

Växtnäringsförsörjning

av Birgitta Båth

Växtnäringsförsörjning

Text: Birgitta Båth, Inst. för Växtproduktionsekologi, Sveriges
Lantbruksuniversitet (SLU), Uppsala
Foto och bildtext : Elisabeth Ögren, Jordbruksverket

Grundläggande principer för växtnäringsförsörjning i ekologisk odling

Målet för gödsling i ekologisk odling är att hushålla med tillgänglig näring för att

- ge brukaren möjlighet att försörja sig på sin produktion
- producera livsmedel av hög kvalitet
- minimera negativa miljökonsekvenser

Dessa mål bärs upp av flera grundläggande principer.

Öka markens leveransförmåga av näring

Då många av de gödselmedel som används i ekologisk grönsaksodling är organiska och ofta också lättomsättbara, stimulerar de tillväxt av mikroflora och markfauna. Tillväxten av mikrober och markdjur stimulerar i sin tur frigörelsen av markens näringsförråd. Den successiva frigörelsen av näring från organiska gödselmedel begränsar tillgången på näring i markvätskan. Det skapar förutsättningar för samspel mellan kulturväxter och mikroorganismer. Exempel på denna typ av samspel av betydelse för växtens näringsförsörjning är mykorrhizainfektion samt symbios mellan baljväxter och Rhizobiumbakterier.

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

Mykorrhiza är ett komplex mellan en svamps mycel (svamptrådar) och en växts rötter när dessa lever i symbios med varandra. 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. Svampen kan också ge växten antibiotika som försvar mot angrepp av parasiter.

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

Utnyttja lokala resurser

Principen att utnyttja lokala resurser förutsätter att det minskar inflödet av hjälpenergi till odlingen och därmed de negativa miljökonsekvenser som produktion av denna energi medför. Exempel på hjälpenergi i det här sammanhanget kan vara energi som används för att producera och transportera ett gödselmedel. Att utnyttja lokala resurser kan handla om att använda egen eller grannens stallgödsel.

Tillgången på stallgödsel kan dock vara begränsad. Husdjursproduktionen är koncentrerad till vissa regioner i landet. Det kan vara svårt arbetsmässigt att kombinera husdjursproduktion, framför allt mjölkproduktion, med grönsaksodling. Gröngödslingsgrödor är därför viktiga för näringsförsörjningen av ekologiskt producerade frilandsgro-saker. Att utnyttja gröngödslingsgrödor är att direkt ta tillvara det kväve som fixeras i symbiosen mellan växt och bakterier utan att gå vägen via kons mage.

Strävan att minska behovet av hjälpenergi i odlingen utesluter också användningen av löslösliga mineralgödselmedel som idag framställs genom mycket energikrävande processer. Energiåtgången vid tillverkning av pelleterad gödsel är också en viktig fråga för den ekologiska livsmedelsproduktionen.

Utnyttja restprodukter från övriga samhället

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. Tyvärr kompliceras bilden av att användningen av dessa näringsresurser kan strida mot övriga principerna för ekologisk livsmedelsproduktion. Långväga transporter är energikrävande och många av restprodukterna är förorenade, bland annat med tungmetaller.

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. Kontakta därför alltid kontrollorganet för besked om tillåtna produkter och aktuella villkor.

Ett syfte med regelverket är att underlätta konsumenternas val, en form av varudeklaration. Kontrollsystemet är en garant för att reglerna följs. För att du ska få marknadsföra dina produkter som ekologiska måste du följa EU:s regler för ekologisk produktion. KRAV:s regler uppfyller dessa minimiregler men innehåller dessutom vissa tilläggsregler. Certifieringsorganisationer som Hushållningssällskapen, Kiwa Aranea och SMAK kontrollerar att odlaren följer reglerna och utfärdar certifikat.

Enligt EU:s regler gäller allmänt att odlingen ska bedrivas i en varierad och balanserad växtföljd. Markens bördighet och biologiska aktivitet ska



Baljväxtrika gröngödslingsgrödor tillför kväve till marken genom kvävefixering. Kväveknölar på luddvicker.

bibehållas eller höjas. Det kan du åstadkomma genom att odla baljväxtri-
vallar, gröngödslingsgrödor och växter med djupt rotsystem samt genom
tillförsel av organiskt material som stallgödsel från ekologisk produktion.

Om du inte kan täcka grödans växtnäingsbehov genom dessa åtgärder
får du använda vissa gödsel- och jordförbättringsmedel. Det är tillåtet
att använda till exempel stallgödsel från konventionell djurhållning med
vissa undantag. På Jordbruksverkets hemsida, www.jordbruksverket.se
hittar du en lista över gödselmedel godkända för ekologisk odling.

Enligt KRAV:s regelverk måste vall eller gröngödsling med baljväxter
ingå i växtföljden. Hushållning med näringsämnen och en strävan att
minimera växtnäingsförluster poängteras. Från och med 2010 har därför
KRAV-an slutna producenter ett redovisningssystem för växtnäring.

Växtnäingsfrigörelse

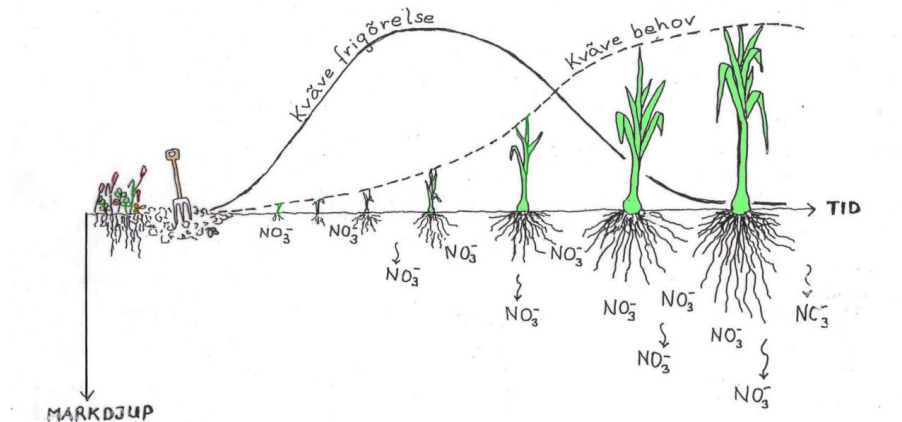
Växtnäingsfrigörelsen kan delas upp i komponenterna mängd och tid.

