med släpslang (bandspridning), trycksatt spridarramp alternativt någon annan form av efterföljande myllning. Du får inte sprida biogödsel som innehåller animaliska produkter på ätliga växtdelar.

Biogödselns påverkan på markbördigheten

Vid rötningen förbrukas i första hand det mest lättomsättbara kolet i substraten och blir metan i biogasen. Kolet som blir kvar i biogödseln efter rötningen är sannolikt mer stabilt i jorden. Ett rimligt antagande ur bördighetssynpunkt och påverkan på mullobildningen är att biogödsel har ungefär samma kolstabilitet som flytgödsel. En del av biogödselns kol stabiliseras i jorden och därmed ökar kolhalten men effekten



I denna biogasanläggning rötas bland annat djupströgödsel och grönmassa från ekologiska vallar. Foto: Pauliina Jonsson.

är relativt liten. Det är ett resultat av att ts-halten i biogödsel ofta är låg samtidigt som den maximalt tillåtna fosforgivan på 22 kg per hektar och år begränsar givorna av biogödsel. Denna kombination sätter gränsen för hur mycket kol som kan tillföras. Begränsning av givor kan även bero på innehåll av tungmetaller, exempelvis kadmium och zink.

Innehållet av makronäringsämnen i biogödseln varierar beroende på ursprung, se tabell 19.

Tabell 19. Innehåll i 5 olika KRAV-godkända eller tillåtetbedömda biogödsel hösten 2020. Källa: KRAV och respektive innehållsförteckning.

Biogödsel	kg per 10 ton våtvikt							ts %	pH	Andel ammo- nium- kväve i % av tot N	Innehåll
	tot N	NH4 -N	P	K	Mg	S	Ca				
Exempel 1	64	36	8	21	3	7	6	6,3	7,8	56	Odlade grödor, spannmålsavfall, veg. biprod. 25 %, restprod. livsmedelsindustri 56,4 %, järnklorid 1 %, vatten 17,4
Exempel 2	50	32	4	15	1	3	3	4,7	7,9	64	Odlade grödor, spannmålsavfall, veg. biprod. 15,7 %, restprod. livsmedelsindustri 83,8 %, järnklorid 0,5 %
Exempel 3	60	33	9	29	6	2,2	13	7,8	7,9	55	Odlade grödor, spannmålsavfall, veg. biprod. 8,1 %, restprod. livsmedelsindustri 15,4 %, gödsel 71,3 %, järnklorid 0,5 %
Exempel 4	45	28	5	17	2	4	13	4,5	7,8	62	Konv. gödsel 28 %, KRAV gödsel 11 %, resprod. livsmedelsindustri och slakteri 34 %, matavfall 27 %, järnklorid 0,1 %
Exempel 5	51	33	8	33	5	5	14	5,3	8,3	65	Gödsel 85 %, matavfall 3 %, restprod. livsmedelsindustri 5 %, slakterirester 6 %, övrigt 1 %, järnslam
Medelvärde	54	32,4	7	23	3,4	4,2	9,8	5,7	7,9	60	

Innehållet av mikronäringsämnen per ton produkt är ofta lägre från anläggningar som huvudsakligen rötar matavfall från hushåll jämfört med biogödsel från samrötningsanläggningar där också stallgödsel och slakteriavfall ingår. En del av mikronäringen i biogödsel är bunden i organiskt material och är därmed inte direkt växttillgänglig.

Biogödsel innehåller stora mängder vatten vilket gör transporter energislukande. Dagens flytgödselspridare har hög pumpkapacitet som minimerar tiden för lastning och spridning på fält. Vid normala gödselgivor är framkörningshastigheten till fältet oftast den begränsande faktorn. Längre transporter än 10 mil kan innebära alltför hög kostnad. Beroende på utrustning kan spridningen på fält innebära markpackning.

Grönmassa till rötning, exempel från Tyskland

Det finns fördelar med att använda grönmassa från gröngödsling till biogas. Fossilfri energi produceras och biogödsel kan komma åter till gården. När du tar bort grönmassa från fältet minskar kväveförluster till luften och risken för att det avslagna materialet kväver återväxten.

Tyska ekodlare i Bayern skördar klövergräs och fånggrödor till biogas. Biogasanläggningarna ägs av odlarna och de får tillbaka biogödsel motsvarande vad de levererar. I nuläget (2019) ges bra ekonomiskt stöd till biogas i Tyskland. Odlarna är osäkra om det kommer att vara lönsamt att fortsätta när bidragen förväntas försvinna om 6 år. En av odlarna har ett avstånd på 10 km till anläggningen. Deras största problem är att systemet medför många transporter. Innan de började med biogas putsades klövergräsvallen 3 gånger. Förutom gödsel från biogas använder de stallgödsel och pelleterad gödsel i växtföljden. Vid behov tillförs extra kalium med kalimagnesia. Biogosgödseln sprids främst till spannmål i växtföljden och ibland till potatis. Fånggröda före potatis gödslas med stallgödsel eller biogödsel.



Ekologisk odlare i Tyskland doftar på jorden för att bedöma hur den mår. Mellangrödan skördas till biogas och biogödseln återförs till gården. Foto: Åsa Rölin.

Växtnäringsbevattnings med biogödsel i blomkål

I ett svenskt projekt studerades biogödsel från rötning av flytgödsel och vegetabilier som gödsling i ekologisk blomkålsodling år 2020. Biogöd-



Försöket anlades på upphöjda bäddar med droppbevattning som också användes för att sprida biogödseln. Foto: Anita Gunnarsson.



