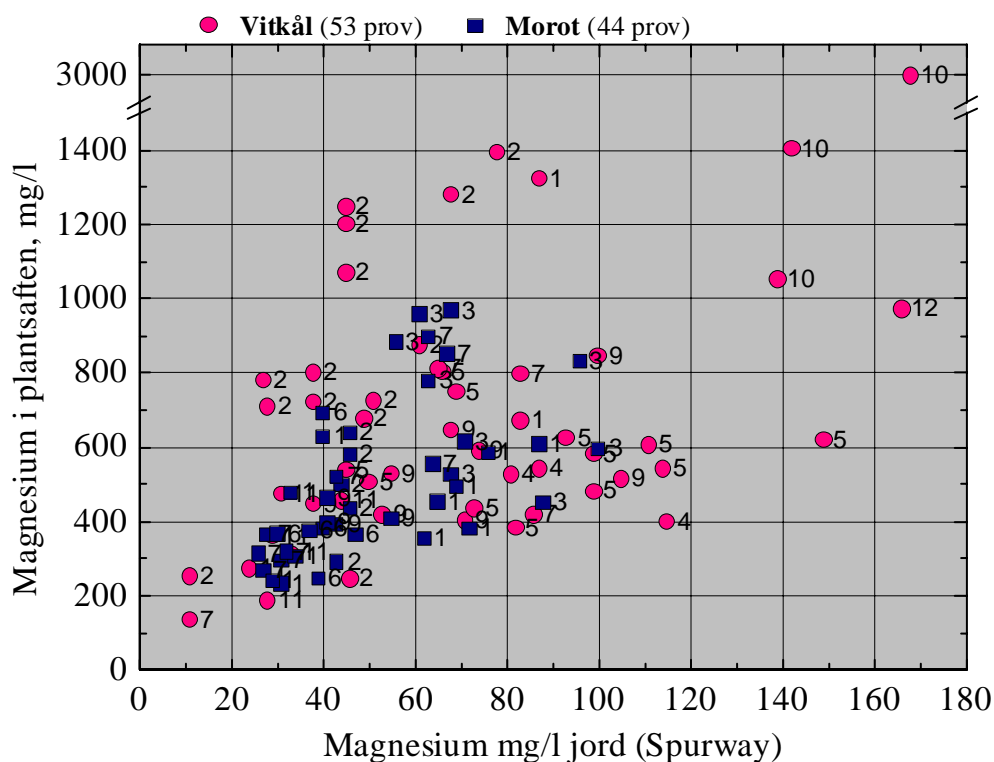


## Förslag till riktvärden för jord- och plantanalyser i ekologisk grönsaksodling



Margareta Magnusson, AgrD Högsta Grönsaksodling  
Åsa Rölin, Hushållningssällskapet i Värmland  
Elisabeth Ögren, Länsstyrelsen i Västmanlands län

Rapport genomförd 2006, finansierad av Jordbruksverket FOU



# **Innehåll**

**Bakgrund och syfte, 5**

**Sammanfattning med nya riktvärden, 5**

**Jordanalys enligt modifierad Spurway, 6**

**Plantanalyser, totalhalter i ts, 7**

**Plantsaftanalyser, 8**

**Underlag för nya riktvärden, 9**

**Spurway-metoden, kort historik, 9**

**Plantanalyser, riktvärden i litteraturen, 13**

**Egna undersökningar, 16**

*Kväve, 17*

*Fosfor, 21*

*Kalium, 25*

*Kalcium, 29*

*Magnesium, 33*

*Svavel, 37*

*Klor, 41*

*Natrium, 45*

*Mangan, 49*

*Bor, 53*

*pH, 57*

*Lt, 58*

*Plantsaft tidpunkt och gödsling, 61*

*Relation mellan Spurway och Al- metoden, 65*

**Litteratur, 67**



## Bakgrund och syfte

Under tidsperioden 1999–2005 har dokumentationsprojekt genomförts av Elisabeth Ögren, Länsstyrelsen Västerås och Åsa Rölin, HS Värmland i 8–11 ekologiska grönsaksodlingar i fem län i Mellansverige (Ögren, 1999; 2000; Ögren & Rölin, 2001; 2002; 2003; 2004). Samma gårdar har studerats sedan 1999 och under 2005 har en deltagardriven utvärdering genomförts tillsammans med lantbrukarna (Ögren m.fl. 2005). Projektet har även fortsatt under 2006 (Ögren & Rölin, 2006). Omfattande data om odlingarna har dokumenterats; växtföljd, gödsling, odlingstekniska åtgärder, skördenivåer mm. Jord och plantor har analyserats på sitt växtnäringsinnehåll.

Tidigt i projektet såg man tendenser till att växtnäringsbalanserna ur miljösynpunkt visat på rimliga överskott av kväve medan fosforöverskotten i flertalet balanser var högre än Jordbruksverkets rekommenderade värden med hänsyn taget till markens fosfortillstånd. Dessa tendenser har bekräftats under åren. Olika sätt att minska fosforöverskotten har diskuterats.

En systematisk genomgång av hela materialet bedömdes kunna ge säkrare slutsatser för förslag på gödslingsstrategier och odlingsåtgärder som förbättrar växtnäringsutnyttjandet och odlings-säkerheten i ekologisk grönsaksodling. Under 2005 genomfördes därför en samlad utvärdering där sambanden mellan skörd och växtnäringsinnehåll i jord och plantor studerades med multivariata statistiska metoder och jämfördes med referensvärden för de olika analysmetoderna (Magnusson m.fl., 2005). Utvärderingen bekräftade flera av de tendenser man iakttagit i projektet.

Kalium och mangan var de enskilda växtnäringsämnen som påverkat skörden av vitkål starkast. Otillräckligt upptag av kalium berodde på lågt kaliuminnehåll i jorden samt för låg kvot av K/Mg och för hög kvot av Ca/K. Otillräckligt upptag av mangan berodde främst på höga halter av kalcium och magnesium i jorden och även på högt pH i jorden. Främsta rådet blev att inte kalka upp nya jordar till pH värden över 6 och att inte tillföra extra magnesium där innehållet redan är högt.

En viktig slutsats av utvärderingen var att den s.k. Spurway-analysen, där den mest lättillgängliga delen av 10–15 olika ämnen analyseras, ger en helt annan helhetsbild av växtnäringsituationen jämfört med markkarteringens handfull växtnäringsämnen och den bedömdes tillsammans med plantsaftanalyser ha potential att bli ett värdefullt redskap för att förbättra

växtnäringsutnyttjandet inom ekologisk grönsaksodling. Tyvärr blev det allt tydligare att de riktvärden för utvärdering av Spurway-analysen som tillämpas idag inte är användbara i ekologisk odling. De är från början baserade på konventionell odling och har i vissa fall inte uppdaterats de senaste 20–30 åren. De är inte anpassade till ekologisk odling där växtnäringsförsörjningen bygger på en kontinuerlig mineralisering från organiska gödselmedel. Höga halter i markvätskan är varken sannolikt eller önskvärt. Däremot är balansen mellan olika ämnen viktig. Värdena i projektet skiljde sig för vissa ämnen så kraftigt från riktvärdena att jämförelser blev meningslösa.

Konsekvenserna av de inaktuella och missvisande riktvärdena bedömdes vara en uppenbar risk för överdriven fosforgödsling och en ökad risk för brist på mangan och andra mikronäringsämnen om man försöker uppnå de rekommenderade värdena för kalcium i jorden. Med relevant utvärdering skulle analyserna istället öka möjligheterna att upptäcka skördebegränsande näringsbrister och därmed förbättra utnyttjandet av kväve och fosfor.

Syftet med projektet är att utifrån redan insamlade data från ekologiska grönsaksodlingar utarbeta riktvärden för jord- och plantanalyser som är bättre anpassade till nutidens miljömål och till ekologisk odling.

*Detta arbete och denna rapport har genomförts under 2006 och finansierats av Jordbruksverket inom ramen för Forskning och Utveckling inom Ekologisk produktion.*

## Sammanfattning med nya riktvärden

Grunden för vårt arbete med att ringa in rimliga riktvärden för ekologisk grönsaksodling är analyser av jord enligt Spurway-metoden i grönsaksodlingar där även plantorna som växt i jorden analyserats på växtnäringsinnehåll. Analysvärdena har relaterats till tillgängliga riktvärden för att bedöma om plantorna lidit brist på något ämne och var gränsen mellan brist, tillräckligt och överskott för respektive ämne i jorden går.

Materialet i form av egna prover och analyser från tidsperioden 1989–2005 redovisas utförligt och presenteras huvudsakligen i grafisk form. Avsikten är att underlätta en fortlöpande förbättring av riktvärdena vartefter mera data blir tillgängligt.

## Jordanalys enligt modifierad Spurway

Metoden har tillämpats i Sverige sedan slutet av 1940-talet och blev snabbt populär i växthusodlingar. Efterhand började den även användas i frilandsgroönsaker. Den tidiga tillämpningen av analysmetoden och hur riktvärdena för utvärdering utvecklats beskrivs på s 9–12.

I Spurway-analysen extraheras jorden med en svag ättiksyralösning (1:6 jord:HAc 0,1%, 30 minuter) och man får ut den mest lättillgängliga delen näring, det växterna kan antas ha tillgång till de närmaste veckorna. Kväve, fosfor och svavel i organisk form syns inte i analysen, vilket innebär en underskattning av tillgången för de ämnena. Resultaten anges i mg/l jord. Om värdet i Spurway multipliceras med provtagningsdjupet i dm får man näringsämnet i kg/ha. För att få tillförlitliga värden för kväve är provhanteringen viktig. Proverna ska skickas in till laboratoriet så snart som möjligt som brev (mjuk påse) eller företagspaket vid större försändelser, i början av veckan. Om provet förvaras innan det skickas bör det frysas och skickas i fryst tillstånd.

I tabell 1 presenteras de riktvärden vi kommit fram till genom det arbete som redovisas i rapportens

övriga delar. Under arbetets gång har värdena diskuterats med de två analyslaboratorier som idag utför Spurway-analysen, AB LMI i Helsingborg och Lantmännen Analycen AB i Kristiansstad. De kommer att lägga in de nya värdena (eventuellt något modifierade) i sina system för utvärdering så att de kan användas under kommande odlingssäsong. **För att få rätt utvärdering är det viktigt att den som skickar in prov anger att det handlar om ekologisk odling.** Vid Analycen anser man dock att de nya värdena i princip är relevanta även i konventionell odling för bedömning av behov av tillskottsgödsling under pågående säsong.

Den största skillnaden mot tidigare värden är en radikal sänkning av rekommendationerna för fosfor. Det motiveras av att man i många fall tagit de högsta skördarna av både vitkål och morot (kring 80 ton/ha) vid så låga P-värden i jorden som 1–5 mg/l, och att det i det här materialet inte finns någon tendens till ökade skördar med värden för P i jorden över 10–15 mg/l. Det kan bl.a. bero på att fosfor som finns lättillgängligt i organiskt material inte syns på analysen. För morötter kan även mykorrhiza spela in. En revidering av rekommendationerna för fosfor pågår även i konventionell odling (s 21).

Tabell 1. Förslag till riktvärden för jord analyserad enligt mod. Spurway (1:6 jord:HAc 0,1%, 30 minuter). 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 <sub>3</sub> -N) mg/l	10–30	20–50	20–60	20–50
Ammoniumkväve (NH <sub>4</sub> -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

De nya värdena innebär också en sänkning för innehållet av kalcium i jorden och för pH. Det motiveras av tydliga tendenser till brist på mikronäringsämnen, främst mangan, vid de höga värden som rekommenderats tidigare. I jämförelse med tillgängliga riktvärden är det genomgående låga manganhalter i våra plantprover. Mangan fastläggs i jorden med stigande pH och höga värden för kalcium och magnesium i jorden hämmar dessutom upptaget av mangan i plantorna. Det här innebär att vid pH-värden kring 5,5 och lägre kan det vara tillräckligt med 1 mg Mn/l i jorden, medan vid pH-värden kring 6,5 och högre behövs högre värden för

mangan. Balansen mellan kalcium, kalium och magnesium är också viktig för upptaget av respektive ämne. Förhållandet Ca/Mg i jorden bör ligga kring 10, Ca/K kring 5. Är innehållet av Ca i jorden högt behöver nivån på K och Mg höjas. Det kan medföra obalans gentemot övriga ämnen som då också måste höjas, vilket kan medföra nya problem.