Frigörelse i mängd

Andelen näring som frigörs från de gödselmedel som är möjliga att
använda i ekologisk odling varierar mycket. Detta beror på att en stor del
av den tillförda näringen är bunden dels i organiska föreningar med olika
omsättningshastighet och dels i svåruttratte mineral.

Frigörelse i tid

Näringen i organiska gödselmedel frigörs under den första halvan av
odlingssäsongen, förutsatt att omgivningsfaktorerna är gynnsamma.
I grödor med svagt rotsystem och behov av näring sent på säsongen
som purjolök är tidsfaktorn därför av stor betydelse. Det finns en risk
att växtnäring som frigörs tidigt under odlingssäsongen förs ner i
jordlager med regn och bevattningsvatten och därmed blir oåtkomligt för
rotsystemet (Figur 1). Möjligheten att få ut höga skördar av frilandsgro-
nsaker med välutvecklade rotsystem som vitkål är däremot ur växtnäings-
synpunkt mer en fråga om mängd än om tid.



Figur 1. Nitratkvävet rörelse nedåt i markprofilen med regn och bevattningsvatten i grödor
med grunt rotsystem och stort näringsbehov sent på säsongen bärddar för kvävebrist och
ökar risken för kväveutlakning. (Illustration: Johannes och Birgitta Båth)

Växtnäringsbehov

Även växtnäringsbehovet kan delas upp i komponenterna mängd och tid.

Behov i mängd

Med skörden för du bort växtnäring från fältet. Grödans totala växtnäringsupptag och därmed behov kan dock vara betydligt större än så. Tabell 1 visar innehållet av kväve (N), fosfor (P) och kalium (K) i några grönsaksgrödor. Hur mycket näring en gröda innehåller varierar med sort och odlingsbetingelser. I skriften Växtnäringsbalans i ekologisk grönsaksodling av Åsa Rölin, utgiven av Jordbruksverket, hittar du uppgifter om växtnäringsinnehållet i ett stort antal grönsaker. Dessa uppgifter baseras på Cofoten/Stank in mind 2014 och skiljer något från de siffror som redovisas nedan.

Tabell 1. Bortförsel av näring med avsaluskörden samt mängden näring i skörderesterna.

Gröda	Växtnäring i avsaluskörd, kg per 10 ton			Växtnäring i skörderester, kg per 10 ton avsaluskörd			Andel skörderester vikt %
	N	P	K	N	P	K	
Blomkål	30	3	30	50	7	50	55
Bönor	40	5	40	58	5	58	57
Frilandsgurka	10	2	15	22	4	45	43
Grönkål	50	6	40	12	2	20	25
Huvudsallat	40	5	60	17	2	26	30
Isbergssallat	16	2	22	9	-	-	30
Kepalök	20	4	30	19	1	17	25
Konservärt	130	13	40	245	34	245	85
Kålrot	25	4	25	16	2	16	29
Morot	15	3	30	12	2	25	29
Palsternacka	37	9	49	-	-	-	-
Potatis	25	6	50	27	3	27	40
Purjolök	20	4	28	12	3	20	38
Rödbeta	28	5	38	9	3	19	27
Vitkål	25	4	25	25	4	27	40

Källa: Ballvoll, 1995



Kålväxter har ett mycket stort växtnäringsbehov både för avsaluskörden och för skörderesterna.

Behov i tid

Hur grödors växtnäringsbehov fördelar sig under kulturtiden varierar. Tabell 2 visar upptaget av kväve efter 20, 50 och 80 procent av respektive grödas kulturtid.

Tabell 2. Fördelningen av kväveupptaget hos några grönsaksgrödor. Grödorna är listade efter upptaget efter halva kulturtiden.

Gröda	N-upptag i % av totalt upptag efter olika tidsperioder av kulturtiden		
	20 %	50 %	80 %
Spenat	1	11	48
Morot	1	16	83
Purjolök	2	16	58
Isbergssallat	1	17	75
Huvudsallat	1	20	90
Kepalök	0	23	73
Dill	2	25	69
Vitkål	4	36	85
Broccoli	4	41	89
Persilja	7	47	81
Blomkål	5	48	93
Frilandsgurka	9	56	91

Källa: N-expert



Morötter tar upp huvuddelen av växtnäringen under senare delen av kulturtiden.

Gödslingsplanering

En effektiv växtnäringsförsörjning i ekologisk odling av frilandsgroön-saker bygger på att du kombinerar olika gödslingsstrategier utifrån ett växtföljdsperspektiv. En viktig komponent i växtföljdsplaneringen är att göra upp en gödslingsplan. I gödslingsplanen 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 Vaxtnäringsbalans i ekologisk grönsaksodling utgiven av Jordbruksverket.

Genom att används dig av 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 gödslingsregim för att bygga upp din egen erfarenhet.

Jordens näringsförråd

Jordens egen leverans av näring, dess bördighet, beror på jordart och mullhalt men även struktur och dränering är viktiga faktorer. 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. Indirekt har det betydelse för växternas näringsförsörjning genom att rötter har lättare att växa och genomväva en jord i god struktur.

Tillförsel av organiskt material kan också påverka frigörelsen från jordens egna näringsförråd genom att uppföröka jordens mikroflora och markfauna. Organiskt material är en viktig energi- och näringskälla för dessa organismer. Genom att utsöndra syror påverkar mikroorganismerna frigörelsen av kemiskt bundna växtnäringsämnen och vittringen från mineral. De syror som mikrobiopopulationen utsöndrar stimulerar frigörelsen av fosfor genom att förhindra att fosfor läggs fast i svårslösliga föreningar. Sammantaget innebär detta att jordens egen växtnäringsleverande förmåga påverkas i högre grad när du gödslar med organiska gödselmedel jämfört med gödsling med rena mineralgödselmedel. Detta är också bakgrunden till att man i ekologisk odling ofta talar om att gödsla jorden snarare än om att gödsla växterna.