Blomkålsförsöket täck med insektsnät. Foto: Anita Gunnarsson.

seln tillfördes via droppbevattning i olika intervall och koncentrationer och i kombination med pelleterad organisk gödsel. I den högsta givan tillfördes biogödsel vid totalt 16 tillfällen under en tidsperiod på 34 dygn. Kvalitén på blomkålen var god redan vid en kvävetillförsel på 50 kg totalkväve per hektar med det pelleterade gödselmedlet plus 80–120 kg ammoniumkväve med biogödsel. En totalkvävegiva på 150 kg per hektar med enbart pelleterad organisk gödsel var däremot inte tillräckligt för att uppnå acceptabel kvalitet.

Högst avkastning, 20 ton per hektar, uppmättes i leden med 100–150 kg kväve i form av pelleterad organisk gödsel plus 120 kg ammoniumkväve som biogödsel. Kväveeffektiviteten var som högst 23–28 procent och fosforeffektiviteten cirka 26 procent. Av grödans biomassa fanns hela 75 procent i bladen.

Den biogödsel som användes var filtrerad i ett 10 µm filter, vilket är en mycket kraftig filtrering. Som jämförelse är rekommendationen för droppbevattningsvattnings att vattnet inte bör innehålla partiklar större än 100 µm.

I projektet studerade forskarna även hur bäddodling på plastlist med biobaserad nedbrytbar plast påverkade avkastning, kväveeffektivitet och utlakningsrisk. Avkastningen ökade med 25–50 procent vid odling på plastlist och kvalitén var likvärdig vid samma gödslingsstrategi med och utan plast.



Avkastningen ökade med 25–50 procent när bädden var täckt med nedbrytbar plast. Foto: Anita Gunnarsson.

Oönskade ämnen

Organiskt material som stallgödsel, rötrest, grönmassa och halm kan innehålla oönskade ämnen. Exempel på oönskade ämnen är kemikalierester, läkemedelsrester, tungmetaller och smitta av sjukdomar som kan drabba människor eller växter. För att inte drabbas av obehagliga överraskningar bör du ta reda på innehåll, ursprung och behandling av organiskt material som du köper in till gården. Idag används växtrester och biprodukter från livsmedelsindustrin som substrat i växtnäring godkänd för användning i ekologisk odling. Skälet till detta är att skapa ett kretslopp av näringsämnen som går tillbaka till jorden för att kunna tillgodose det ekologiska lantbruket med tillräcklig näring. En del restprodukter värmebehandlas för att minska spridning av sjukdomar. Kompostering och rötning kan också bidra till att minska oönskade ämnen.

Tungmetaller som tillförs jorden bryts inte ner och kan bara försvinna genom avrinning eller växternas upptag. Innehåll av tungmetaller i stallgödsel påverkas av vad djuren äter och dricker. Även inredning, strö och medicinering bidrar med tungmetaller. Framförallt zink och koppar kan finnas i mängder som kan bli ett problem om jorden redan har ett högt innehåll. När du tar egna analyser av tungmetaller i gödsel bör du se till att få tillräckligt hög noggrannhet i provsvaret.

Innehåll av tungmetaller finns också i gödselmedel gjorda av olika restprodukter. Läs innehållsförteckningen noga och anpassa givor och typ av gödselmedel så att de inte överskrider önskade eller tillåtna halter. Det är viktigt att räkna på tillförsel av tungmetaller via inköpta gödselmedel. Maxgivan av ett gödselmedel begränsas oftast av en enskild tungmetall. Det ämne som först slår i taket sätter gränsen för vilken mängd gödsel som är möjlig att tillföra. Maxgivan för ett enskilt gödselmedel står ofta angivet på förpackningen eller i produktblad. Om du tillför flera olika typer av gödselmedel ska du göra beräkningen på den totala tillförseln av tungmetaller i samtliga gödselmedel tillsammans.

Kemikalierester från framförallt herbicider kan göra skada på grödan. En del av dessa bryts ned långsamt och kan i små mängder ge skada på växter, exempelvis de aktiva substanserna klorpyralid och aminopyralid. En del kemikalierester i foder bryts inte ned i tarmen utan hamnar i gödseln, även halm som blandas med gödsel kan innehålla rester. Rester av kemiska bekämpningsmedel kan också finnas i andra organiska material som biprodukter från livsmedelsindustrin, rötrest från biogasanläggningar och komposter av park och trädgårdsavfall. Det



Potatis skadad av kemikalierester i gödsel.
Foto: Åsa Rölin.



Läs innehållsförteckningen noga innan du använder olika gödselmedel. Foto: Pauliina Jonsson.

har i Sverige förekommit skador av kemikalierester vid produktion av grönsaksplantor med gödsel godkänd för ekologisk odling.

Smitta som är farlig för människor i form av *E. coli* (*Escherichia coli*), salmonella och EHEC kan finnas i gödsel vilket gör att vissa gödseltyper inte får spridas på ätliga delar av grönsaker och vall. Biogödsel ökar troligen inte risken för smittspridning om du följer de regler och rekommendationer som finns. Hygienisering och rötning minskar ofta förekomsten av smittor och parasiter. Det finns flera studier som visar detta för smittor som salmonella, *E.coli* och ägg från grisens spolmask. Ogräsfrön dör inom några dagar vid rötning i 55 °C eller efter några veckor vid rötning i 37 °C. Frön av svinmålla är tåliga, men efter 3 veckor vid 37 °C faller grobarheten till 0 procent även för denna art.