Det är lätt att höja pH-värdet, men mycket svårt att sänka det, särskilt i ekologisk odling. Därför är det viktigt att inte kalka slentrianmässigt utan göra en noggrann bedömning av behovet. Det föreslagna värdet för kalcium i jorden, 400–800 mg/l,

motsvarar Ca-Al på 100–300 mg/100g jord (s 66). Farhågor att kvävefixeringen försämrats för vissa baljväxter kan vara ett skäl att inte låta pH-värdet sjunka för långt under 6,0. Fungerar odlingen bra vid 5,5 finns ingen anledning att höja pH. I konventionell odling motverkas negativa effekter av höga pH-värden genom användandet av försurande gödselmedel och man har större möjligheter att lösa problem med fastlagda mikronäringsämnen genom bladgödsling jämfört med i ekologisk odling.

Värdena för kväve och svavel har också sänkts relativt mycket. I ekologisk odling är en stor andel av kvävet som tillförs med gödsling och kvävefixering organiskt bundet. Därför kan man normalt inte vänta sig höga kvävehalter i jorden under säsongen, och grödan kan ha god tillgång till kväve även vid måttliga nivåer i jorden förutsatt att mineraliseringen fungerar bra. Liksom för kväve och fosfor är huvuddelen av markens svavelförråd organiskt bundet. Den största delen av svavel som tillförs med stallgödsel är också organiskt bunden. Pelleterade organiska gödselmedel som innehåller rester från jästindustrin innehåller däremot svavel i form av kaliumsulfat vilket blir snabbt tillgängligt för plantorna och synligt i jordanalyser, som inte tar med organiskt svavel.

Kalium som tillförs med organisk gödsling blir i princip tillgängligt för grödan omedelbart och syns därmed också tydligt i jordanalyser. Till skillnad från kväve kan man därför inte förvänta sig radikalt lägre kaliumvärden i jorden jämfört med konventionell odling. Balansen mellan kalium och magnesium är också viktig för upptaget av respektive ämne. Förhållandet K/Mg bör ligga kring 1–2. Kraftig kalkning med dolomit eller kraftig kaliumgödsling kan göra att balansen hamnar långt utanför ideala värden.

De flesta organiska gödselmedel innehåller mer eller mindre natrium och klorid och man kan förvänta sig högre halter i jorden i ekologisk odling jämfört med i konventionell odling. Den övre gränsen på 50 resp. 40 mg/l som satts bygger förutom på det här materialet även på LMI:s erfarenheter av att det finns risk för negativa effekter om de nivåerna överskrids.

Många grönsaksjordar är fattiga på bor och där man inte tillfört bor med specialgödselmedel ligger värdena oftast under 0,5 mg/l. Låga värden för bor både i jorden och i produktproverna uppmärksammades tidigt i dokumentationsprojektet och borgödsling med 1–2 kg rent bor per ha i samband med vårbruket har införts till de flesta grönsakskulturerna i växtföljden. Det har successivt

höjt värdena i jorden och plantorna, men fortfarande är värden över 1,0 mg/l i jorden ovanligt. Eftersom marginalen till skadliga effekter av höga borhalter i jorden anses liten bör man följa värdena i jorden vid regelbunden tillförsel. Enligt Branson (1976, refererad i Bergmann, 1992), innebär borhalter i jorden under 0,5 mg/l inga problem ens för de känsligaste växterna. Vid halter över 5 mg/l börjar även ganska toleranta växter ta skada.

### **Plantanalyser, totalhalter i ts**

Den vanligaste typen av plantanalyser är att totalhalten av grundämnen analyseras i torkade prover. Proverna tas ut vid bestämda stadier i plantornas utveckling och kan utgöras av hela eller delar av plantan. Vanliga stadier för provtagning är mitten av säsongen, vid start av huvudbildning i t.ex. kål eller i moget stadium vid skörd. Referensvärden har samlats under åren lopp och olika sammanställningar finns publicerade i växtnäringslitteratur (s 13–15).

Värdena i de här tabellerna har relaterats till resultaten i de egna undersökningarna nedan (s 17–66) för att bedöma om plantorna lidit brist på något näringsämne. En bedömning har också gjorts av hur relevanta värdena är och försök gjorts att ringa in användbara riktvärden i ekologisk odling för de här grödorna. I vissa fall skiljer det mycket mellan olika källor. Man kan förmodligen anta att t.ex. vissa riktvärden för fosfor i plantorna bygger på kraftigare fosforgödsling än vad som idag anses rimligt.

I tabell 2 har förslag till riktvärden för morot och vitkål sammanställts. Värdena gäller både rot och blast (hela den ovanjordiska plantan) vid skörd för morötter. För vitkål gäller värdena huvudet vid skörd och det yngsta fullt utvecklade täckbladet vid skördefärdigt stadium. I tabell 3 har riktvärden för broccoli och blomkål sammanställts. Värdena gäller både huvud och skörderest (hela den ovanjordiska plantan) vid skörd. Värdena innebär en revidering av tidigare utarbetade riktvärden (Magnusson, 2000, Tab. 14, s15)

Den typen av prover är främst användbara för att justera gödsling och andra odlingsåtgärder till nästa säsong. De kan också användas för att räkna på växtnäringsbalanser. För att diagnostisera näringsbrister under säsongen och bedöma behov av tillskottsgödsling är det vanligt att ta prover på blad i mitten av säsongen. Ett analyslaboratorium i Nya Zeeland, R J Hill Laboratories Ltd publicerar riktvärden för tolkning av bladanalyser på sin hemsida ([www.hill-labs.co.nz](http://www.hill-labs.co.nz)). I det här projektet har vi inte underlag för att sätta upp några egna värden för den typen av analyser.

Tabell 2. Förslag till riktvärden för morötter och vitkål. Värdena gäller rot och blast (hela den ovanjordiska plantan) vid skörd för morötter och huvudet resp. det yngsta fullt utvecklade täckbladet vid skördeärdigt stadium för vitkål, % resp. mg/kg ts

Ämne	Morot		Vitikål	
	Rot	Blast	Huvud	Blast
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
Klor (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

Tabell 3. Förslag till riktvärden för broccoli och blomkål. Värdena gäller för huvud och skörderest (hela den ovanjordiska plantan) vid skörd, % resp. mg/kg ts

Ämne	Blomkål		Broccoli	
	Huvud	Skörderest	Huvud	Skörderest
Kväve (N) % i ts	3,0–4,0	2,0–3,5	3,0–4,0	2,0–3,0
Fosfor (P)	0,4–0,6	0,3–0,5	0,4–0,6	0,2–0,5
Kalium (K)	3,5–4,5	2,5–4,0	3,0–4,0	2,5–4,0
Kalcium (Ca)	0,20–0,35	1,5–3,5	0,20–0,40	1,5–3,0
Magnesium (Mg)	0,14–0,25	0,15–0,45	0,10–0,25	0,20–0,50
Svavel (S)	0,6–0,8	0,6–1,3	0,4–0,8	0,4–1,3
Klor (Cl)	0,5–0,8	0,5–1,5	0,3–0,8	0,5–1,5
Natrium (Na)	0,04–0,10	0,04–0,20	0,02–0,25	0,04–0,60
Järn (Fe) mg/kg ts	50–100	70–200	50–100	70–200
Mangan (Mn)	20–50	30–300	30–150	60–500
Bor (B)	25–50	30–100	25–50	30–100
Koppar (Cu)	6–15	5–15	6–15	5–15
Zink (Zn)	40–150	30–200	40–150	30–200
Molybden (Mo)	0,5–3,0	0,5–15	0,5–3,0	0,5–10
Nickel (Ni)	0,5–5,0	0,5–10	0,5–5,0	0,5–10

## Plantsaftanalyser

Den typ av plantsaftanalys som använts i delar av det här materialet är utarbetad hos AB LMI, Helsingborg och omfattar 15 ämnen. Den används idag främst inom konventionell trädgårds- och potatisodling. Analyserna är då ofta underlag för beslut om tillskottsgödsling under säsongen. Analysresultaten presenteras i grafikform och förutom halter är balansen mellan olika näringsämnen viktig vid avgörandet för olika åtgärder. Analyserna ger bättre beslutsunderlag efter upprepade prover under några år, då odlaren och laboratoriet sett vilka värden som passar just för de gårdsspecifika förutsättningarna. Vid utvärdering av analyser på laboratoriet finns för de större grödorna inlagda en variation av halterna i tiden i dataprogrammet som gör grafiken.

Plantsaften visar enligt LMI tillståndet i växten under en kort tid, ungefär 2 v bakåt i tiden och 1 v framåt i tiden. Rekommendationen är oftast att man samtidigt tar ett Spurway-prov som ger vägledning även längre fram i tiden. Höga och låga värden i

plantsaften behöver inte vara kopplade till innehållet i jorden. Förmåga att ta upp näringsämnen kan störas av t.ex. brist på vatten eller andra brister i odlingsförutsättningarna. Därför är det viktigt att känna till förutsättningarna vid tolkning av en analys, och innan ett eventuellt beslut om tillskottsgödsling tas.

Enligt LMI är precisionen högre jämfört med ts-analyser genom att det optimala värdet är smalare och stabilare under säsongen. Det är också en enklare och snabbare metod och därmed billigare. LMI anser i princip att det inte borde vara någon skillnad i idealvärden mellan konventionell och ekologisk odling. Analyserna som ingår i det här arbetet ger inte tillräckligt underlag för att sätta upp egna riktvärden. Möjligen bedömer vi att värdet för fosfor kan vara väl högt.

En annan typ av växtsaftanalys är användning av nitratstickor som mäter nitrathalten i växtsaften. Den nämns kortfattat på s 63.



## Underlag för nya riktvärden

Grunden för vårt arbete med att ringa in rimliga riktvärden för ekologisk grönsaksodling är analyser av jord enligt Spurway-metoden i grönsaksodlingar där även plantorna som växt i jorden analyserats på växtnäringsinnehåll. Analysvärdena relateras till tillgängliga riktvärden för att bedöma om plantorna lidit brist på något ämne och var gränsen mellan brist, tillräckligt och överskott för respektive ämne i jorden går.

### Spurway-metoden – kort historik

Den tidiga tillämpningen av analysmetoden och riktvärdena för utvärdering är intressanta för att få perspektiv på de riktvärden som gäller idag.

Det vi idag oftast kallar Spurway-analysen kommer från början från USA, och kallades då Spurway-Lawton-metoden eller ibland också Simplex-metoden. Analysmetoden var från början utformad för fältanalys och hade redan tillämpats under några år när den publicerades (Spurway & Lawton, 1949). En del jord (volym) skakades tillsammans med 6 delar svag ättiksyralösning (0,018 M HAC = 0,1% HAC) under 1 minut. Därefter filterades

blandningen och olika reagenser tillsattes för att med färgintensiteten påvisa halter av olika växtnäringsämnen. Spurway & Lawton (1949) menar att metoden påvisar mängden ”aktiv” näring jämfört med extraktioner med starka syror som påvisade ”reserven” och metoden bedömdes användbar både för markjordar och i växthusodling. Resultaten angavs i mg/liter extraktionsvätska för nitrat (NO<sub>3</sub>), ammonium (NH<sub>4</sub>), nitrit (NO<sub>2</sub>), sulfat(SO<sub>4</sub>), kalium (K), fosfor (P), kalcium (Ca), magnesium (Mg), klorid (Cl), mangan (Mn), järn (Fe) och aluminium (Al). De olika halterna anges som ”låg”, ”medel”, ”hög”, ”mycket hög” och ibland som ”riskabelt hög”. Bedömningarna är inte konsekvent genomförda för alla ämnen, ibland får man gissa sig till vad som kan anses vara normalvärden.