Jordens växtnäringsleverande förmåga

Markkarteringar och regelbundna jordprovtagningar är viktiga redskap för att kunna bedöma jordens växtnäringsleverande förmåga liksom din egen erfarenhet av dina jordar. En markkartering omfattar i första hand pH-värde, halten fosfor, kalium och magnesium samt jordart och mullhaltsbestämning. Vilka övriga växtnäringsämnen som bör vara med i analysen bestäms utifrån jordart och utifrån vilka grödor som du ska odla på det karterade skiftet. På lättare jordar och på mulljordar bör analysen även omfatta bor och koppar. AL-lösning (ammoniumacetat-laktat) används för att bestämma lättlösligt fosfor, kalium och magnesium. Svårslösliga förråd bestäms med hjälp av saltsyra (HCl). Normalt tas 2–4



Genom att låta bli att gödsla en eller flera rutor i fältet kan du få värdefull information om förfruktens betydelse och jordens egen växtnäringsleverande förmåga. Jämför sedan skörden med resten av fältet.



Jordstrukturen har stor betydelse för grödornas möjlighet att utnyttja den växtnäring som finns i marken.

prover, bestående av flera delprover, ut per hektar på ett grönsaksskifte. År skiftet mindre kan du ta 15–20 delprov diagonalt över skiftet. Blanda sedan samman delproverna och ta ut 1 samlingsprov.

Olika jordtyper har olika förmåga att leverera växnäring beroende på deras ursprung. Tabell 3 visar exempel på skillnader mellan olika jordars växnäringslevererande förmåga.

Tabell 3. Årlig växnäringsleverans under odlingsperioden från olika jordtyper.

	Sandjord	Lerjord	Mulljord
Årlig leverans under växtperioden av:	kg/ha	kg/ha	kg/ha
Kväve	30–50	40–80	100–250
Fosfor	5–20	5–20	5–15
Kalium	10–50	50–150	10–50

Källa: Claesson & Steineck, 1991

En grödas förfruktsvärde beror av en rad olika faktorer

För att bedöma en jords bördighet är begreppet förfruktsvärde centralt. Förfruktsvärdet innefattar hur en gröda påverkar påföljande gröda i växtföljden. Förfruktsvärdet påverkas bland annat av mängden skörderester, ovan och under jord, rotdjup, hur väl grödan täcker marken och antalet körningar i grödan. Dessa komponenter påverkar i sin tur hur mycket näring grödan lämnar efter sig och hur den påverkar jordens struktur. Att göra en samlad bedömning av dessa olika faktorer är mycket svårt. Till hjälp vid bedömningen finns bland annat uppgifter om olika jordars växnäringsleverans, tabell 3. Hur mycket skörderester olika grödor lämnar efter sig återfinns i tabell 1.

Gödselmedel i ekologisk odling

I ekologisk odling används framför allt organiska gödselmedel men även vissa oorganiska gödselmedel är tillåtna. Att så få oorganiska gödselmedel är tillåtna kan leda tillbaka till de grundläggande principerna för ekologisk odling. Många av de mineral som utgör råvaran i oorganiska gödselmedel är ändliga resurser. Utvinningen av mineralen innebär dessutom ofta svåra ingrepp i naturen. För att minimera dessa negativa effekter strävar den ekologiska odlingen efter att hushålla med tillgängliga resurser genom att främja ett kretsloppstänkande.

Organiska 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 innehåller kol (C) och därmed har sitt ursprung i växt eller djurriket. Att ett gödselmedel är organiskt betyder däremot inte att all näring i gödselmedlet är bundet i organiska föreningar. Tabell 4 visar fördelningen mellan oorganiskt kväve (mineralkväve) och organiskt kväve i några organiska gödselmedel.



Grödor som blomkål som har ett förhållandevis djupt rotsystem och lämnar kvar mycket skörderester har i regel ett bra förfruktsvärde.

Tabell 4. Exempel på fördelning mellan organiskt och oorganiskt kväve i några organiska gödselmedel.

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

Källa: Omarbetning av material från olika källor

Oorganiska gödselmedel

Oorganiska gödselmedel, mineralgödselmedel, 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. Fältspat, jordskorpans vanligaste mineral, är liksom biotit (mörk glimmer), klorit och karbinatit kaliumrika mineral. Apatit och fosforit är rika på fosfor.

Mineralen kan bearbetas på olika sätt för att göra näringen mer tillgänglig för växterna. De mineralgödselmedel som används i ekologisk odling är mindre bearbetade. Nringen frigörs därför i en långsammare takt jämfört med näringen i lättlösliga mineralgödselmedel. Fosfor i obearbetade mineral, råfosfat, har mycket låg växttillgänglighet. Genom att tillföra råfosfat via komposterings- eller rötningsprocesser kan eventuellt tillgängligheten öka. Nringen i finmalt stenmjöl av kaliumrika mineral är lättillgängligare än näringen i råfosfat.

Genom att endast använda svårlösliga mineralgödselmedel blir tillgången på näring i markvätskan begränsad. Tanken är att detta främjar uppförökningen av vissa mikroorganismer. I förlängningen ger det ett bättre utnyttjande av jordens eget förråd av växtnäring. En låg fosforkoncentration i markvätskan är till exempel en förutsättning för samspelet mellan mykorrhizasvamp och kulturväxt, vilket ökar tillgängligheten av näring för växten. Det är dock viktigt att komma ihåg att tillförsel av organiska gödselmedel kan medföra höga näringskoncentrationer även i ekologiska odlingar.



Genom att gödsla med svårlösliga gödselmedel blir tillgången på växtnäring i markvätskan låg. I förlängningen ger det ett bättre utnyttjande av jordens eget förråd av växtnäring.