Veterinärmediciner följer med gödsel ut på åkern, där de bryts ner olika fort. Flera av dessa är biologiskt aktiva och hur det påverkar mikrolivet i jorden är något oklart. Det är även påvisat att växter kan ta upp medicinrester som sedan går att finna i blad och rötter. Växten tar aktivt upp vissa substanser. I högre halter kan medicinrester även påverka plantornas tillväxt. Det finns en del studier av nedbrytning och avrinning av antibiotika. Men det behövs mer kunskap om hur olika läkemedel påverkar miljö och konsument för att kunna göra riskvärderingar.

Oorganiska gödselmedel

Du kan tillföra kalium, magnesium, svavel och kalcium via oorganiska gödselmedel. Oorganiska gödselmedel har sitt ursprung i berggrunden som består av olika bergarter uppbyggda av ett eller vanligtvis flera olika mineral. Mineralen består i sin tur av olika oxider eller salter. Vid beräkning av giva tar du hänsyn till markens innehåll enligt markkartering, tidigare växtnäringsbalansberäkningar, förväntad skörd samt innehåll i de organiska gödselmedel som du planerar tillföra. Kontrollera alltid med ditt kontrollorgan vilka produkter som är tillåtna att använda i ekologisk odling.

Kalcium och magnesium kan du även tillföra med flera olika kalkprodukter. Om det finns behov att öka markens förråd av magnesium är det billigaste sättet att använda magnesiumrik kalk om det även är behov av kalkning.

Det sker inga förluster till luften vid spridning av kalium, magnesium och kalcium. Eventuell utlakning till vatten av dessa ämnen är inte skadligt för miljön men innebär ett dåligt utnyttjande av tillgängliga resurser.



Kaliumgödsling med ett oorganiskt gödselmedel i potatis. Foto: Åsa Rölin.

Gödsling med mikronäringsämnen

Enligt EU:s regelverk är det tillåtet att använda särskilda gödselmedel med mikronäringsämnen om det inte går att täcka behovet med rimliga givor av andra tillåtna gödselmedel och om bristen på mikronäringsämnen är uppenbar. Det är inte tillåtet att använda gödselmedel som innehåller flera mikronäringsämnen om det inte går att visa att grödorna lider brist på alla ingående ämnen. Kontrollera alltid vad som gäller för din certifiering.

Tänk på att mikronäringsämnen behövs i mycket små mängder och att större givor kan ge giftverkan. Se därför till att du har en bra och exakt utrustning vid spridning. Vid förrådsgödsling med koppar måste du ta hänsyn till högsta tillåtna mängd tungmetaller.

Läs mer om mikronäringsämnen i skriften Mikronäringsämnen, utgiven av Jordbruksverket.

Bor och mangan

Kålväxter och rotfrukter är speciellt känsliga för borbrist. Borbrist uppträder främst på mullfattiga och lätta jordar med högt pH, speciellt vid torka och riklig tillgång på kväve. Risk för brist kan uppstå när bortalet är under 0,5–1,0 mg per kg jord, beroende på lerhalt. Tillför bor till jorden så att även rötterna får tillgång till bor. I vissa fall kan det även bli aktuellt med bladgödsling. Bor finns i havsvatten och därför har jordar som bildats under havsytan naturligt högre innehåll av bor. Medan framförallt lätta jordar har låga halter. Bor är lättillgängligt i jorden och kan därför lakas ut.

För höga halter av bor kan förgifta växter. Du kan därför inte gödsla upp jorden med bor utan tillför bor i mindre mängder upprepade gånger i växtföljden till dina grönsaker. Vid låga bortal i jorden spruta på bar jord med en giva på cirka 1–1,5 kg rent bor per hektar till flertalet grönsaker. Till kålväxter, som är mest krävande vad gäller bor, bör givan vara cirka 2 kg rent bor per hektar. Bearbeta för god inblandning i jorden. Plantans upptag av bor minskar med ökat pH.

Norska krukförsök med morötter visade tydligt att borbrist ger kraftigt minskad tillväxt och skörd och att upptag i plantan minskar med ökat pH. Risk för brist anger de till 30 mg per kg ts i morotsblast. Symptom på borbrist är gråbruna rötter där den mörka färgen går 1–5 mm in i moroten. Övre delen av roten är mest brunaktig, medan den är mer gråaktig längre ned på roten. Moroten blir träig och mindre saftig. Borbrist i kålväxter som vitkål orsakar sprickor i stocken och invändig brunaktig marmorering i kålrötter.



Borbrist orsakar invändig marmorering i kålrötter. Foto: Elisabeth Ögren.

Många växter kan bara transportera bor från roten och upp i bladen. Därför tillförs ofta bor till marken vid odling av sockerbeter och potatis. Danska undersökningar har visat att morötter tar upp bor både i rötter och i blad oavsett om bor tillförs jorden eller bladen. Det beror på att morötter innehåller mannitol, som gör det möjligt att transportera bor även nedåt i växten. Det finns fler grönsaker som innehåller mannitol och därmed kan transportera bor både uppåt och nedåt i växten, till exempel kål, lök, selleri, fänkål, sparris, bönor och ärt.

På lätta och mullrika jordar med högt pH där mangan fastläggs i jorden kan du behöva bladgödsla med mangan.

För andra mikronäringsämnen än bor och mangan räcker det normalt att du tillför stallgödsel och annat organiskt material om förhållandena i jorden är de rätta. Risken för brist ökar dock för flera mikronäringsämnen vid kalkning och stigande pH-värde i jorden. Läs mer om pH i avsnittet "pH och kalkning" och i skriften Mikronäringsämnen, utgiven av Jordbruksverket.