I tabell 4 finns en sammanställning av vad som kan utläsas som riktvärden i extraktet. Värdena har också räknats om till halter i jorden för att underlätta jämförelse med dagens riktvärden. För de rena ämnena blir omräkningsfaktorn 6 (= spädningsgraden). För nitrat-kväve blir det 6 x 0,2259 = 1,355, för ammonium-kväve 6 x 0,7765 = 4,659 och för sulfat-svavel 6 x 0,3338 = 2,003.

Tabell 4. Ungefärliga riktvärden i extraktet, främst de värden som anges som ”medel” (Spurway & Lawton, 1949), samt omräkning till halter i jorden

Ämne	mg/l i extraktet	Ämne	mg/l i jorden
Nitrat (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	10–25	Nitratkväve (NO <sub>3</sub> -N)	14–34
Ammonium (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	2–10	Ammoniumkväve (NH <sub>4</sub> -N)	9–47
Fosfor (P)	2,5	Fosfor (P)	15
Kalium (K)	5–10	Kalium (K)	30–60
Kalcium (Ca)	100	Kalcium (Ca)	600
Magnesium (Mg)	4–6	Magnesium (Mg)	24–30
Sulfat (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	150–300	Sulfatsvavel(SO <sub>4</sub> -S)	300–600
Klorid (Cl)	20–50	Klorid (Cl)	120–300
Mangan (Mn)	1–2	Mangan (Mn)	6–12
Järn (Fe)	2–4	Järn (Fe)	12–24
Aluminium (Al)	<3	Aluminium (Al)	<18

Värdena för svavel och klorid är orimligt höga och har aldrig tillämpats i Sverige. Värdena för mangan, järn och aluminium är också höga och avspeglar förmodligen att metoden i sin första utformning hade låg precision för dessa ämnen.

Enligt Klougart (1953) var analysmetoden känd i Danmark redan före andra världskriget och själv började han arbeta med metoden 1947. Klougart (1953) gjorde även ett studiebesök i USA 1951 för att sätta sig in de metoder för jordanalyser som tillämpades där, däribland Simplex-metoden.

Simplex-metoden diskuterades i odlingslitteratur i Danmark i början av 1950-talet (Lundsten, 1951).

En av de första som började använda analysmetoden i Sverige var Lennart Månsson som arbetat på Lantbrukskemiska stationen i Kristiansstad och startade Lennart Månsson International (AB LMI) 1948. Första året gjorde han analyserna i fält med hjälp av ett analyskit inköpt från USA, men 1949 skaffade han stationär analysutrustning. Lennart Månsson kom snart fram till att 1 minut som extraktionstid var alldeles för kort tid för att få stabila värden och tillsammans med prof. Asger

Klougart från Danmark lade han ner mycket arbete på att utvärdera olika extraktionstider. Det resulterade i att 30 minuters extraktion bedömdes optimalt.

LMI har hela tiden angivit resultaten som mg/l jord. Lennart Månsson arbetade väldigt nära odlarna i trakten och utvecklade utvärderingen av analysresultaten kontinuerligt. Tyvärr finns inte mycket dokumenterat i skrift. Några riktlinjer för

tolkningen av analysresultaten finns samlade i en odlarinformation (Månsson, 1958). I tabell 5 har en sammanfattning av värdena gjorts. Riktvärdena anges som den nedre gränsen som halterna inte bör underskrida under sommarmånaderna. För bor anges att den övre gränsen gäller snabbväxande starkt kväveförbrukande växtslag som kål, medan den nedre gränsen gäller för långsamväxande prydnadsväxter.

Tabell 5. Riktvärden för Spurway-Lawton-analysen, mg/l jord (Månsson, 1958)

Ämne	Snabbväxande grönsaker, t.ex. kål, spenat	Potatis	Skadligt höga halter
Nitratkväve (NO <sub>3</sub> -N)	50	30–40	
Fosfor (P)	10	10	>40
Kalium (K)	20	30	
Magnesium (Mg)	15	20	
Mangan (Mn)	2–3	2–3	>10
Bor (B)	0,5–1,5	0,5–1,5	>4

Intresset för analysmetoden tycks ha ökat snabbt. Enligt Karlsson (1955) började den statliga lantbrukskemiska kontrollanstalten utföra s.k. Spurway-analys 1952, på begäran av handels-trädgårdsmästarna. När det gäller riktvärden refererar Karlsson (1955) bl.a. till Bertil Nilsson vid Hässelby-Skälby trädgårdslaboratorium, och påpekar att ”värdena är avsevärt högre än man finner i amerikansk litteratur, t.ex. hos Spurway själv”. De

värden som anges i löpande text uppges gälla för växthus med tillägget att ”för frilands-kulturer torde  $\frac{1}{3}$  –  $\frac{1}{2}$  av dessa halter vara lämpliga”. För magnesium anges att det ska ”gärna vara ca 10 % av kalcium och ej mindre än ca 50 % av kalium”. I tabell 6 har en uppställning gjorts av de intervall man får om man tar den lägsta halten genom 3 till den högsta halten genom 2.

Tabell 6. Ungefärliga riktvärden i extraktet för frilandskulturer, (Nilsson, 1955), samt omräkning till halter i jorden

Ämne	mg/l i extraktet	Ämne	mg/l i jorden
Nitrat (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	6,7–25	Nitratkväve (NO <sub>3</sub> -N)	9–34
Fosfor (P)	1,7–5	Fosfor (P)	10–30
Kalium (K)	6,7–20	Kalium (K)	40–120
Kalcium (Ca)	35–100	Kalcium (Ca)	210–600
Magnesium (Mg)	3,5–10	Magnesium (Mg)	21–60

Karlsson (1955) redovisar också värden för 24 växthusjordar, 20 trädgårdsjordar på friland samt 32 åkerjordar som analyserats med Spurway-metoden. Värdena redovisas i mg/l extrakt men i tabell 7 har omräkning till mg/l gjorts. Karlsson (1955) redovisar inte vilken extraktionstid som använts vid analysen, men sannolikt är det 1 minut eller 10 minuter. Det gör att värdena inte är helt jämförbara med analyser där 30 minuters extraktionstid tillämpats. I princip får man något högre värden med längre extraktionstid.

I växthusjordarna har man i många fall kommit upp i extrema och mycket obalanserade värden. Det ser ut som analyserna i första hand behövdes för att inte öka obalanserna ytterligare och för att ta reda på vad som låg bakom de allvarliga odlingsproblem som tycks ha varit allt vanligare i takt med att användningen av mineralgödsel ökade. Karlsson (1955) kommenterar ”Vid verkligt höga K-tal är det ofta ingenting annat att göra än att spoliera kulturen och ”riva ut” jorden. Betydande värden i tid och pengar kan vinnas genom en i rätt tid utförd jordanalys.” Orsaken till de extrema kaliumvärdena

var bl.a. att man börjat tillämpa s.k. ”osmotisk odling”. Det innebar att man använde överstora givror av handelsgödsel, främst kaliumgödselmedel,

för att bromsa tillväxten och uppnå bättre fruktsättning i tomatodlingar (Wikesjö, 1962).

Tabell 7. Uppmätta värden i olika typer av jordar analyserade enligt Spurway-metoden 1953-1954 (Nilsson, 1955), I originalet anges värdena i mg/l extrakt, här har omräkning gjorts till mg/l jord

Ämne	Trädgårdsjordar under glas 24 prov		Trädgårdsjordar friland 20 prov		Åkerjord 32 prov	
	min-max	medel	min-max	medel	min-max	medel
pH	5,5–7,7	6,6	6,1–8,2	6,9	5,5–8,2	
Lt (vikt)	0,9–7,2	3,0	0,2–1,2	0,5	0,4–2,3	1,1
Nitratkväve (NO <sub>3</sub> -N)	8–339	120	0–15	7		
Fosfor (P)	0,6–269	67	1,2–34	9	0,5–9	2,6
Kalium (K)	46–810	339	38–260	103	19–67	40
Kalcium (Ca)	654–2598	1272	420–2286	834	666–2448	1140
Magnesium (Mg)	62–186	128	29–119	68	7–56	35

Samma jordar som i tabell 7 analyserades även på fosfor och kalium enligt Egnér-metoden (extraktion med ammoniumlaktat, kallas numera Al-metoden). Spurway extraherade i medeltal 13,6% (1–39%) fosfor jämfört med Egnér-metoden när värdena omräknats till samma enhet. Karlsson (1955) konstaterar att ”variationerna är så stora och oberäkneliga, att det är uteslutet att använda någon omräkningsfaktor för att ur P enligt Spurway få laktattalen eller vice versa”.

I början arbetade analyslaboratorierna med delvis olika metodik och många angav resultatet som mg/l extraktionsvätska. Därför gick det inte att jämföra värden från olika laboratorier. Karlsson (1960) förordar en extraktionstid på 10 minuter efter att ha jämfört tiderna 5 minuter och 2 timmar. Vid ett möte med berörda parter i Stockholm 1962 kom man överens om att en standardisering borde komma till stånd (Karlsson, 1963). Karlsson (1963) föreslår att en extraktionstid på 0,5 timme ska gälla som standard för hela landet. Hur man kommit fram till det redovisas inte. Extraktionstiden är samma som Lennart Månsson långt tidigare kommit fram till men någon hänvisning till det finns inte i Karlssons arbeten. Standardiseringen utarbetas vidare (Karlsson, 1964) och från och med 1 april 1968 gällde den nya standarden för analyslaboratorier i hela landet (Karlsson, 1968). Analysmetoden kallades därefter ”Modifierad Spurway” och angav innehållet av näringsämnen i mg/ l jord.

I tabell 8 har riktvärden från 1960 och framåt sammanställts. Riktvärdena för kväve och kalium är betydligt högre i Karlsson (1968) jämfört med Karlsson (1960), vilket delvis kan motiveras av den längre extraktionstiden. För kväve anger Karlsson (1968) ett intervall x 2 med motiveringen att värdet inom parentes är den nivå som kan behöva upprätthållas men genom två gödslingar. Värdena i

Wiklander 1976 är samma som i Karlsson (1968), men här har x 2 räknats in för kväve, vilket innebär att den nivå som anges nu blivit dubbelt så hög. I laborationskompndiet (1979) är det samma värden som Karlsson (1960) omräknat från halter i extraktet till halter i jorden, men värdena är lite avrundade. Riktvärdena från Hässelby-Skälby (1979) innebär en kraftig höjning för alla ämnen som ingår och måste vara helt orimliga för normala markjordar.

I ODL 48 (1979/1980) har man gjort en mera detaljerad uppdelning av grödorna. Riktvärdena i ODL 21(1987) är nästan identiska med ODL 48, man har höjt rekommendationerna för magnesium och ändrat lite i uppräknningen av kulturer. Morot finns här med i två grupper vilket förmodligen är ett slarvfel, möjligen var tanken att flytta morötter till den minst krävande gruppen.

LMI har sedan början av 1980-talet separata riktvärden för alla större kulturer för 15 ämnen samt pH och ledningstal. Lantmännen Analycen AB (som efter alla sammanslagningar idag förvaltar verksamheten från de tidigare statliga lantbrukskemiska stationerna) har hittills hållit fast vid den indelning av växterna som anges i ODL 21, men Björn Gustavsson bedömer att det vore önskvärt med separata riktvärden för varje kultur.

De riktvärden som tillämpas i konventionell odling idag tycks ha utarbetats under 1970- och 80- talen då man kontinuerligt höjde gödselrekommendationerna, inte minst för fosfor. Den senare utvecklingen med miljöhänsyn har inte slagit igenom i form av förändrade riktvärden för jordanalysen.