Gödsling med organiska gödselmedel

Näringsinnehåll och näringsbalans i organiska gödselmedel

Innehållet av växtnäring i organiska gödselmedel överensstämmer inte alltid med grödornas behov. Tabell 5 visar balansen mellan kväve, fosfor och kalium i några gödselmedel med utgångspunkt från grödans kvävebehov. Näringsbehovet är ett genomsnitt för frilandsgrönsaker och är presenterat som relationstal i tabellen.

Tabell 5. Balansen mellan kväve, fosfor och kalium i olika typer av gödsel relativt det genomsnittliga behovet för frilandsgrönsaker. Siffrorna är relationstal med utgångspunkt från grödans kvävebehov. Avrundade värden, värden under 1 markeras med -.

		N	P	K
Behov		5	1	5–10
Biofer 6-3-12	köttmjöl, kycklinggödsel, K-sulfat/vinass	5	2	10
Ekogödsel 9-4-0	köttbenmjöl	5	2	-
Vinass 4-0-4	biprodukt från jästtillverkning	5	-	6
Lyckeby Organic	biprodukt från stärkelseproduktion	5	1	13
Nötgödsel	fast, 18 % ts	5	1	4
	flyt 9 %	5	1	5
	urin	5	-	8
Hönsködsel	fast 30 % ts	5	2	2
	djupströ slaktkyckling 70 % ts	5	1	2
Hästködsel	fast, 28 % ts	5	2	10
Fårgödsel	fast	5	1	11
Svingködsel	fast	5	3	2
	flyt slaktsvin 6 % ts	5	1	2
Rödkläver	skott skördade i juni/juli	5	-	5
	rötade skott (+flyt från nöt)	5	1	7
	komposterade skott (+halm)	5	1	9

Källa: Omarbetning av material från olika källor

Förlusterna av kväve är ofta större än förlusterna av andra växtnäringsämnen under lagring, processning och spridning. Vid vårspridning är spridningsförlusterna av ammoniumkväve i storleksordningen 10 procent för flytgödsel till 20 procent för fastgödsel och urin. För att förlusterna inte ska bli högre bör du bruka ner gödseln så fort som möjligt efter spridningen.

Vid kompostering finns risk för stora förluster av kväve men också av kalium. Tabell 6 visar ett exempel på näringsförlusterna vid kompostering av färsk stallgödsel.

Tabell 6. Förluster av näring vid kompostering av färsk nötgödsel

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

Källa: Omarbetning av material från olika källor



Kompostering av stallgödsel kan innebära stora förluster av kväve och kalium.

Förlusterna medför att kväveverkan vid gödsling med organiska gödselmedel ofta är låg i förhållande till framför allt fosforverkan. Detta kan leda till obalanser i tillförseln och på sikt till växtnäringsförluster.

Näringsfrigörelse från olika gödselmedel

Näringsinnehållet i ett organiskt gödselmedel överensstämmer inte alltid med hur stor andel av näringen i gödselmedlen som frigörs under odlingssäsongen. Det säger inte heller mycket om i vilken takt näringen kommer att frigöras. När du brukar ner organiska gödselmedel i jorden karakteriseras näringsfrigörelse 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 en snabbare takt än jordens ursprungliga organiska pool. Efterverkan är störst andra året efter gödsling och varierar då ofta mellan 0 och 20 procent av den mängd du tillförde första året.

I ett rent organiskt gödselmedel frigörs i princip allt kalium eftersom kalium inte är bundet i några organiska föreningar. Tillgänglighet av kalium är därmed också likvärdig med tillgängligheten av kalium i lättlösliga mineralgödsel. Många gödselmedel innehåller en blandning av organiska och oorganiska gödselmedel med en lägre frigörelsehastighet av kalium. Tillgängligheten av kalium från dessa sammansatta gödselmedel blir då som helhet lägre än från ett rent organiskt gödselmedel.

Kväve och fosfor förekommer i motsats till kalium både i organiska och oorganiska former vilket komplicerar frigörelseförloppet. Trots att all

fosfor inte föreligger i oorganisk form anses dock tillgängligheten av fosfor i stallgödsel vara lika stor som i mineralgödsel.

Den kortsiktiga frigörelsen av kväve från delvis omsatta gödselmedel som stallgödsel, kompost och rötrest motsvaras ofta ganska väl av innehållet av ammoniumkväve. I tabell 7 visas gödselverkan av stallgödsel vid vårspridning i relation till grödornas behov.

Tabell 7. Ungefärlig verkan av stallgödsel baserat på mängden ammoniumkväve i gödseln vid vårspridning. Siffrorna är relationstal med utgångspunkt från grödans kvävebehov.

		N	P	K
Behov		5	1	5–10
Nötgödsel	fast	5	8	20
	flyt 9 % ts	5	2	13
	urin	5	-	10
Höns gödsel	fast, klet	5	3	4
	djupströ slaktkyckling	5	4	8
Svingödsel	fast	5	12	12
	flyt slaktsvin 8 % ts	5	2	4
	urin	5	1	3

Källa: Omarbetning från Albertsson, 2011.

Idag är rekommendationen att gödsling med organiska gödselmedel ska baseras på fosfortillförseln. För att nå en bättre balans mellan innehållet i gödselmedlen och grödans behov kombineras olika gödselslag i många av de gödselmedel som saluförs för användning i ekologisk odling. För att minska tillförseln av fosfor är det en fördel att kombinera användningen av stallgödsel och komposterat organiskt material med odling av grön-gödslingsgrödor.

Färska gödselprodukter som köttmjöl, vinass, kycklinggödsel och pelleterade växtrester kan ha en högre mineralisering av organiskt bundet kväve än mer omsatta gödselmedel. I tabell 8 visas frigörelsen av kväve från några gödselmedel i ett laborieförsök.

Tabell 8. Kvävefrigörelsen efter 1, 4 respektive 8 veckor från några organiska gödselmedel under laborieförhållanden (utan växt, temp 10 °C). Observera att vissa gödselmedel i tabellen inte längre saluförs.

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

Källa: Jerkebring, 2000

Förhållandet mellan kol och kväve påverkar frigörelsen av kväve

Att andelen kväve som frigörs från gödselmedel varierar så mycket 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.