Växtbiostimulanter

Växtbiostimulanter är ett samlingsnamn för ämnen eller mikroorganismer som påverkar växtens näringsupptag, växtens kvalitet eller tolerans mot olika former av stress. Det finns många typer av växtbiostimulanter som kan ha sitt ursprung i exempelvis bakterier och svampar, alger, kompost, växter eller hydrolysat. 2019 beslutade EU om en ny förordning för gödselprodukter (EU 2019/1009) där växtbiostimulanter ingår som en egen produktkategori. Med undantag för vissa produkter kommer dock genomförandet att dröja till den 16 juli 2022. Då kan de första CE-märkta gödselprodukterna säljas i Europa. CE-märkningen visar att produkten är testad och håller den kvalitet den utlovar.

Växtbiostimulanter räknas inom EU som gödselprodukter men effekten är vanligtvis kopplad till processer i mark och växt och inte till produktens växtnäringsinnehåll. Syftet kan vara att förbättra grödans tillväxt och vitalitet genom påverkan på rhizosfären (rotzonen), växtens näringsupptag eller genom att öka motståndskraften mot skadegörare.

Studier som gjorts på växtbiostimulanter har visat varierande resultat beroende på i vilken miljö och i vilken gröda de används. Kvalitén på biostimulanten och i vilken form du tillför den kan också påverka resultatet. Välj därför med noggrannhet de ämnen som kan tänkas passa för de förhållanden och den gröda som du vill gynna och gör småskaliga tester för att bygga upp din egen erfarenhet.

Läs mer i skriften *Växtbiostimulanter – nya redskap i odlarens verktygs-låda*, utgiven av Jordbruksverket.

Spridningsteknik för olika gödselmedel

Välj en spridningsteknik som passar gödselslaget och den giva du har tänkt sprida. Du får bäst effekt av både fasta och flytande organiska gödselmedel om du myllar eller brukar ner dem. Ju större andel ammonium som gödselmedlet innehåller desto viktigare är det att mylla ner omgående eller inom 4 timmar efter spridning.

Pelleterade produkter kan du bredsprida med mineralgödselspridare före sådd eller vid plantering. Pelletsens hållfasthet är viktigt för att få ett bra spridningsresultat. Radgödsling i samband med sådd eller plantering ger i regel ett bättre kväveutnyttjande och troligen även ett bättre fosforutnyttjande. Genom att mylla gödseln minskar problemet med fåglar som kan äta betydande mängder gödselpellets.



Exempel på aggregat för spridning av utspädd vinass. Foto: Pauliina Jonsson



Pelleterade produkter kan bredspridas före sådd och plantering. Foto: Åsa Rölin.

Flytande produkter som till exempel vinass, fruktsaft från stärkelseindustrin och biogödsel kan du bredsprida och bruka ned före sådd eller plantering. I fält där det fungerar att köra utan att störa grönsakerna kan gödsling ske med släpslangar eller liknande utrustning i växande gröda. Flytande produkter kan även tillföras via droppslang, bevattningsramp eller spruta. Gödselmedlet måste då vara filtrerat för att inte sätta igen dysor. Du måste ta reda på om produkten är tillåten att sprida i växande gröda och på ätliga växtdelar. Gödsling med kvävehaltiga gödselmedel i växande gröda kan ha en brännande verkan. Gödsla därför i mulet väder eller dalande sol på torra blad.

Du kan dela upp gödslingen i en grundgödsling följt av en eller flera tillskottsgödslingar. Pelleterade gödselmedel fungerar bra vid radgödsling och tilläggsgödsling. Tilläggsgödsla gärna grödor som har grunt rot-system och litet näringsupptag under den första delen av kulturperioden. Vid tilläggsgödsling i växande gröda av produkter som ska ätas färska finns restriktioner på vilka gödselmedel som är tillåtna med tanke på hygien.



Radgödsling med pellets med ett hemmabyggt ekipage. Foto: Åsa Rölin.

Varierad gödsling kan du göra utifrån GPS positionerade data, som till exempel markkartering och analys av biomassa. När det gäller samman-satta organiska gödselmedel är det svårare att bedöma lämpliga givor. Gödselmedel med ett fåtal näringsämnen som exempelvis kaliumsulfat och kalimagnesia kan du med fördel sprida med varierad giva om det är stora skillnader i markens innehåll av kalium inom fältet.

Tabell 20. Spridningsteknik för olika former av gödselmedel

Form	Spridningsmetod
Pellets och granulat	Kombisåmaskin eller centrifugalspridare
Mjöl	Rörspridare för kalk
Trögflytande	Tankvagn med släpslangsramp, myllningsaggregat eller radmyllare. Spruta eller droppslang, efter utspädning med vatten
Flytande	Tankvagn eller matarslangsystem med släpslangsramp, myllningsaggregat eller släpfotsbilar. Vissa flytande produkter går även att vattna eller spraya ut efter utspädning
Fast- och kletgödsel	Fastgödselspridare. Kletgödsel och torr höngödsel även med skruv-utmatning. Tvåstegsspridare sönderdelar och sprider gödseln jämnare

pH och kalkning

Det försurande nedfallet har minskat. Användning av stallgödsel och andra organiska gödselmedel motverkar försurning. Stallgödsel från nötkreatur har större kalkverkan än gödsel från svin och fjäderfä. I konventionell odling har mineralgödselmedel som innehåller ammonium en försurande verkan på marken. I ekologisk odling kan därför behovet av kalkning vara mindre. Förutom pH är det viktigt att du har kontroll på innehåll av kalcium i jorden. Halten av kalcium kan vara för låg även om pH är rimligt.