Tabell 8. Riktvärden för frilandskulturer från olika källor i kronologisk ordning, mg/l jord

Källa	Typ av odling	N	P	K	Ca	Mg
1 (1960)	Goda växtbetingelser	7–20	12–30	30–60	450–900	24–36
	Mycket goda växtbetingelser	14–34	24–36	48–120	600–900	30–60
2 (1968)	Föga krävande – krävande växter	(10–30)x2	9–18	50–100	600–900	25–50
	Krävande – mkt krävande växter	(30–40)x2	18–27	100–150	900–1000	50–75
3 (1976)	Föga krävande växter	20–60	9–18	50–100	600–900	25–50
	Krävande – mkt krävande växter	60–80	18–27	100–150	900–1000	50–75
4 (1979)	Goda betingelser	10–20	15–30	30–60	450–900	25–35
	Mycket goda betingelser.	15–40	25–35	50–120	600–900	30–60
5 (1979)	Frilandsjord	60–100	30–80	150–200	800–1500	150–200
6 (1970/1980)	Lök, bönor, kålrötter, palsternackor	15–30	30–50	50–90		20–30
	Morötter, tidig potatis, sockermajs, skockor, dill, persilja, rädisor, sallat	30–50	30–50	65–100		20–30
	Kålväxter (blomkål, vitkål osv) samt selleri, rödbetor, spenat och purjo	40–60	40–60	100–150		30–50
7 (1987)	Sallat, morot, lök, bönor, kålrötter	15–30	30–50	65–100		30–40
	Morötter, sockermajs, dill, persilja, rädisor, palsternacka	30–50	30–50	65–100		30–40
	Kålväxter (blomkål, vitkål osv) selleri, rödbetor, tidig potatis och purjo	40–60	40–60	100–150		30–50

#### Källor för riktvärdena:

1. Karlsson N (1960). Om undersökning av trädgårdsjord. Statens Lantbrukskemiska Kontrollanstalt. Sthlm. Medd. 21, 19–46. (Värdena anges som mg/l extrakt, i tabellen har de omräknats till mg/l jord).
2. Karlsson N (1968). Undersökning av trädgårdsjord, utvärdering av analysresultaten och åtgärder, metoder för analysens utnyttjande. Statens Lantbrukskemiska Laboratorium, Uppsala. Medd. 32, 1–27.
3. Wiklander L (1976). Marklära. Lantbrukshögskolan, Uppsala.
4. Vahtras K & Johansson P O (1979). Undersökning av trädgårdsjordarnas näringstillstånd. Laborationskompendium i Marklära, SLU, Uppsala.
5. (1979). Riktvärden för blomster- och grönsakskulturer samt frilandsjord. Hässelby–Skälby Trädgårdslaboratorium.
6. Wikesjö K/Jonsson I (1970/1980). Information betr. Jordanalyser och gödsling till köksväxtkulturer på friland. ODL 48, Lantbruksnämnden i Malmöhus län. 1:a utgåvan 1970, omarbetad 1980.
7. Jonsson I (1987). Gödsling av frilandsodlade grönsaker. ODL 21, Lantbruksstyrelsen, Jönköping.

## Plantanalyser, riktvärden i litteraturen

Den vanligaste typen av plantanalyser är att totalhalten av grundämnen analyseras i torkade prover. Proverna tas ut vid bestämda stadier i plantornas utveckling och kan utgöras av hela eller delar av plantan. Vanliga stadier för provtagning är mitten av säsongen, vid start av huvudbildning i t.ex. kål eller i moget stadium vid skörd. Referensvärden har samlats under åren lopp och olika sammanställningar finns publicerade i växtnärlingslitteratur.

Geraldson m.fl. (1973) publicerade en sammanställning över "vanligt förekommande halter" av ett 10-tal växtnärlingsämnen i ett 20-tal olika grönsakskulturer (bl.a. bönor, rödbetor, broccoli, brysselkål, huvudkål, morot, blomkål, selleri, grönkål, sallad, lök, örter, potatis, spenat, och kålrot). Som källor anges främst opublicerat material från 1940-talet och framåt. Bergmann & Neubert (1976) publicerade en sammanställning över riktvärden i ett stort antal växter, både lantbruksgrödor, frilandskulturer och växthuskulturer. Bergmann & Neubert (1976) delar in värdena i 5 kategorier; brist, låg, tillräcklig, hög och toxisk, men sammanställningen är långtifrån heltäckande, för många ämnen finns bara värdet för "tillräckligt". Som källor anges bl.a. Geraldson m.fl. (1973) men också ett stort antal forskningsrapporter. Piggott (1986) har gjort en liknande uppställning som Bergmann & Neubert (1976) och ungefär samma grönsakskulturer ingår. Geraldson m.fl. anges som en av källorna, men inte Bergmann & Neubert (1976). Främst är det forskningsrapporter från Australien och USA som anges som källor. Bergmann (1992) anger tillräckliga halter för 10 växtnärlingsämnen i en lång rad kulturer, däribland ungefär samma grönsaker som i tidigare sammanställningar. Mills & Jones (1996) bygger huvudsakligen på andra källor och presenterar främst "tillräcklig halt" för olika ämnen, där man ska eftersträva att ligga i mitten av intervallet. Ett analyslaboratorium i Nya Zeeland, R J Hill Laboratories Ltd publicerar riktvärden för tolkning av bladanalyser på sin hemsida ([www.hill-labs.co.nz](http://www.hill-labs.co.nz)). I princip gäller det analyser av bladtagna i mitten av säsongen. Värdena ligger väldigt nära Piggott (1986) och Mills & Jones (1996). Purjolök finns inte med i någon av dessa publikationer.

Varo m.fl. (1980) bygger på analys av 5 prov på morötter och vitkålshuvuden inköpta från 5 odlarägda grossister i olika regioner i Finland. Syftet med undersökningen var att bestämma näringsvärdet i livsmedel. Dessa prover är med största sannolikhet från konventionella odlingar och från tiden innan

miljödebatten påverkat gödningen i någon större utsträckning. Därför kan man utgå ifrån att proverna kommer från odlingar där tillförsel av kväve, fosfor och kalium med lättlösliga handelsgödselmedel varit kraftigt jämfört med vad som anses rimligt idag, vilket medför att riktvärdena för dessa ämnen behöver justeras nedåt.

I Livsmedelstabeller (1986; 2002) som anger normala halter i livsmedel har man sänkt värdena för morötter kraftigt mellan de senaste utgåvorna. Vid kontakt med dem fick vi veta att Livsmedelsverket ville ha svenska data på baslivsmedel varför egna analyser genomfördes 1992–1995 och databasen uppdaterades 1995.

Warman & Havard (1997) jämförde innehållet av växtnärlingsämnen i plantorna vid konventionell respektive organisk odling av morot och vitkål under tre år. Skillnaden mellan åren var stor och överskuggade ev. skillnader mellan odlingsmetoderna. Värdena är ändå intressanta som referensvärden för ekologisk odling, men värdena för mikronärlingsämnen är i flera fall så låga att de tyder på brist.

I tabell 10–12 har referensvärden för morot samlats. Tabell 10 anger värden för morotsblast vid mitten av säsongen, tabell 11 morotsblast vid skörd och tabell 12 morötterna vid skörd. I tabell 13–14 har referensvärden för vitkål samlats. Tabell 13 anger värden för blasten vid mitten av säsongen respektive vid skörd. Tabell 14 anger värden för vitkålshuvudet vid skörd. Tabell 15 anger riktvärden för huvud respektive skörderest av broccoli och blomkål från Magnusson (2000). Värdena är en bedömning för svenska förhållanden utifrån resultat från växtnärlingsundersökningar i norra Sverige 1989–1996 relaterade till litteraturuppgifter.

Värdena i de här tabellerna relateras till resultaten i de egna undersökningarna nedan (s 17–66), för att bedöma om plantorna lidit brist på något näringsämne. En bedömning görs också av hur relevanta värdena är och försök görs att ringa in användbara riktvärden i ekologisk odling för de här grödorna. I vissa fall skiljer det mycket mellan olika källor. Man kan förmodligen anta att t.ex. vissa riktvärden för fosfor i plantorna bygger på kraftigare fosforgödning än vad som idag anses rimligt.

Tabell 9. Referensvärden för morotsblast vid mitten av säsongen från olika källor. Hill labs och Mills & Jones anger att provet ska utgöras av vissa blad, för övriga gäller värdena hela den ovanjordiska plantan, % resp. mg/kg ts

Ämne	Hill labs 2006	Mills & Jones 1996	Bergmann 1992	Piggott 1986	Bergmann & Neubert 1976	Warman & Havard 1997 konv.	Warman & Havard 1997 org.
Kväve (N) %	2,0–3,5	2,10–3,50	2,00–3,50	2,0–3,5	3,5–3,7	3,03–3,68	2,70–3,42
Fosfor (P)	0,20–0,50	0,20–0,50	0,30–0,50	0,20–0,35	0,35–0,44	0,194–0,303	0,210–0,295
Kalium (K)	2,5–4,5	2,50–4,30	2,70–4,00	2,5–4,5	3,5–3,7	3,15–5,12	3,66–4,85
Kalcium (Ca)	1,40–3,00	1,40–3,00	1,20–2,00	1,4–3,0	1,4–3,5	1,53–2,45	1,54–2,30
Magnesium (Mg)	0,20–0,50	0,30–3,00	0,40–0,80	0,30–0,60	0,43–0,53	0,356–0,462	0,310–0,458
Svavel (S)	0,20–0,40			0,20–0,40		0,234–0,438	0,296–0,520
Klor (Cl)				2,0–3,0			
Natrium (Na)	0,00–2,00			0,66–4,50		0,101–0,744	0,154–0,830
Järn (Fe) mg/kg ts	50–350	50–350		120–350		64,5–83,2	54,6–90,0
Mangan (Mn)	30–350	60–300	50–100	40–350	72–201	91,4–139,8	75,0–118,6
Bor (B) mg/kg ts	30–60	30–100	30–80	20–40	36–204	25,8–28,8	28,4–36,4
Koppar (Cu)	5–25	5–15	7–15	5–25	7,6–8,8	10,0–15,6	9,4–13,0
Zink (Zn)	25–50	25–250	30–80	20–50	58–183	34,6–41,8	34,0–39,2
Molybden (Mo)		0,5–1,5	0,50–1,50		0,51–1,40		

Tabell 10. Referensvärden för analys av morotsblast vid skörd från olika källor. Värdena gäller hela den ovanjordiska plantan, % resp. mg/kg ts

Ämne	Mills & Jones 1996	Piggott 1986	Bergmann & Neubert 1976
Kväve (N) %	3,00–3,50	1,60–1,70	2,0–2,6
Fosfor (P)	0,20–0,40	0,30–0,40	0,26–0,31
Kalium (K)	2,90–3,50	1,30–1,50	2,2–3,3
Kalcium (Ca)	1,00–2,00	1,8–2,0	
Magnesium (Mg)	0,25–0,60	0,35–0,40	
Svavel (S)		0,32–0,63	
Klor (Cl)		3,00–3,60	
Natrium (Na)			
Järn (Fe) mg/kg ts	50–300		
Mangan (Mn)	50–200		
Bor (B) mg/kg ts	30–75	32–103	32–103
Koppar (Cu)	5–15		
Zink (Zn)	20–250	184–490	
Molybden (Mo)	0,5–1,4		

Tabell 11. Referensvärden för analys av morötter vid skörd från olika källor. Värdena gäller roten, % resp. mg/kg ts

Ämne	Piggott 1986	Varo m.fl. 1980	Livsm.tab 1986	Livsm.tab 2002	Warman & Havard 1997, konv.	Warman & Havard 1997, org.
Kväve (N) %	0,85–0,95	1,27–2,00	1,45	0,77	1,22–1,65	1,06–1,62
Fosfor (P)	0,33–0,65	0,31–0,51	0,28	0,22	0,233–0,326	0,223–0,328
Kalium (K)	1,40–1,90	2,73–4,64	2,86	1,63	2,29–4,17	2,46–3,90
Kalcium (Ca)	0,30–0,35	0,22–0,38	0,29	0,18	0,311–0,389	0,325–0,379
Magnesium (Mg)	0,12–0,15	0,09–0,16	0,13	0,11	0,100–0,147	0,105–0,157
Svavel (S)		0,11–0,16			0,146–0,191	0,170–0,203
Klor (Cl)	1,00–1,20	1,00–1,20				
Natrium (Na)			0,38	0,15	0,117–0,464	0,181–0,498
Järn (Fe) mg/kg ts		30,9–67,3	21,8	34,4	20,0–36,0	24,0–29,2
Mangan (Mn)		13,6–62,7	32,7		14,8–24,6	12,0–22,2
Bor (B) mg/kg ts		21,8–36,4			16,8–19,4	18,6–21,9
Koppar (Cu)		3,4–5,6	4,5		7,4–8,4	6,2–7,0
Zink (Zn)		22,7–53,6	30,9	24,0	24,0–26,0	21,0–24,8
Molybden (Mo)		<0,9				