I ett krukförsök med rajgräs kunde man visa på ett starkt samband mellan C/N-kvoten och de båda parametrarna MFE och MFEorg. MFE 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 9 visas ett av resultaten från undersökningen som genomfördes under 10 veckor i 15 °C. Gödselmedlen tillfördes i en mängd motsvarande 70 kg kväve per hektar.

Tabell 9. C/N-kvot och kvävetts tillgänglighet hos några organiska gödselmedel i ett krukförsök med rajgräs. Kvävetts tillgänglighet är beräknat i förhållande till tillgängligheten hos ett mineralgödselmedel (ammonium-nitrat). MFE (mineral fertilizer equivalent) = i förhållande till det totala innehållet av kväve i gödselmedlet, MFE_{org} = i förhållande till innehållet av organiskt bundet kväve i gödselmedlet (totalkväve – ammoniumkväve).

Gödselmedel	C/N-kvot	MFE	MFEorg
Rötrest	2,3	70	9
Blodmjöl	3,4	80	79
Fjädermjöl	3,7	71	69
Benmjöl	3,9	61	56
Köttmjöl	4,4	57	52
Vinasse	5,6	64	57
Flytgödsel, svin	6,3	52	-12
Kycklinggödsel	6,7	49	25
Flytgödsel, nöt	9,3	52	-8
Hästgödsel	12,8	6	-6
Lucernpellets	13,5	33	20

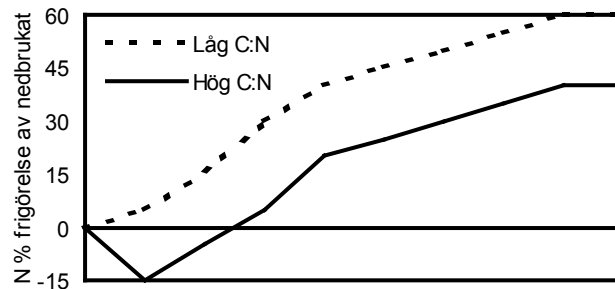
Källa: Delin m.fl., 2012

Generellt kan man räkna med att från gödselmedel med låg C/N-kvot på 2–3, till exempel rötrest och blodmjöl, frigörs 70–80 procent av kvävet. Från pelleterade köttmjölprodukter med en C/N-kvot mellan 4 och 5 är motsvarande siffra 60–70 procent. Från hästgödsel och vissa kompostmaterial med en C/N-kvot över 13 frigörs ofta under 10 procent.



Materialets innehåll av kol och kväve påverkar i hög grad hur snabbt kvävefrigörelsen kommer att ske. Kompost med mycket förvedat och svårnedbrytbart material med hög C/N-kvot och därmed långsam kvävefrigörelse.

Figur 2 visar omsättningen av 2 grön gödslingsgrödor med olika C/N-kvot. Som framgår av figuren når frigörelsen av kväve från en grön gödslingsgröda med högre C/N-kvot aldrig upp till den lättomsättbara grön gödslingens högre procentuella kvävefrigörelse.

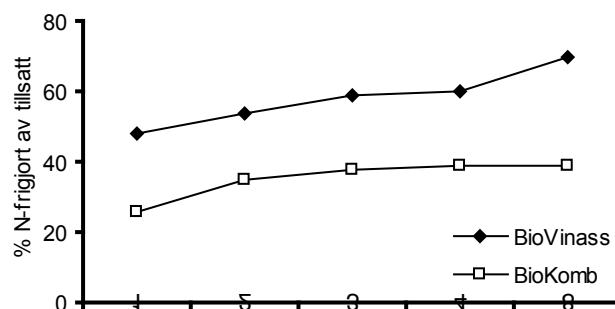


Figur 2. Andelen frigjort kväve vid nedbrukning i jorden från 2 grön gödslingsgrödor med låg respektive hög C/N-kvot.

Källa: Omarbetning av material från olika källor

Frigörelsen av kväve påverkas av vilken typ av organisk förening kolet är bundet i

Tillgängligheten av kväve påverkas också av i vilken typ av organiska föreningar kolet återfinns. Om kolet är bundet i organiska föreningar som frigörs långsamt kommer också kvävet i dessa föreningar att frigöras i en långsam takt. I figur 3 jämförs kvävefrigörelsen från 2 organiska gödselmedel med samma proportion mellan oorganiskt och organiskt kväve. Resultatet tyder på att kolet i BioKomb är bundet i föreningar med en långsammare omsättning än kolet i BioVinass. Då organiska föreningar med en långsam omsättningshastighet ofta innehåller en större andel kol i förhållande till kväve har BioKomb troligen en högre C/N-kvot än BioVinass.



Figur 3. Kvävefrigörelsen från 2 gödselmedel med samma proportion mellan organiskt och oorganiskt kväve. Observera att BioKomb inte längre saluförs.

Källa: Jerkebring, 2000

Äldre växtmaterial som halm har en hög C/N-kvot. Det medför att det behövs extra kväve för att omsätta halmen. Om du inte tillför kväve används istället det kväve som frigörs från jordens egna förråd vid nedbrytningen av halmen. Det kan leda till att temporär kvävebrist uppstår. 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.



Halm och annat förvädat material har hög C/N-kvot och bryts ner långsamt i jorden. Om du inte tillför extra kväve för omsättningen av svårnedbrytbart material använder mikroorganismerna kväve från jordens eget förråd vid nedbrytningen. Det kan leda till en temporär kvävebrist i jorden. Även rötternas utveckling kan påverkas.



Bevattning och bäddodling skapar gynnsamma förhållanden för grödor och mikroliv och förbättrar därmed frigörelsen av växtnäring från jord och gödsel.



Vitkål har ett djupt och rikt förgrenat rotsystem och kan därmed tillgodogöra sig växtnäring som frigörs från både jord och gödsel på ett bra sätt.

I grönsaksodling går det att påverka omgivningsfaktorerna

Frigörelsen av växtnäring är starkt beroende av omgivningsfaktorer som syretillgång, temperatur och fuktighet. Även behandlingen av gödselmedlet som kompostering och torkning kan ha stor betydelse.