Vid tillförsel av organiska gödselmedel är de kemiska markreaktionerna annorlunda än vid tillförsel av mineralgödselmedel. Vid omsättning av organiskt material frigörs bland annat organiska syror som kan komplexbinda andra ämnen i marken. Det kan både öka växttillgängligheten av ämnen som annars skulle ha bundits upp i svårtillgängligare föreningar och skydda växten mot skadliga ämnen som aluminium. Det senare talar för att lägre pH skulle kunna tolereras i odlingssystem med stor tillförsel av organiska gödselmedel.



När organiskt material omsätts i jorden frigörs organiska syror som ökar växttillgängligheten av olika ämnen. Foto: Pauliina Jonsson.

Effekter av lågt pH

Orsaken till att lågt pH kan vara skadligt för växter är att halterna av aluminium och mangan i markvätskan ökar. Aluminium skadar växters rötter och därmed vatten- och näringsupptagningen. Mangan tas upp i växten och ger där förgiftningssymptom vid för höga koncentrationer. Även risken för att grödorna ska ta upp stora mängder tungmetaller, till exempel kadmium, ökar vid lågt pH. Lågt pH minskar däremot tillgängligheten av molybden och fosfor. Tillgängligheten av dessa ämnen minskar redan vid ett pH-värde under 6,5.

Låga pH-värden påverkar aktiviteten hos kvävefixerande bakterier negativt. Redan vid pH 6 kan fixeringen försämrast hos vissa arter. Men det finns även naturligt förekommande kvävefixerande bakterier som är anpassade till lägre pH.

Ympning med stora mängder bakterier eller val av arter som är toleranta mot lågt pH, till exempel lupin, är en möjlighet att komma runt problemet med försämrade kvävefixering på jordar med lågt pH.

Effekter av högt pH

Även vid högre pH, över 7,5, minskar tillgängligheten av fosfor för växterna. Högt pH försämrar också tillgängligheten av alla mikronäringsämnen med undantag för molybden. Risken är störst för att brist ska uppstå på lätta jordar.

Liksom vid lågt pH kan högt pH öka risken för att grödorna ska ta upp stora mängder kadmium. En förklaring till detta anses vara att kalcium tränger ut kadmium från markpartiklarna så att mera kadmium kommer ut i markvätskan.

När behöver du kalka?

För att bestämma kalkbehovet hos en jord behöver du kännedom om pH, jordart och mullhalt. Ju högre ler- och mullhalt desto större mängd kalk behöver du tillföra för att höja pH. Utifrån din markkartering tar du beslut om det behöver kalkas. Det är bättre att ge upprepade mindre givor i växtföljden än enstaka större. Spridning kan ske med varierad gödsling utifrån markkarteringens GPS-punkter. Det utjämnar skillnader i fältet.

När du odlar ekologiskt och tillför organiska gödselmedel kan du tolerera ett lägre pH-värde än gängse rekommendationer. Önskat pH, mål-pH, beror dock på flera faktorer. Mål-pH ökar med ökad lerhalt och minskad



Lupin är en av de arter som kan fixera kväve även vid lägre pH-värden.
Foto: Elisabeth Ögren.

mullhalt. Även markens innehåll av aluminium kan påverka beslutet om kalkning. Du kan behöva kalka om pH-värdet understiger mål-pH med 0,3–0,5 enheter. Läs mer om lämpligt pH-värde i skriften Mikronäringsämnen samt i Rekommendationer för gödsling och kalkning som ges ut årligen av Jordbruksverket.

Genom att tillföra kalk kan du höja jordens pH och kalciuminnehåll. Du kan tillföra kalk som krossad kalksten eller kalkstensmjöl (kalciumkarbonat, CaCO_3). Kontrollera att kalkprodukten är KRAV-godkänd eller tillåtetbedömd för ekologisk odling. Om du använder kalkstensmjöl kan du räkna med full effekt året efter kalkning. För krossad kalksten kan förstaårseffekten vara ungefär hälften så stor. På sikt kommer du att få ungefär lika stor effekt av de båda produkttyperna. Det finns även granulerad kalkstensmjöl som är praktiskt vid mindre givor. Ifall jorden dessutom har lågt innehåll av magnesium kan du tillföra dolomit som även innehåller magnesium eller annan kalk som är magnesiumrik. Det är ett billigt och effektivt sätt att förbättra tillgången på magnesium för grödorna.

Då det är behov av ökat kalciuminnehåll i jorden men inte behov av högre pH kan du exempelvis välja polysulfat vid tillförsel av kalium. Tillförsel av stallgödsel och organiskt material tillför också kalcium till jorden.

Risker för växtnäringsförluster i grönsaksodling

I intensiv odling av grönsaker cirkulerar stora mängder växtnäring. Många grönsakskulturer är näringskrävande och i behov av ett stort näringsförråd i jorden ända fram till skörd. De skördas i full tillväxt och måste behålla ett fräscht utseende ända ut i konsumentledet. Det innebär att det ofta finns stora mängder kväve kvar i marken vid säsongens slut. Dessutom innehåller skörderesterna i regel mycket lättomsättbart kväve. Vissa grödor som sallat, lök och färskpotatis skördas tidigt då jorden ännu är varm. Då skörderesterna vanligtvis är lättomsättbara ökar risken för utlakning av kväve i form av nitrat. Om mängden skörderester är stor och skörden sker tidigt på säsongen när marktemperaturen fortfarande är hög, finns det risk för kväveförluster under höst och vinter.