Tabell 12. Referensvärden för vitkålsblast vid mitten av säsongen och vid skörd från olika källor. Provet ska utgöras av det yngsta fullt utvuxna täckbladet, % resp. mg/kg ts

Ämne	Mitten av säsongen					Vid skörd	
	Hill labs	Mills & Jones	Bergmann	Piggott	Bergmann & Neubert	Mills & Jones	Piggott
	2006	1996	1992	1986	1976	1996	1986
Kväve (N) %	3,0–5,0	3,6–5,0	3,70–4,50	2,5–4,6	3,0–4,0	3,0–4,8	2,0–2,6
Fosfor (P)	0,3–0,5	0,33–0,75	0,30–0,50	0,25–0,50	0,30–0,40	0,30–0,65	0,40–0,50
Kalium (K)	3,0–4,5	3,0–5,0	3,00–4,00	2,0–4,0	3,0–4,0	2,0–4,0	1,90–2,20
Kalcium (Ca)	1,5–3,0	1,1–3,0	1,50–2,00	1,5–3,0	1,5–3,5	1,3–3,5	2,5–3,2
Magnesium (Mg)	0,2–0,7	0,40–0,75	0,25–0,50	0,2–0,6	0,25–0,45	0,25–0,80	0,40–0,50
Svavel (S)	0,3–0,8	0,30–0,75				0,30–0,75	
Klor (Cl)				<2,0			1,30–3,20
Natrium (Na)	0,0–1,0			<1,0			
Järn (Fe) mg/kg ts	50–200	30–200		50–200	30–60	30–200	
Mangan (Mn)	25–200	25–200	30–100			25–200	
Bor (B) mg/kg ts	25–60	25–75	25–80	20–60	30–60	30–100	
Koppar (Cu)	5–20	5–15	5–12	5,2	2,5–12	5–15	
Zink (Zn)	20–200	20–200	20–60	20–200	20–30	20–200	
Molybden (Mo)		0,4–0,7	0,40–0,70	0,3–0,5	0,4–0,7	0,3–1,0	

Tabell 13. Referensvärden för analys av vitkål vid skörd från olika källor. Värdena gäller huvudet, % resp. mg/kg ts

Ämne	Piggott	Bergmann & Neubert	Varo m.fl.	Livsm. tabeller	Livsm. tabeller	Warman & Havard	Warman & Havard
	1986	1976	1980	1986	2002	1997, konv.	1997, org.
Kväve (N) %	3,0		2,63–3,75	2,8	2,8	1,79–2,04	1,78–2,03
Fosfor (P)	0,26		0,37–0,65	0,375	0,375	0,179–0,251	0,20–0,236
Kalium (K)	2,4	3,0–4,0	3,6–4,3	3,375	3,375	1,8–2,62	2,0–2,44
Kalcium (Ca)	0,7	0,4–0,6	0,50–0,57	0,56	0,56	0,341–0,603	0,312–0,614
Magnesium (Mg)	0,18	0,14–0,20	0,15–0,19	0,16	0,16	0,125–0,144	0,125–0,154
Svavel (S)	<0,66		0,55–0,78			0,311–0,665	0,339–0,644
Klor (Cl)	1,00–1,20						
Natrium (Na)	0,11			0,175		0,067–0,082	0,055–0,093
Järn (Fe) mg/kg ts	51	40–100	43,8–51,3	47,5	50	23,0–55,2	22,4–54,2
Mangan (Mn)		25–50	13,8–36,3	30		8,4–25,4	8,2–23,0
Bor (B) mg/kg ts			21,3–27,5			1,6–20,0	5,4–17,6
Koppar (Cu)	3,3		3,8–4,9	5,0		1,6–1,9	1,8–4,2
Zink (Zn)	34		18,8–45,0	28,8	25,0	7,2–19,4	9,2–21,2
Molybden (Mo)			<1,25	0,75			

Tabell 14. Referensvärden för broccoli och blomkål. Uppskattning av optimala halter i huvud och skörderest, % resp. mg/kg ts. (Magnusson, 2000)

Ämne	Blomkål		Broccoli	
	Huvud	Skörderest	Huvud	Skörderest
Kväve (N) % i ts	3,0–4,5	2,0–3,5	3,0–4,5	2,0–3,5
Fosfor (P)	0,4–0,6	0,3–0,5	0,4–0,6	0,3–0,5
Kalium (K)	3,5–4,5	2,5–4,0	3,5–4,5	2,5–4,0
Kalcium (Ca)	0,20–0,35	1,5–3,0	0,20–0,40	1,5–3,0
Magnesium (Mg)	0,20–0,30	0,25–0,50	0,20–0,30	0,25–0,50
Svavel (S)	0,6–0,8	0,6–1,3	0,6–0,8	0,6–1,3
Klor (Cl)	0,5–0,8	0,5–1,5	0,5–0,8	0,6–2,0
Natrium (Na)	0,02–0,20	0,02–0,30	0,02–0,20	0,02–0,30
Järn (Fe) mg/kg ts	50–100	70–200	50–100	70–200
Mangan (Mn)	20–50	30–500	20–150	30–1000
Bor (B) mg/kg ts	25–50	30–100	25–50	30–100
Koppar (Cu)	6–15	5–15	6–15	5–15
Zink (Zn)	40–150	30–200	40–150	30–200
Molybden (Mo)	0,5–3,0	0,5–15	0,5–3,0	0,5–10
Nickel (Ni)	0,5–5,0	0,5–10	0,5–5,0	0,5–10

## **Egna undersökningar**

### **Dokumentationsprojekt i ekologiska grönsaksodlingar i mellansverige 1999–2005**

Under perioden 1999–2004 togs 45 produktprov på morötter, 47 prov på vitkål och 12 prov på purjolök. Proverna analyserades på totala halterna i ts för C, N, K, P, S, Ca, Mg, Na, Fe, B, Mn, Zn, Cu, Si, Al, Ni, Mo och Cd. För jordanalyserna tillämpades den traditionella markkarteringsanalysen, men inte Spurway-metoden.

Under perioden 2002–2005 har jorden analyserats under säsongen enligt den s.k. modifierade Spurway-Lawton-metoden (pH och Ec, extraktion av NO<sub>3</sub>-N, NH<sub>4</sub>-N, P, K, Mg, S, Ca, Na, Cl, Mn och B med HAc) och plantsaften har analyserats vid samma tillfällen på halten av NO<sub>3</sub>-N, NH<sub>4</sub>-N, P, K, Mg, S, Ca, Na, Cl, Mn, B, Cu, Fe, Zn, Mo, Al, och pH och Ec. Totalt finns 44 prov för morötter och 53 prov för vitkål där både jord och plantsaft analyserats samtidigt.

Materialet finns publicerat i en rad rapporter (Ögren, 1999; 2000; Ögren & Rölin 2001–2004; Ögren m.fl., 2005; Magnusson m.fl., 2005).

### **Växtnäringsstudier genomförda 1989–2004 vid njv, SLU, Umeå**

Fältstudierna har genomförts vid SLU:s forskningsstationer (Röbäcksdalen, Öjebyn, Vojakkala, Offer och Ås), samt hos privata försöksvärdar och i kommersiella odlingar. Materialet utgörs av totalt 122 prov på blomkål (1989–1993), 115 prov på broccoli (1992–2003), 83 prov på purjolök (1993–2004), 52 prov på morot (1995–1997), 32 prov på kinakål (1996–1997), 17 prov på isbergssallad (1989–1993) och 6 prov på vitkål (1993–1995). Proverna har i de flesta fall tagits vid skörd och delats upp i skörd och skörderest vilka analyserats separat på totalhalter av växtnäringsämnen i ts. Jordprov har tagits upprepade gånger under säsongen och analyserats enligt modifierad Spurway.

De behandlingar som studerats har bl.a. varit olika kombinationer av mineralgödsel och organiska gödselmedel. Vanligast använda mineralgödselmedel har varit NPK 8-7-16 mikro, NPK 11-5-18 mikro och kalksalpeter. Vanligast använda organiska gödselmedel har varit fastgödsel nöt, marktäckning med olika typer av grönmassa och under den senare delen av perioden även viss tillskottsgödsling med pelleterade organiska gödselmedel, främst Binadan och Biobact. Generellt har gödslingen varit måttlig i jämförelse med rekommendationer för konventionell odling. Från och med 1999 har odlingen varit KRAV-certifierad

och endast KRAV-godkända gödselmedel använts. Delar av materialet är publicerat (Magnusson, 2000; 2002).

### **Relation jord – plantor – skörd**

I den genomgång av respektive växtnäringsämne som följer är avsikten främst att ge en uppfattning om hur innehållet i jord och plantor varierat och vilka halter som är dominerande. Innehållet av respektive ämne i jorden har relaterats till innehållet i plantorna för att ge en uppfattning om hur bra jordanalysen speglar tillgången för plantorna för olika ämnen. I diskussionen relateras innehållet i plantorna även till referensvärden för att bedöma om plantorna lidit brist på ämnet i fråga och om det kan kopplas till vissa nivåer i jorden.

Innehållet av respektive växtnäringsämne i jord och plantor har också relaterats till skördeuppskattningar. Det är avsett att ge en grov bild av hur skörden ser ut vid olika värden i jord och plantor och ska inte övertolkas. Relevanta skördeuppskattningar är ibland svåra att göra, och det är inte oproblematiskt att jämföra skördar mellan olika år och olika odlingsområden. Många faktorer som inte behöver ha med växtnäringsituationen att göra kan ha inverkat på skörden.

I kommentarerna har morot och vitkål prioriterats. För purjolök, kinakål och isbergssallad är materialet för litet och tillgängliga referensvärden för plantanalyserna för osäkra för att motivera några allmänna slutsatser. De proverna har ändå tagits med för att ge en bredare bild av vilka analysvärden som förekommer.

Proverna för morot och vitkål från dokumentationsprojektet ingår i flera figurer (morot a och g, vitkål f och g) och antalet prov kan variera mellan Fig. 1–3a för morot och Fig. 1–3f för vitkål, beroende på om det är ts-analys, jordanalys eller både och som ingår i figuren. Det gör att de tendenser som diskuteras ibland kan vara olika för samma växtslag.

När det gäller plantsaftanalysen har alla proverna tagits med i figur 1g för respektive ämne. I figur 2g och 3g där analysvärdena relateras till skörden har de prov som tagits sent på eftersommaren uteslutits eftersom de ofta har väldigt låga värden för vissa ämnen och är relaterade till samma skördeuppskattning som prov tagna tidigare under säsongen. I vissa fall har man också gödslat efter att provet visat låga värden och då är det inte relevant att ställa skörden mot värdet i plantsaften före tillskottsgödsling. En mera detaljerad genomgång av hur plantsaftanalysen kan relateras till provtagningstidpunkt och gödsling finns på s 61–64.



## Kväve

I ekologisk odling är en stor andel av kvävet som tillförs med gödsling och kvävefixering organiskt bundet. Därför kan man normalt inte vänta sig några höga kvävehalter i jorden under säsongen, och grödan kan ha god tillgång till kväve även vid måttliga nivåer i jorden förutsatt att mineraliseringen fungerar bra. Om värdet i Spurway multipliceras med provtagningsdjupet i dm får man mineralkväve i kg/ha.