Omgivningsfaktorerna är dock lättare att styra i grönsaksodling än i annan frilandsproduktion. De möjligheter som står till buds är bland annat bevattning för att skapa en gynnsam fuktighet för växt och mikroliv. Bäddodling och täckning med fiberduk kan höja temperaturen i jorden under den första delen av odlingsperioden.

Plantering gör det möjligt att fördröja etableringen i fält jämfört med vid direktsådd. Plantering minskar därmed risken för växtnäringsbrist på grund av låg marktemperatur. Luckring för in syre i jorden vilket påverkar frigörelsen av växtnäring i positiv riktning.

Växtslag och växtmiljö påverkar växtnäringsutnyttjandet

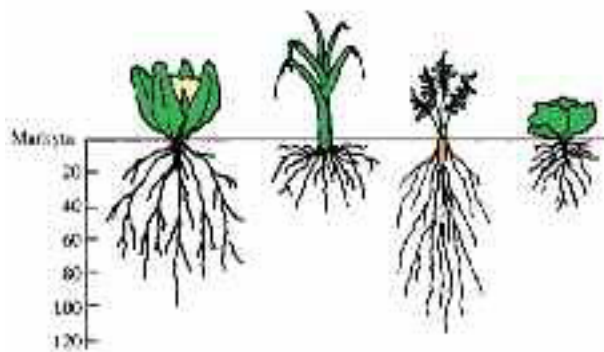
Näringsfrigörelsen är inte något mått på hur mycket av näringen som kommer att tas upp i växten. Det säger alltså ingenting om näringsutnyttjandet eller näringseffektiviteten. Upptaget är beroende av faktorer som påverkar tillväxten ovan och under jord exempelvis växtslag och växtmiljö. Tabell 10 visar kväveeffektiviteten för tre grödor vid tillförsel av olika typer av gödselmedel.

Tabell 10. Kväveeffektiviteten för vete, purjolök och vitkål vid gödsling med olika typer av gödselmedel. Observera att försöken genomförts på olika platser.

		Kväveeffektivitet (%) = (Kväveupptag i gödlat led – Kväveupptag i ogödlat led) Kväve tillfört med gödselmedlet		
		Plats 1	Plats 2	
		Vårvete	Purjolök	Vitkål
Mineralgödsel	14-4-17		47	65
	27-5-3	58		
Binadan	5-2-4		25	36
	6-3-12	30		
Biofer	11-3-0	36		
Stallgödsel	Färsk		8	17
	Komposterad		7	10
BioVinass	4-0-6	30		

Källa: Jerkebring, 2001

Det låga växtnäringsutnyttjandet 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. Figur 4 visar en schematisk bild över några grönsaksgröders rotsystem.



Figur 4. Rotsystemet hos blomkål, purjolök, morot och sallat.

Källa: Omarbetad efter Weaver & Bruner 1927, Schuurman & Schäffner 1974 samt Greenwood m.fl. 1982



Lök har ett grunt rotsystem och saknar dessutom sidorötter och rothår. Lök har därför svårt att utnyttja den växtnäring som finns tillgänglig i markprofilen.

Växtnäringsutnyttjande vid olika användningsområden av grüngödsling

Att utnyttja gårdens bästa jordar för odling av grüngödslingsgrödor kan många odlare uppleva som en dyr uppoffring eftersom grüngödslingsgrödan inte ger en direkt inkomst. Grüngödslingsgrödornas fördelar skulle möjligen kunna utnyttjas bättre genom att odla dem på marker med sämre bördighet. Mot denna bakgrund genomförde forskare på SLU (Sveriges Lantbruksuniversitet) en studie som undersökte möjligheten att på gårdsnivå lagra och transportera det fixerade kvävet i grüngödslingsgrödor. Försöken genomfördes på Krusenberg strax söder om Ultuna.

I studien jämfördes kväveeffektiviteten vid direktnedbrukning av grüngödslingsgrödor med kväveeffektiviteten när grüngödslingsgrödan först komposterades, rötades eller användes som marktäckning. Egenskaperna för dessa former av grüngödsling skiljer sig mycket åt och har alla både för- och nackdelar.



Försöksfältet på Krusenberg. Marktäckning med grönmassa närmast i bild.

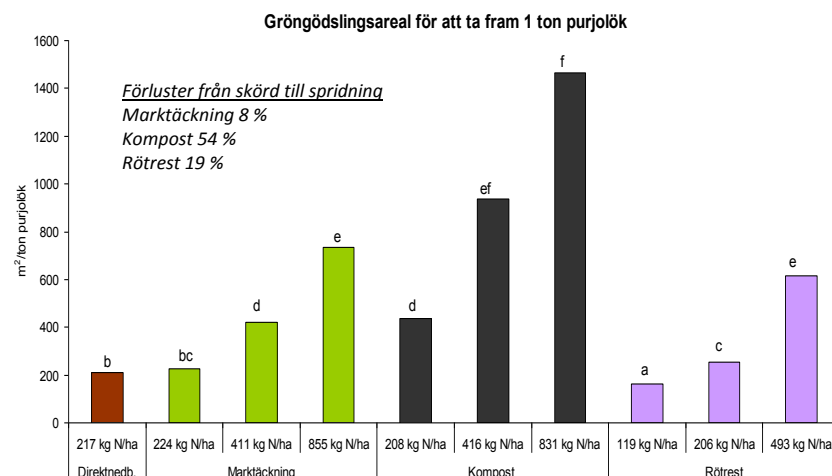
Vid direktnedbrukning och marktäckning är grönmassa färsk och kvävet är huvudsakligen bundet i organiska föreningar. Frigörelsen av kvävet vid marktäckning går dock långsammare än när grönmassan blandas med jord, som vid direktnedbrukning. Fördelen med marktäckning är att när ett lager grönmassa läggs ut mellan grönsaksraderna får ettåriga ogräs svårare att etablera sig. Samtidigt minskar behovet av bevattning, jorden behåller en jämn fuktighet. Nackdelen är att stora mängder marktäckningsmaterial också kan orsaka stora förluster av kväve i form av ammoniak.