Risken för växtnäringsförluster ökar när grödor skördas tidigt på säsongen och lämnar mycket lättomsättbara skörderester på fältet.
Foto: Elisabeth Ögren.

Näringsutnyttjande kan vara lågt

Flera grönsaksgrödor har ett svagt utvecklat rotsystem vilket medför att de inte kan utnyttja tillgänglig näring effektivt. Stora rad- och plantavstånd bidrar också till grödornas låga näringsutnyttjande. Detta gäller speciellt under den första delen av kulturperioden. Vid bredspridning kan du behöva tillföra stora näringsmängder som grundgödsling även till grödor med litet näringsbehov tidigt på säsongen. Den långsamma näringsfrigörelsen från organiska gödselmedel tidigt på säsongen, och därmed behov av stora grundgödslingsgivor, kan innebära ökad risk för höga halter av kväve i marken sent på säsongen.

Genom att dela givan och utgå från behovet i den förväntade skörden kan du minska risken för förluster. Tillskottgödsling med radgödsblad pellets kan hjälpa till att få upp tillräcklig koncentration av växtnäring då plantan är liten. Genom bäddodling kan du sätta plantorna tätare och sprida gödseln endast i bäddarna och inte i körspåren.

Stora mängder organiskt material i omlopp

I ekologisk grönsaksodling cirkulerar stora mängder organiskt material i form av gödsel och grüngödslingsgrödor. Vid spridning av ammoniumhaltiga gödselmedel sker förluster till luften om du inte brukar ner dem direkt eller inom några timmar. Väderleken vid spridningstillfället påverkar också hur stor förlusten blir. Vid marktäckning med grönmassa kan kväve försvinna som ammoniakgas. Nedbrukning av organiska material kan ge upphov till syrebrist i jorden, liksom dålig dränering och därmed öka risken för gasformiga kväveförluster. Om jordens mullhalt ökar, ökar också den långsiktiga frigörelsen från jordens eget näringsförråd och därmed risken för kväveförluster. Risken för utlakning är som störst efter skörd av avsalugrödan och i samband med följande jordbearbetningar.

Kväve- och fosforförluster orsakar miljöproblem

Ammoniak som avdunstar från stallgödsel omvandlas till ammonium. När det regnar hamnar ammoniaken i sjöar och vattendrag och orsakar förurning och övergödning.

I växtodlingen är lustgas den största utsläppsposten av växthusgaser. Lustgas bildas under syrefattiga förhållanden när det finns kväve i marken. Ett sätt att minska lustgasutsläppen är därför att hushålla med



Utan kantzoner kan både jord och näring hamna i vattendraget under vinterhalvåret. Foto: Pauliina Jonsson.



Plöj lätta jordar sent på hösten eller tidigt på våren för att undvika förluster. Foto: Pauliina Jonsson.

kvävet. Organogena jordar avger också växthusgaser i form av koldioxid och lustgas.

I sjöar och vattendrag är det nästan alltid näringsämnet fosfor som orsakar övergödning. Framför allt påverkas mindre sjöar. Regelbunden och riklig tillförsel av stallgödsel kan leda till stigande fosforvärden i jorden. Regelbunden markkartering och växtnäringsbalansberäkningar är bra hjälpmedel för att undvika för höga fosforgivor.

Åtgärder för att minska fosforförluster

För att undvika förluster av fosfor är det viktigt att du inte sprider gödsel vid de tidpunkter och på platser där det finns risk för ytaavrinning, erosion eller stående vatten. Det gäller särskilt om du inte kan mylla eller bruka ner gödseln. Tänk också på att det kan bildas torksprickor på lerjordar under sommaren där fosfor kan läcka ut via dräneringssystemet i samband med gödslning, bevattning och häftiga regn. I djurtäta områden med mycket stallgödsel innehåller marken ofta redan mycket fosfor. Undvik att sprida stallgödsel på fält med hög fosforhalt eftersom fosfor då inte utnyttjas på bästa sätt och risken för förluster kan öka.



Fosfor kan lakas ut genom torksprickor som bildas på lerjordar under sommaren.
Foto: Elisabeth Ögren.

Fånggrödor och mellangrödor

Att odla fånggrödor är ett sätt att försöka minska växtnäingsförluster från odlingssystemet. Fånggrödan tar upp växtnäring och minskar risken för utlakning. De transporterar även upp växtnäring högre upp i jordprofilen. Hur effektiv fånggrödan är beror på såtidpunkt men också på artens möjlighet att snabbt utveckla ett djupt och rikt rotsystem. Tvåhjärtbladiga fånggrödor har generellt djupare rötter än enhjärtbladiga. Baljväxter har i regel sämre förmåga att tömma jordprofilen på kväve än andra tvåhjärtbladiga fånggrödor. Skillnaden i rottdjup mellan tvåhjärtbladiga icke-baljväxter och enhjärtbladiga ökar med tiden. Danska försök har visat att fånggrödor med höstoljeväxter är effektivare än blandningar med luddvicker och råg.

Den stora utmaningen med fång- och mellangrödor i grönsaksodling är såtidpunkten. Flertalet av grödorna i en grönsaksväxtföljd skördas relativt sent på året. Danska försök visar att kväveupptaget i en fånggröda generellt minskar med 2–4 kg kväve för varje dag som etableringen av fånggrödan senareläggs. Fånggrödor som sås i mitten av september och senare har liten effekt på kväveutlakningen.