## Morot

I de flesta jordproverna ligger kväve på 5–30 mg/liter (Fig. N1a). För juliproverna på rot och blast har innehållet av N ökat med stigande halter i jorden upp till 40 mg/l. För proverna vid skörd har N i ts ökat med stigande N i jorden upp till 20–30 mg/l. De högsta skördarna av morötter har man tagit med N i jorden på ca 10–20 mg/l (Fig. N2a, N2g). För N i morötterna är det ett positivt samband med skörden upp till ca 1,0 % N i ts, vid högre N i plantorna får man ett negativt samband med skörden (Fig. N3a). De tillgängliga referensvärdena för N i morötter ligger kring 0,8–1,0 % i ts (Tab. 11, s 14) vilket ser ut att vara rimligt. N i blasten i både juliproverna och skördeproverna ligger över nedre gränsen för de flesta referensvärdena; 2,0–3,5 % i ts för juliprover och 1,6–3,0 % i ts vid skörd (Tab. 9 och 10, s 14). För N i blasten vid skörd är det ett klart negativt samband med skörden (Fig. N3a). Av proverna som tagits på plantsaften ligger ca 40 % under LMI:s riktvärde för senare delen av säsongen, 200 mg/l, varav alla utom ett återfinns vid N i jorden under 20 mg/l (Fig. N1g). De flesta prov som ligger under 100 mg/l N i plantsaften är tagna sent på säsongen, under september. Dessa prov har uteslutits vid jämförelserna med skörden (Fig. N2a, N3a). N i plantsaften har ökat med stigande N i jorden upp till ca 30 mg/l (Fig. N1g). Det är en viss tendens till ökande skördar med stigande N i plantsaften upp till ca 600–700 mg/l (Fig. N3g). Sammantaget talar materialet för att en kvävehalt i jorden på 10–30 mg/l är tillräckligt för morötter.

## Vitkål

I de flesta jordproverna ligger kväve på 5–50 mg/liter (Fig. N1f, N1g, N2f). En viss ökning av N i vitkålen sker upp till ca 40 mg/l N i jorden. Det är en viss tendens till ökande skörd av vitkål med stigande N i jorden (Fig. N2f, N2g). Sambandet mellan N i vitkålshuvudet och skörden är svagt (Fig. N3f). De flesta referensvärden för N i vitkål ligger på ca 2,6–3,0 % i ts, men de lägsta referensvärdena ligger på ca 1,8–2,0 % i ts (Tab. 13, s 15). Utifrån vårt material ser det senare värdet ut att vara mest relevant. Av proverna som tagits på plantsaften

ligger ca 70% under LMI:s riktvärde på 800 mg/l, varav de flesta återfinns vid N i jorden under 30 mg/l (Fig. N1g). De allra lägsta värdena i plantsaften <200 mg/l kommer alla utom ett från jordar där N är under 20 mg/l. Många av dessa prover är tagna under senare delen av säsongen. Dessa prov har uteslutits vid jämförelserna med skörden (Fig. N2g, N3g). Skörden har ökat med stigande N i plantsaften upp till ca 800–900 mg/l (Fig. N3g). Sammantaget talar materialet för att en kvävehalt i jorden på 20–50 mg/l behövs i vitkål. Enligt Ernst Witter (redovisat i Ögren & Rölin, 2003) bör kväve vara minst 30 mg/l jord under den första månaden i vitkål för att plantorna ska få en bra start.

## Broccoli och blomkål

För både broccoli och blomkål varierar kväve i jordarna mellan 5–80 mg/l (Fig. N1c, N1d). En ganska stor del av proverna ligger under riktvärdet för N i både huvud och skörderest på 3,0 resp. 2,0 % i ts, särskilt i broccoli (Tab. 14, s 15). För broccoli är det en viss ökning av huvudvikten och en kraftig ökning av skörderestens vikt med stigande N i jorden (Fig. N2c). För blomkål ser man en tydlig ökning av huvudvikten och en kraftig ökning av skörderestens vikt med stigande N i jorden upp till ca 80 mg/l (Fig. N2d). Inga prov där endast organisk gödsel tillförts har över 60 mg/l N i jorden. Sambandet mellan skörd och N i plantorna tyder på att riktvärdena är lite väl höga, särskilt för broccoli (Fig. N3c, N3d, Tab. 14, s 15). I jorden bedöms 20–50 mg/l lämpligt för broccoli medan blomkål kan behöva 20–60 mg/l.

## Purjolök

Kväve i både skott och rot i juli ökar med stigande kväve i jorden upp till 40–50 mg/l, men inte i plantorna vid skörd (Fig. N1b). De högsta skördarna har tagits vid N i jorden på 20–30 mg/l. Sambandet mellan N i plantorna och skörden tyder på att ca 2,0 % N i ts kan vara lämpligt som riktvärde för plantorna vid skörd (Fig. N3b).

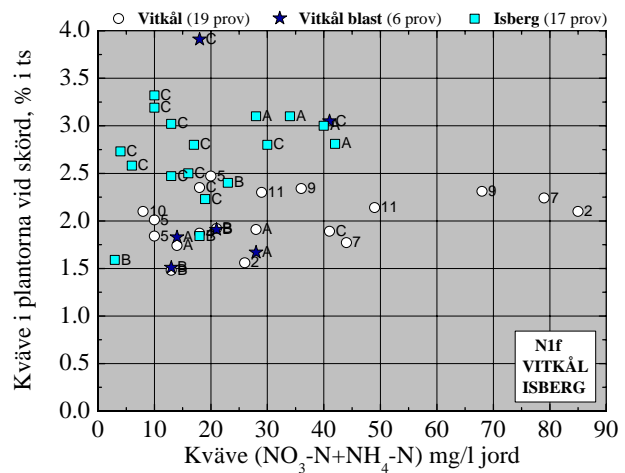
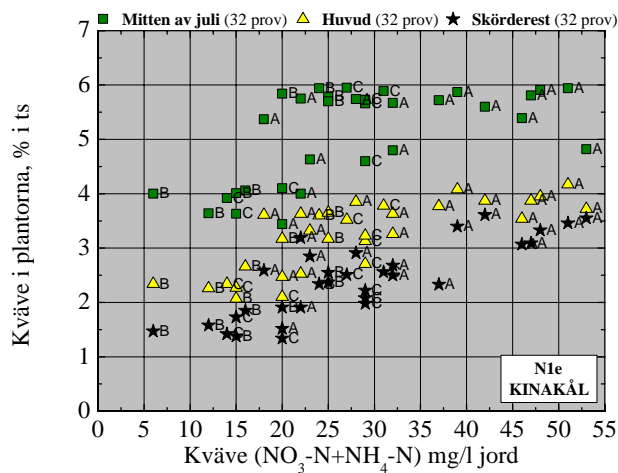
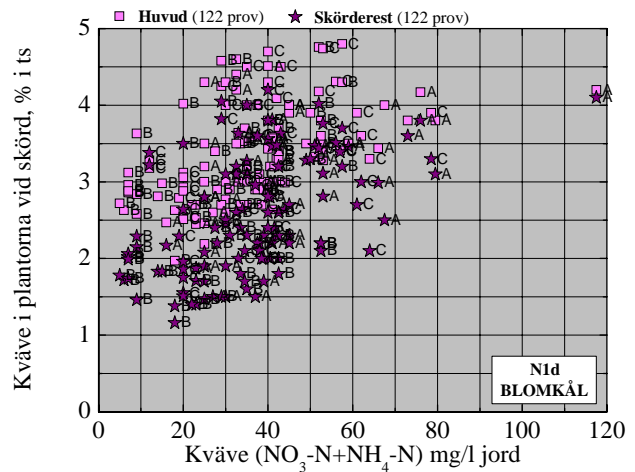
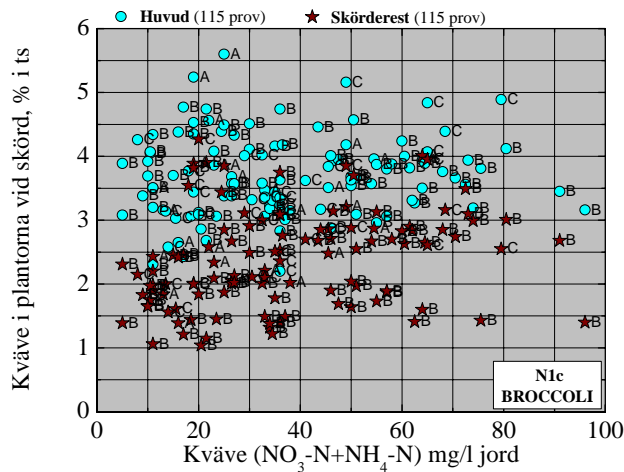
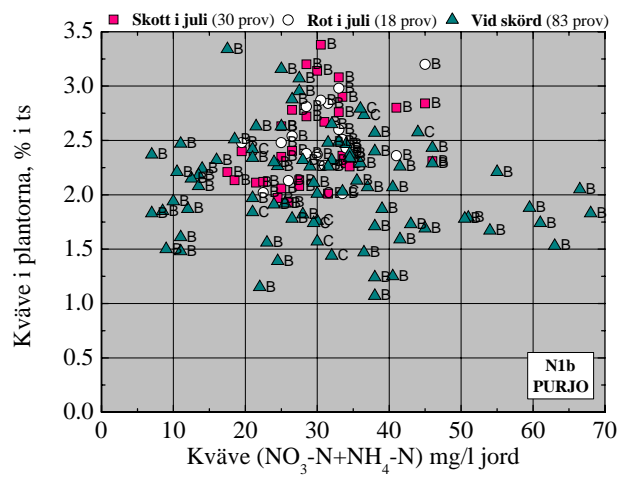
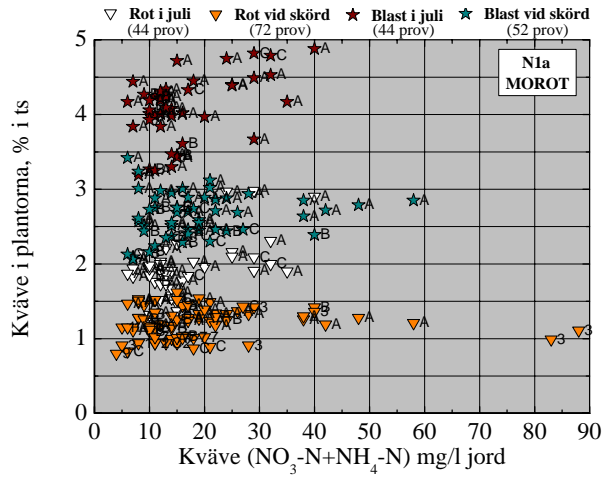
## Kinakål

Kväve i jorden varierar mellan 5–55 mg/l, de högsta värdena är där bara mineralgödsel tillförts (Fig. N1e). Det är tydliga samband med ökande N i plantorna och ökande skörd med stigande N i jorden (Fig. N1e, N2e). Skörden ökar också med stigande N i plantorna vid skörd ända upp till den högsta halten N i huvudena på drygt 4,0 % i ts (Fig. N3e).