Risken för ammoniakavgång är även stor vid spridning av rötrest. Risken kan dock minska genom att mylla rötresten direkt i samband med spridning. En fördel med rötresten är att kvävet till stor del består av mineralkväve. Det ökar möjligheten att få kontroll genom att tillföra gödseln när behovet hos grödan är som störst.

Komposten, slutligen, har i flera försök visat sig ha en positiv effekt på etableringen av småplantor. Nackdelen är dock att mycket kväve försvinner i form av ammoniak under komposteringsprocessen.

Det behövdes minst areal när grönmassan rötades

Studien visade att när lika mycket kväve tillfördes var purjolöksskörden oberoende av i vilken form kvävet tillfördes. Försöket studerade också hur stor areal grüngödsling som behövs för att producera en viss mängd purjolök (figur 4). Av de undersökta formerna av grüngödsling krävdes minst areal när grönmassan rötades. Fördelen med en mindre areal är att det går åt mindre energi och insatsmedel på gården för att odla fram kväve.



Figur 4. Areal av grüngödsling (rödklöver) för att producera 1 ton purjolök. Krusenberg, Uppsala.

Att det gick åt olika stor areal att odla fram kvävet berodde dels på att förlusterna av kväve från skörd av grüngödslingsgrödan till spridningen av gödselmedlen var olika stora. Komposten utmärkte sig genom en kväveförlust på drygt 50 procent. Skillnaderna i kväveeffektivitet berodde troligen också på förluster efter spridning och på hur väl tillgången på näring i jorden sammanföll med grödans behov.

Purjolöken i ledet med direktnedbrukning fick en flygande start men tillväxten mattades av i slutet av odlingsperioden. Avmattningen tyder på att den direktnedbrukade grönmassan inte räckte till för att förse purjolöken med kväve i slutet på säsongen när behovet är som störst. En komplettering med till exempel rötrest halvvägs in på säsongen skulle troligen resulterat i en högre skörd.

Risker för växtnäringsförluster i grönsaksodling

Flera faktorer samverkar till risken för näringsförluster i grönsaksodling.

Grönsaker har stort näringsbehov

Många grönsaksgrödor är näringskrävande och i behov av ett stort näringsförråd i jorden ända fram till skörd. Orsaken är att de skördas i tillväxt och måste bibehålla ett fräscht utseende ända ut i konsumentled.

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 stora näringsmängder behöva tillföras med grundgödslingen även till grödor med litet näringsbehov tidigt på säsongen. I ekologisk odling bidrar dessutom den långsamma näringsfrigörelsen från organiska gödselmedel tidigt på säsongen till behovet av stora grundgödslingsgivor.

Många grönsaker har kort kulturtid

Vissa grödor som sallat, lök och färskpotatis skördas tidigt då jorden ännu är varm. Det innebär att den näring som frigörs efter skörd är utsatt för utlakning med höstens regn.

Stora mängder organiskt material i omlopp

I ekologisk grönsaksodling tillförs stora mängder organiskt material i form av gödsel- och jordförbättringsmedel. Nedbrukning av det organiska materialet kan ge upphov till syrebrist i jorden och därmed öka risken för gasformiga kväveförluster (kväveoxider). Vid marktäckning med grönmassa kan kväve försvinna som ammoniakgas. På sikt höjs också jordens humushalt vilket ökar den långsiktiga frigörelsen från jordens eget näringsförråd och därmed risken för utlakningsförluster.

Det är framför allt efter skörd av avsalugrödan och i samband med följande jordbearbetningar som risken för utlakning ökar. Många grönsaksgrödor lämnar dessutom stora mängder skörderester efter sig som brukas ned i jorden efter skörd. Då skörderesterna vanligtvis är lättomsättbara bidrar dessa till att öka risken för näringsutlakning.



Grönsaker skördas i full tillväxt och måste hålla sin fräschör ända ut i konsumentledet. Därför är de i behov av god näringsförsörjning ända fram till skörd.



Kålväxter lämnar stora mängder näringsrika skörderester kvar på fältet vilket ökar risken för utlakning. Om du inte hinner så en fånggröda efter skörd kan du låta kålstabbarna stå kvar och fungera som fånggröda.



Grödor som skördas tidigt då jorden fortfarande är varm innebär risk för utlakning av kväve. Genom att så en fånggröda efter skörd kan du minska risken för växtnäringsförluster.

Metoder för att minska risken för förluster

För att minska risken för näringsförluster kan du lägga in fånggrödor i växtföljden. 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.

Radgödsla gärna grödor som har grunt rotsystem och litet näringsupptag under den första delen av kulturperioden. Det förutsätter dock att du har tillgång till gödselmedel som går att radsprida. Till grödor med grunt rotsystem bör du dela upp gödslingen i en grundgödsling följt av en eller flera tillskottsgödslingar.

Idag finns ett stort intresse för att använda organiskt material för framställning av biogas, så kallad rötning. Risken för växtnäringsförluster är stor på gårdar med gröngödslingsgrödor där biomassan efter avslagning brukas ned eller blir liggande på markytan. Genom att föra bort och röta biomassan minskar risken för förluster.

Restprodukten från biogasprocessen, rötresten, innehåller en stor andel mineralkväve och är användbar som gödselmedel. Det höga innehållet av mineralkväve underlättar växtnäringsstyrningen. Idag finns dock inget utbyggt system för återföring av rötresten till åkermarken. Rötresten innehåller stora mängder vatten vilket gör transporter energislukande och dyra. Spridningen innebär också stor risk för förluster av kväve eftersom rötresten innehåller stora mängder ammoniumkväve som lätt kan övergå i gasform.

pH och kalkning

Det råder idag delade meningar om vilket pH som är det optimala vid växtodling. Generellt har de rekommenderade riktvärdena för kalkning sänkts från mellan 6,5 och 7,0 till mellan 6,0 och 6,5. Riktvärdena ska dock inte betraktas som miniminivåer utan som målnivåer vid kalkning.

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. Detta 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 odlingsystem med stor tillförsel av organiska gödselmedel.

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 däremot 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.