Effekten av en fånggröda beror på hur mycket växtnäring den tagit upp och om växtnäringen frigörs vid rätt tidpunkt med tanke på efterföljande gröda. Läs mer om fånggrödor och omsättning av organiskt material i skriften Gröngödsling, utgiven av Jordbruksverket.

Att alternera mellan grödor med grunt respektive djupt rotsystem i växtföljden kan också minska risken för näringsförluster. Men det förutsätter att näringen inte redan lakats ut ur jordprofilen under höst och vinter. I växtföljden kan du placera grödor med djupt och snabbväxande rotsystem efter grödor som lämnar efter sig mycket näring i jordprofilen.

Att lämna kvar plantor av exempelvis kål på fältet som får växa vidare efter skörd, kan vara en bra strategi för att minimera förluster av växtnäingsämnen. De fortsätter då att ta upp växtnäring från marken. Tänk dock på att det kan innebära att jordprofilen blir tömd på kväve och att nästa års gröda kan bli lidande innan växtnäringen frigörs igen. Metoden passar bäst om efterföljande gröda har ett sent växtnäingsbehov eller om du tillför näring tidigt på säsongen.



Tvåhjärtbladiga fånggrödor som oljerättika har snabbare rottillväxt än enhjärtbladiga arter. Foto: Åsa Rölin.



Mellangröda med honungsört och bovete i en ekologisk grönsaksodling. Foto: Elisabeth Ögren.



Kålplantor som får stå kvar på fältet efter skörd fortsätter att växa och ta upp växtnäring. Foto: Elisabeth Ögren.

Mer att läsa

Hur mår min jord? 2020. App för nedladdning i App Store och Google Play. Jordbruksverket.

Andersson, E. m.fl. 2020. Rekommendationer för gödsling och kalkning 2021. Jordbruksinformation 12 – 2020. Jordbruksverket. Skriften ges ut årligen av Jordbruksverket.

Båth, B. 2015, Makronäringsämnen. P10:8:2. I: Ögren, E. & Bunnvik, C. (red.) 2015. Ekologisk grönsaksodling på friland. Kurspärm Jordbruksverket. P10.

Delin, S. & Engström, L. 2021. Att sprida organiska gödselmedel (uppdatering). JO21:2. Jordbruksverket.

Halldén, P. 2019. Gynna mångfalden i marken. Jordbruksinformation 6 – 2019. Jordbruksverket.

Johansson, C. 2019. Kompostering, en handledning om kompostering på gårdsnivå. Jordbruksinformation 13 – 2019. Jordbruksverket.

Magnusson, M., Rölin, Å., Ögren, E. 2006. Förslag till riktvärden för jord- och plantanalyser i ekologisk grönsaksodling. Hushållningssällskapet Värmland.

Magnusson, M. 2015. Mikronäringsämnen. P10:8:3. I: Ögren, E. & Bunnvik, C. (red.) 2015. Ekologisk grönsaksodling på friland. Kurspärm Jordbruksverket. P10.

Malgeryd, J. & Persson, T. 2013. Hästgödsel - en naturlig resurs. Jordbruksinformation 5 – 2013. Jordbruksverket.

Marmolin, C. & Björkholm, A-M. 2014. Växtnäringsrekommendationer till frilandsgrönsaker. Hushållningssällskapet.

Rölin, Å. 2015. Växtnäringsbalans. P10:8:4. I: Ögren, E. & Bunnvik, C. (red.) 2015. Ekologisk grönsaksodling på friland. Kurspärm Jordbruksverket. P10.

Samuelsson, A. 2021. Växtbiostimulanter – nya redskap i odlarens verktygslåda. Jordbruksverket.

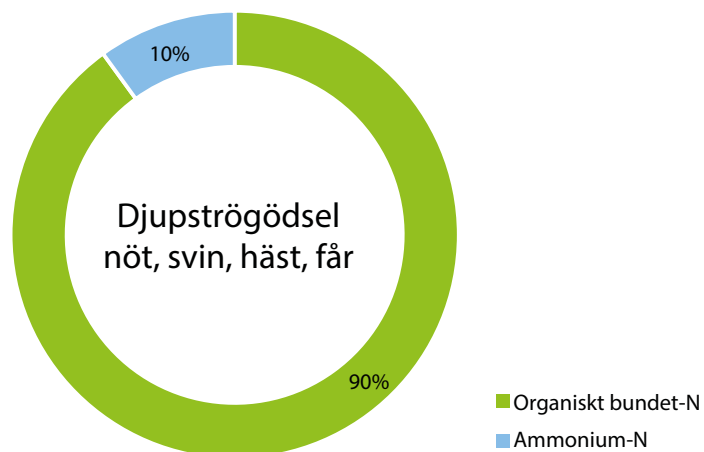
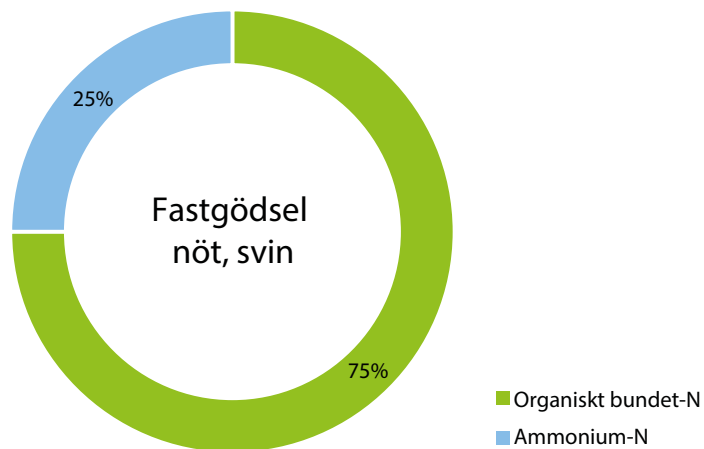
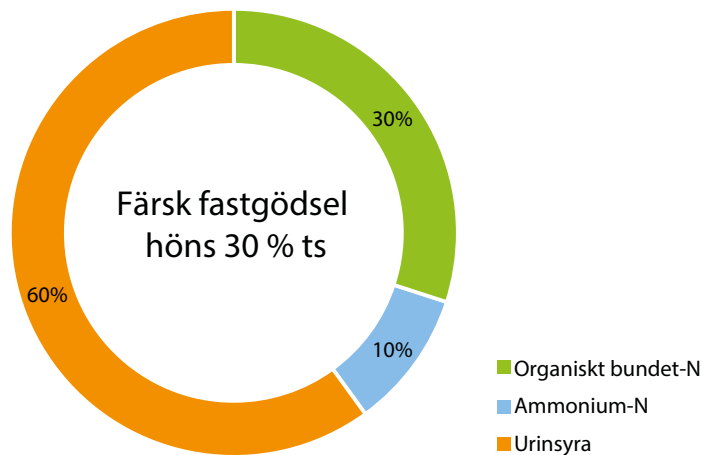
Ögren, E. 2016. Gröngödsling. P10:7. I: Ögren, E. & Bunnvik, C. (red.) 2015. Ekologisk grönsaksodling på friland. Kurspärm Jordbruksverket. P10.