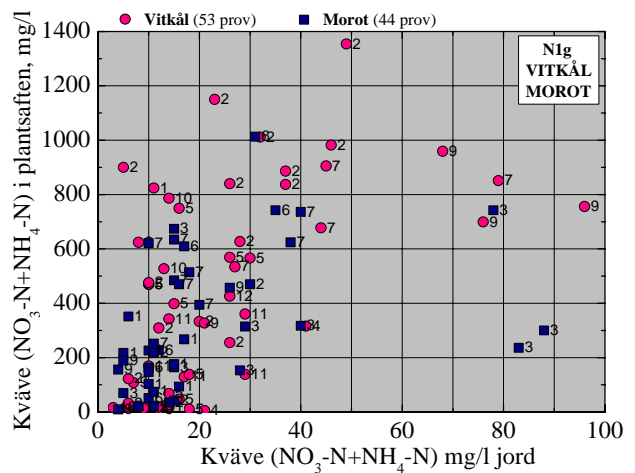
## Isbergssallad

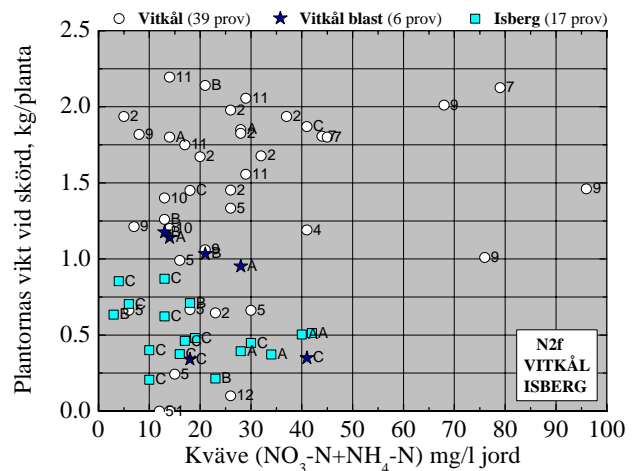
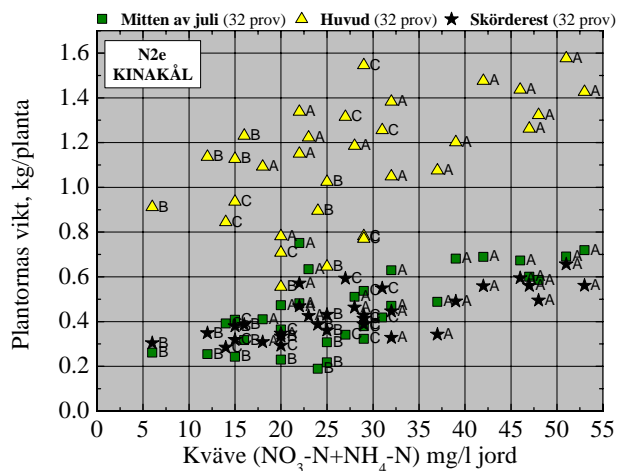
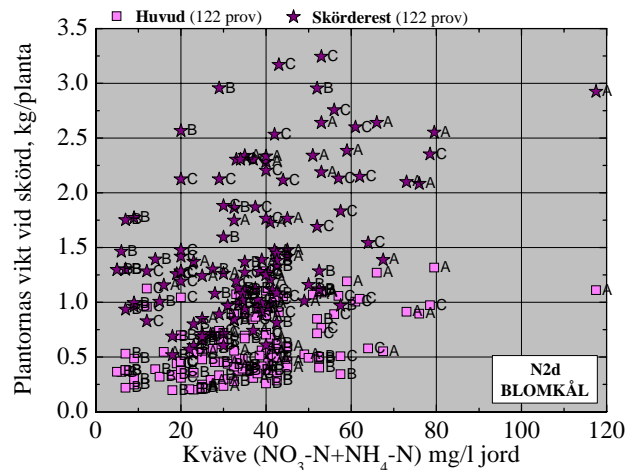
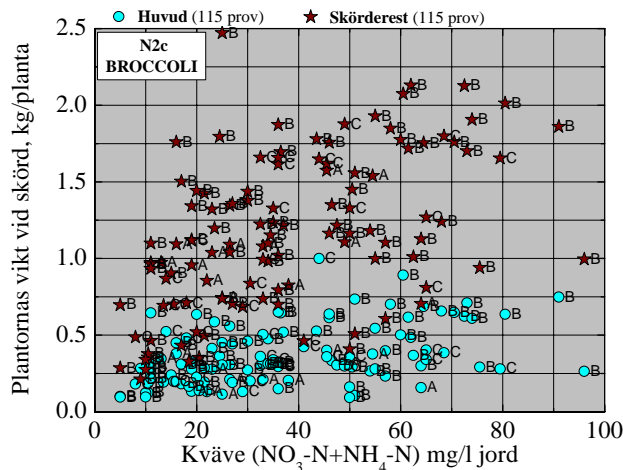
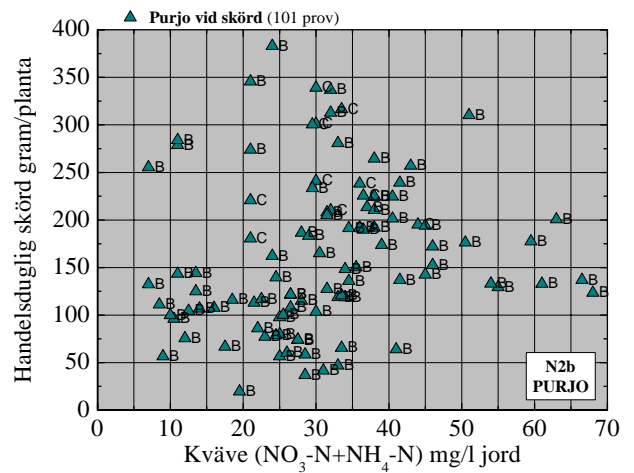
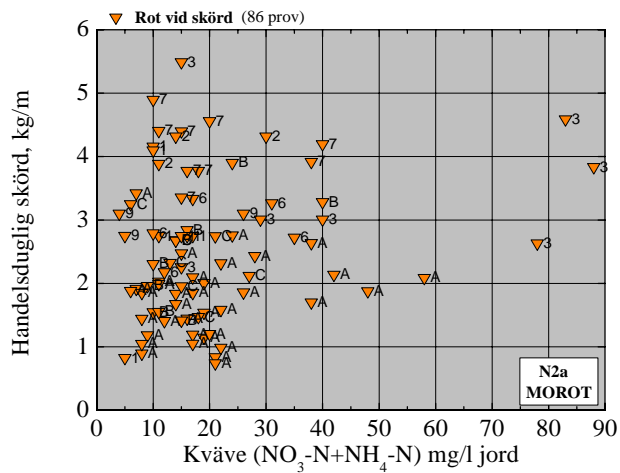
Kväve i plantorna stiger med stigande N i jorden upp till drygt 40 mg/l (Fig. N1f) men kopplingen till skörden är svag och snarast negativ för N både i jorden och i plantorna (Fig. N2f och N3f).

# KVÄVE

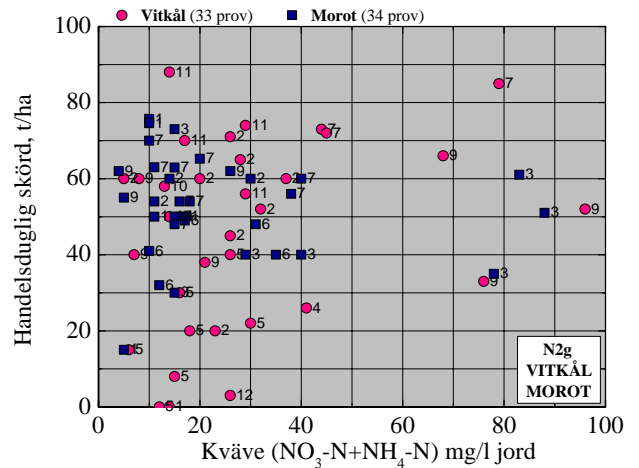


Figur N1a-g. Förhållandet mellan kväve i plantorna och kväve i matjorden 0–30 cm. Proverna i figur N1g kommer från dokumentationsprojektet 2002–2005 där man tagit prov på jord och plantsaft samtidigt under säsongen. Proverna på kinakål, blomkål, broccoli och isberg kommer från växtnäringssstudier i norra Sverige 1989–2004. För morot, purjolök och vitkål är det en kombination av prover från dokumentationsprojektet 1999–2004 och prover från norra Sverige. Siffrorna anger gårdsnummer för proverna i dokumentationsprojektet. För proverna från växtnäringssstudier i norra Sverige anger bokstäverna typ av gödsling: A = mineralgödsel, B = organisk gödsel, C = mineral + organisk gödsel. Proverna på plantsaft och jorden i samband med plantsaften är tagna under tidsperioden slutet av juni till slutet av september. Övriga jordprov är tagna i mitten av säsongen. Jordproverna är analyserade enligt Modifierad Spurway (1:6 jord:HAc 0,1%, 30 minuter).

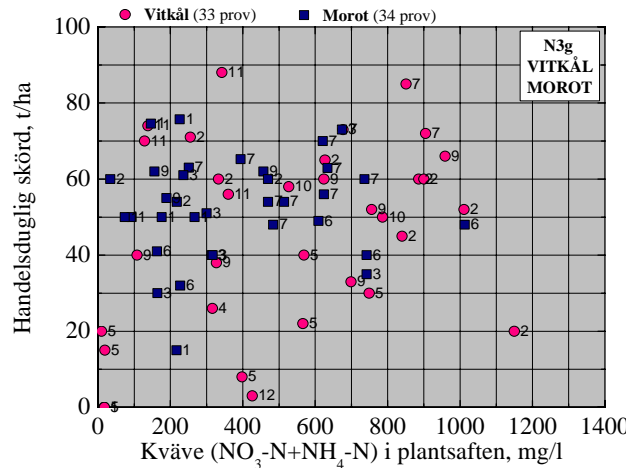
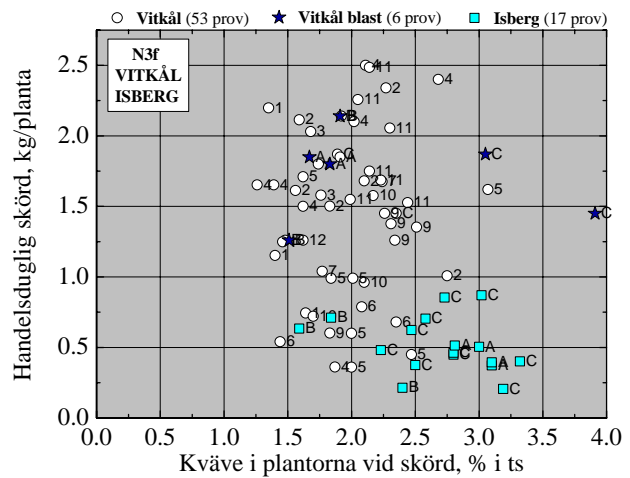
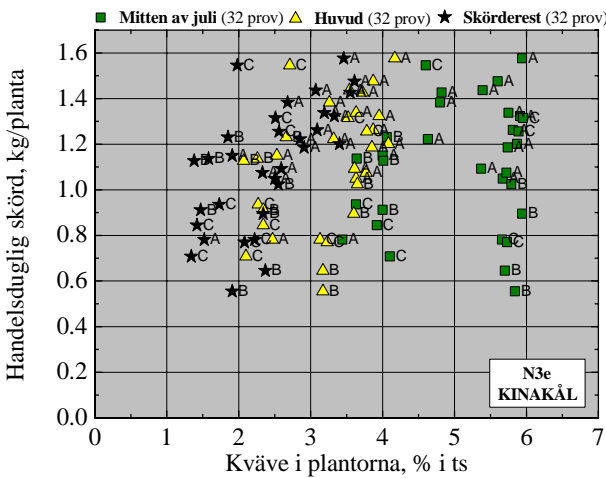
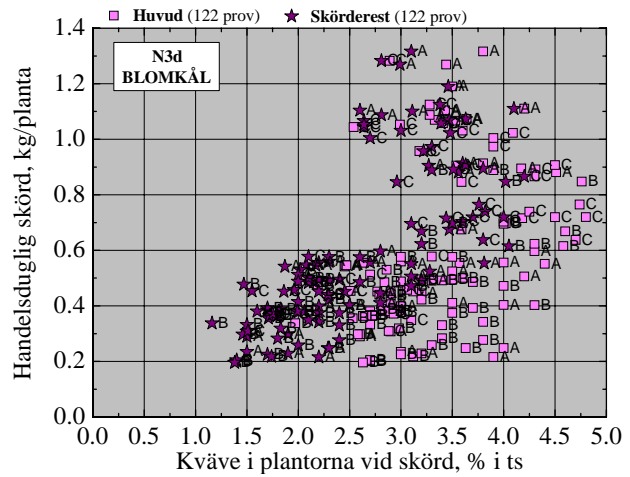
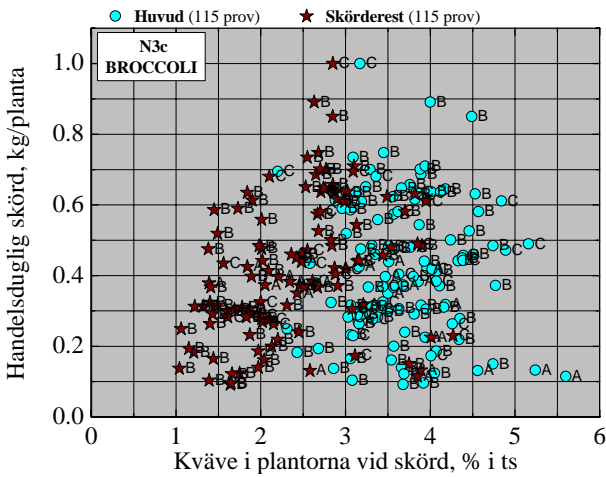
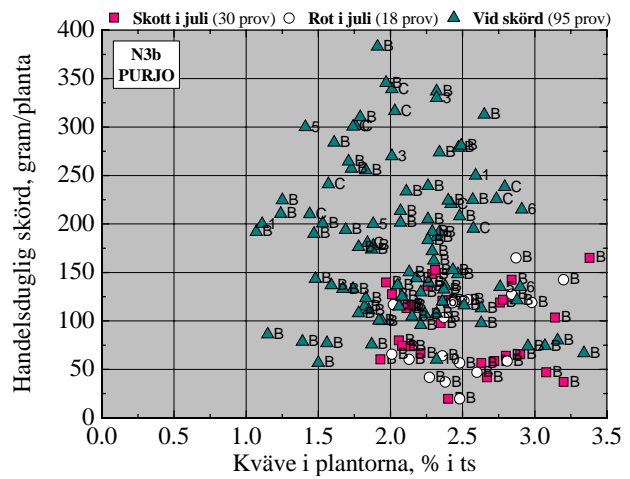
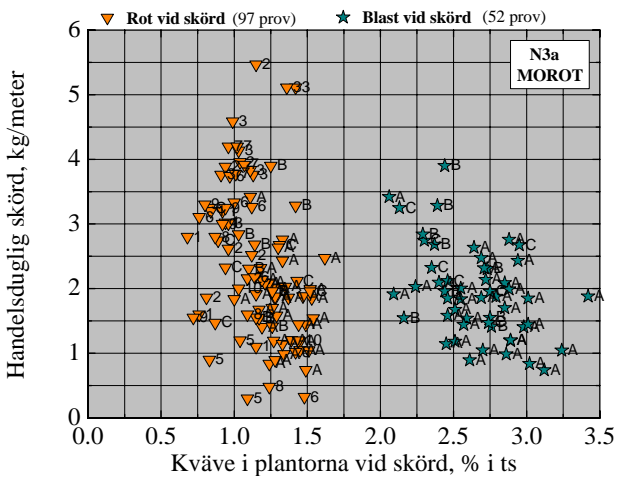