Låga pH-värden påverkar dessutom aktiviteten hos kvävefixerande bakterier negativt. Redan vid pH 6 kan fixeringen försämrast. Det råder idag oenighet om hur negativt lågt pH är för kvävefixeringen i naturliga miljöer. Orsakerna till denna oenighet är att flertalet undersökningar av hur pH påverkar kvävefixeringen utförts i laboratoriemiljö. På senare år har upptäckter gjorts av 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 högt pH (över 6) 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?

När du odlar med organiska gödselmedel kan ett pH runt 6 ses som ett riktvärde vid kalkning. Vid höga mullhalter och på lättare jordar kan lägre pH tolereras. I Jordbruksverkets riktlinjer ges följande rekommendationer: Understiger pH 5,1 bedöms det alltid vara behov av kalkning. På mineraljordar med en mullhalt över 10 procent och pH mellan 5,1 och 5,5 bör pH bestämningen kompletteras med en aluminiumanalys. Om mängden utbytbart aluminium inte överstiger 1,0 mg per 100 ml jord är behovet av kalkning litet. Men behovet av kalkning stiger med ökande aluminiumhalt.

Genom att tillföra kalk kan du höja jordens pH. Du kan tillföra kalk som krossad kalksten eller kalkstensmjöl (kalciumkarbonat, CaCO_3). Kalk i form av mjöl har högre kalkverkan jämfört med kalk som enbart är krossad. 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. För att höja pH en halv enhet går det åt givor på mellan 1 och 14 ton kalkstensmjöl per hektar, normalt mellan 2 och 8 ton.

Om jorden dessutom har lågt innehåll av magnesium kan du tillföra dolomit, en magnesiumrik kalksten. Det är ett billigt och effektivt sätt att förbättra tillgången på magnesium för grödorna.



Högt pH i jorden försämrar tillgängligheten av alla mikronäringsämnen med undantag för molybden. Bilden visar molybdenbrist i vitkål med typiskt osymmetriska blad.

Litteratur

- Albertsson, B. 2011. Riktlinjer för gödsling och kalkning 2012. Jordbruksinformation 21-2011, Jordbruksverket.
- Ascard, J. Gödselmedel för ekologisk odling 2014. I: Ascard, J. & Bunnvik, C. (red.) 2013. Ekologisk odling av grönsaker på friland. Kurspärm. Jordbruksverket, Jönköping.
- Båth, B. 1997. Gröngödsling och hushållsavfall i frilandsodlade grönsaker. Jordbruksinformation 10–1997, Jordbruksverket.
- Båth, B. & Mårtensson, A. 1998. Användning av fånggrödor i frilandsgrönsaker. Jordbruksinformation 8–1998, Jordbruksverket.
- Båth, B. et al. 1999. Växtföljden och odlingssystemet vid ekologisk odling av frilandsgroönsaker. Jordbruksinformation 20–1999, Jordbruksverket.
- Båth, B. 2000. Matching the availability of N mineralised from green-manure crops with the N-demand of field vegetables. *Agraria* 222, SLU, Uppsala.
- Båth, B. 2003. Makronäringsämnen. I: Ascard, J. & Bunnvik, C. (red.) 2008. Ekologisk odling av grönsaker på friland. Kurspärm. Jordbruksverket.
- Båth, B. & Elfstrand, S. 2008. Use of red clover-based green manure in leek cultivation. *Biological Agriculture and Horticulture* 25, 269-286.
- Börling, K. 1999. Fosforhushållning – mykorrhiza, fixering och utlakning i mark. Fakta jordbruk 10, SLU.
- Caspersen, S. 2001. Mykorrhiza kan gynna växtens tillväxt och hälsa. Fakta trädgård-fritid 85, SLU.
- Claesson, S. & Steineck, S. 1991. Växtnäring, hushållning – miljö. Speciella skrifter 41, SLU, Uppsala.
- Delin, S., Stenberg, B., Nyberg, A. & Brohede, L. 2012. Potential methods for estimating nitrogen fertilizer value of organic residues. *Soil Use and Management* 28, 283-291.
- af Geijersstam, L. 2001. Baljväxter fixerar kväve sämre vid lågt pH. Fakta jordbruk 11, SLU.
- Jerkebring, K. 2000. Anpassad kvävegödsling i ekologisk odling av frilandsgroönsaker – ett kunskapsunderlag för delad kvävegiva. Examensarbeten/Seminarieuppsatser 16, SLU, Uppsala.
- Jerkebring, K. et al. 2001. Anpassad kvävegödsling i ekologisk odling av frilandsgroönsaker, Jordbruksinformation 6–2001, Jordbruksverket.
- Jordbruksverket 2013. Gödsling och kalkning 2014. Jordbruksinformation 11-2013 Jordbruksverket, Jönköping.

Kling, M. (1998). Mykorrhiza – dold kraft i odlingen. Fakta trädgård 7, SLU.

KRAV 2015. Regler för KRAV-certifierad produktion. KRAV ekonomisk förening, Uppsala.

Magnusson, M. 2015. Mikronäringsämnen och pH. I: Ögren, E. & Bunnvik, C. (red.) 2015. Ekologisk odling av grönsaker på friland. Kurspärm. Jordbruksverket.

N-expert Dataprogram från Tyskland som bygger på följande källor: Alt & Wiemann, (1987); Lorentz et al. (1989); Fink, (1991); Krug, (1991); Scharpf & Wehrmann, (1991) samt tyskt rådgivningsmaterial.

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

Richert Stintzing A. et al. 1999. Stallgödsel i ekologisk grönsaksodling. Jordbruksinformation 11–1999, Jordbruksverket.

Rölin, Å. 2015. Växtnäringsbalans i ekologisk grönsaksodling. I: Ögren, E. & Bunnvik, C. (red.) 2015. Ekologisk odling av grönsaker på friland. Kurspärm. Jordbruksverket.

Steineck, S. et al. 2000. Växtnäring i kretslopp. SLU Kontakt 11.

Öborn, I. et al. 2001. Vittring kan täcka kaliumbrist på vissa jordar. Fakta jordbruk 17, SLU.

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



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