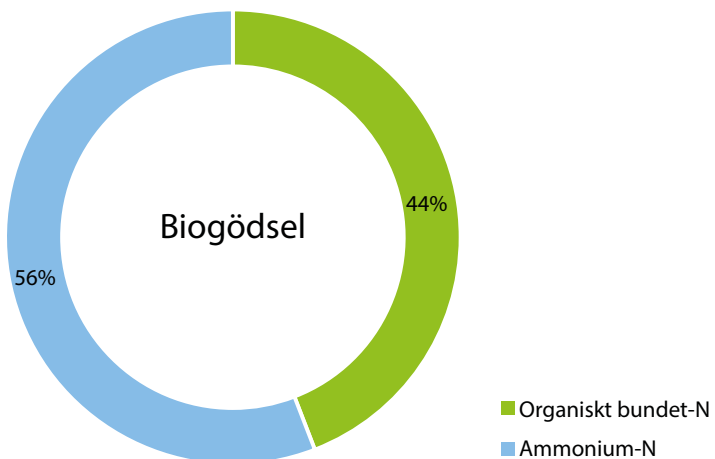
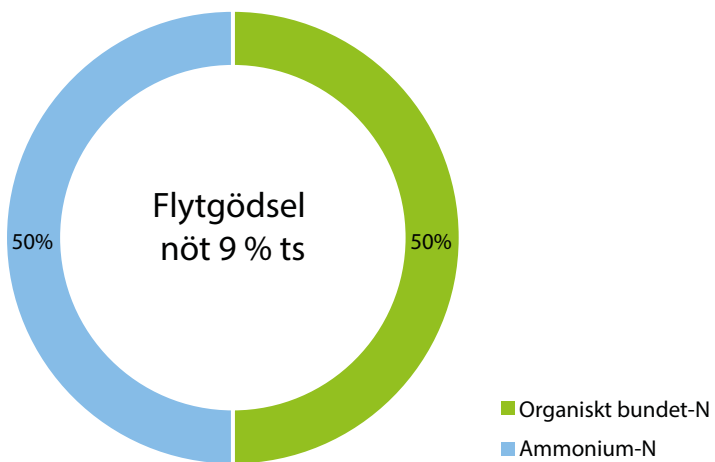
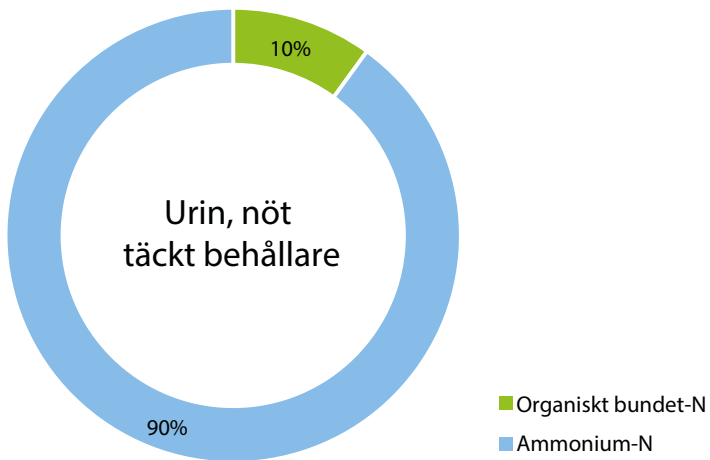
Ögren, E. & Rölin, Å. 2013. Utnyttja växtnäringen bättre i ekologisk odling av vitkål och morötter. Jordbruksinformation 8 – 2013. Jordbruksverket.

Ögren, E. & Rölin, Å. m.fl. 2009. Ökad odlingssäkerhet i ekologisk grönsaksodling med fokus på växtnärsutnyttjande. Länsstyrelsen i Västmanlands län. Länsstyrelsens rapportserie 2009:8.

Bilaga 1

Proportioner mellan olika kväveformer, organiskt bundet kväve, ammoniumkväve och urinsyra (omvandlas till stor del ammonium under lagring) i de olika organiska gödselslagen redovisas i cirkklarna nedan.







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