Figur N2a-g. Förhållandet mellan plantornas vikt och kväve i matjorden 0–30 cm. Proverna i figur N2g kommer från dokumentationsprojektet 2002–2005 där man tagit prov på jord och plantsaft samtidigt under säsongen. Proverna på kinakål, blomkål, broccoli och isberg kommer från växtnärsstudier i norra Sverige 1989–2004. För morot, purjolök och vitkål är det en kombination av prover från dokumentationsprojektet 1999–2004 och prover från norra Sverige. Siffrorna anger gårdnummer för proverna i dokumentationsprojektet. För proverna från växtnärsstudier i norra Sverige anger bokstäverna typ av gödsling: A = mineralgödsel, B = organisk gödsel, C = mineral + organisk gödsel. Proverna på plantsaft och jorden i samband med plantsaften är tagna under tidsperioden slutet av juni till slutet av augusti. Övriga jordprov är tagna i mitten av säsongen. Jordproverna är analyserade enligt Modifierad Spurway (1:6 jord:HAc 0,1%, 30 minuter).



# KVÄVE



Figur N3a-g. Förhållandet mellan plantornas vikt och kväve i plantorna. Proverna i figur N3g kommer från dokumentationsprojektet 2002–2005 där man tagit prov på jord och plantsaft samtidigt under säsongen. Proverna på kinakål, blomkål, broccoli och isberg kommer från växtnäringssstudier i norra Sverige 1989–2004. För morot, purjolök och vitkål är det en kombination av prover från dokumentationsprojektet 1999–2004 och prover från norra Sverige. Siffrorna anger gårdsnummer för proverna i dokumentationsprojektet. För proverna från växtnäringssstudier i norra Sverige anger bokstäverna typ av gödsling: A = mineralgödsel, B = organisk gödsel, C = mineral + organisk gödsel. Proverna på plantsaft och jorden i samband med plantsaften är tagna under tidsperioden slutet av juni till slutet av augusti.

## Fosfor

Fosfat i markvätskan i fertila odlingsjordar har uppskattats till 0,3–3 mg/l (Mengel et al., 1969; Hossner et al., 1973). Enligt Barber (1995), kan så mycket som hälften av fosfatet i markvätskan vara i form av lösliga organiska föreningar. Organiskt fosfor kommer inte med i jordanalysen vilket innebär en underskattning av fosfortillgången särskilt i ekologisk odling där inget lättlösligt mineraliskt fosfor tillförs med gödningen.

Fosforrekommendationerna i Europa har börjat frågasättas. Neyroud & Lischer (2003) presenterade resultat från en jämförelse av 16 olika metoder för fosforbestämning i jord som används i Europa (tyvärr fanns inte Spurway-analysen med). Enligt utvärderingen för respektive metod skulle ca 50% av alla testade jordar ha för lågt fosforinnehåll vilket de ansåg uppseendeväckande med tanke på den kraftiga uppgödning med fosfor som skett de senaste decennierna.

I Sverige pågår en revidering av utvärderingen av Al-analysen i jordbruket. Bertilsson m. fl. (2005) skriver att ”ingen av våra vanliga grödor (inklusive sockerbetor och potatis) har nytta av att P-Al hålls över 10”. Tyvärr finns ingen omräkningsfaktor mellan P-Al och Spurwayanalysen

### Morot

I de flesta jordproverna ligger fosfor under 5 mg/liter (Fig. P1a). För juliproverna på rot och blast har fosforinnehållet ökat kraftigt med stigande innehåll i jorden, för proverna tagna vid skörd är ökningen tydlig upp till ca 10 mg P men sedan planar det ut. De högsta skördarna av morötter har man tagit med P i jorden på ca 1–7 mg/l (Fig. P2a). För P i morötterna är det snarast ett negativt samband med skörden och de högsta skördarna har tagits vid P på 0,15–0,20 % i ts (Fig. P3a). Det lägsta referensvärdet för P i morötter ligger på 0,22 % P i ts (Tab. 11, s 14) vilket ser ut att vara fullt tillräckligt. P i blasten i juliproverna ligger över den vanligaste nedre gränsen för referensvärdena, 0,20 % i ts, medan majoriteten av blastproverna vid skörd ligger under samma gräns (Tab. 9 och 10, s14). Med hänsyn till kopplingen till skörden (Fig. P3a) kan förmodligen samma värde som för morötterna gälla som tillräckligt även i blasten, d.v.s. 0,15–0,20 % i ts. Av proverna som tagits på plantsaften ligger ca hälften under LMI:s riktvärde på 150 mg/l, men kopplingen till jorden är svag (Fig. P1g). Vid P i jorden på 0–5 mg/l varierar P i plantsaften mellan ca 100–200 mg/l. Höga skördar har tagits vid P i jorden på 1–5 mg/l (Fig. P2g). Sammantaget talar materialet för att en fosforhalt i jorden på 1–10 mg/l

är tillräckligt för morötter. För plantsaften ser intervallet 100–200 mg/l ut att vara rimligt som riktvärde (Fig. P3g)

### Vitkål

I de flesta jordproverna ligger fosfor under 5 mg/liter (Fig. P1f och P1g). En viss ökning av P i vitkålen sker upp till ca 5 mg/l P i jorden, men sedan planar det ut. Det är också en tendens till ökande skörd av vitkål med stigande P i jorden upp till ca 15 mg/l (Fig. P2f). För P i vitkålen är det däremot snarast ett negativt samband med skörden och de högsta skördarna har tagits vid P på 0,20–0,35 % i ts (Fig. P3f). Det lägsta referensvärdet för fosfor i vitkål ligger på 0,20 % P i ts (Tab. 13, s 15) vilket ser ut att vara tillräckligt. Av proverna som tagits på plantsaften ligger alla utom tre under LMI:s riktvärde på 250 mg/l, men kopplingen till jorden är svag (Fig. P1g). Vid P i jorden på 0–5 mg/l varierar P i plantsaften mellan ca 60–270 mg/l. Höga skördar har tagits vid P i plantsaften på 60–200 mg/l (Fig. P3g). Sammantaget talar materialet för att en fosforhalt i jorden på 2–15 mg/l är tillräckligt för vitkål. För plantsaften är det svårt att bedöma.

### Broccoli och blomkål

För broccoli ligger fosfor i de flesta jordproverna på 0,5–5 mg/l (Fig. P1c), för blomkål på 5–10 mg/l (Fig. P1d). Skörden för broccoli har ökat med stigande P i jorden upp till 2 mg/l (Fig. P2c). Sambandet mellan skörd och P i plantorna tyder på att riktvärdet är lite väl högt för skörderesten i broccoli (Fig. P3c, Tab. 14, s 15). Sammantaget talar materialet för att en fosforhalt i jorden på 2–10 mg/l är tillräckligt för broccoli, medan blomkål kan behöva 5–15 mg/l.

### Purjolök

I de flesta jordproverna ligger fosfor under 3 mg/liter (Fig. P1b och P2b). Upp till 5 mg/l ökar både skörden och innehållet av P i plantorna. Skörden ökar med stigande P i plantorna upp till ca 0,35% i ts (Fig. P3b).

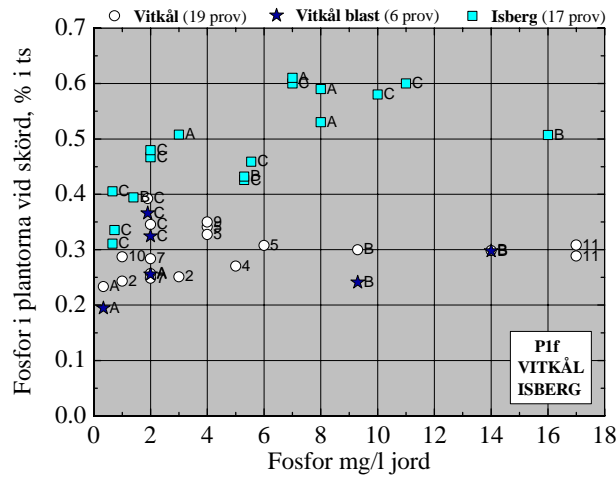
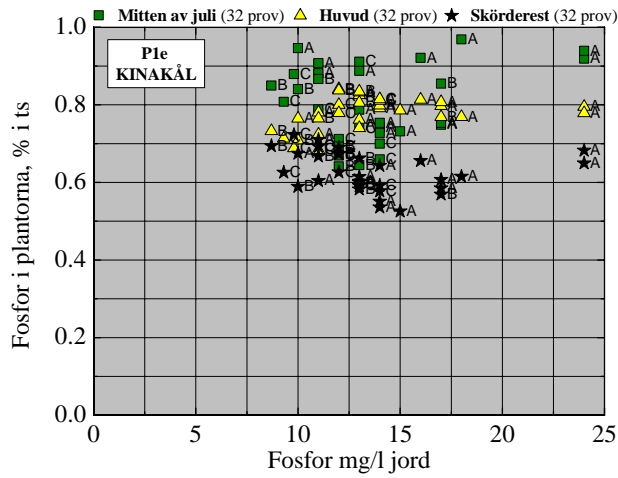
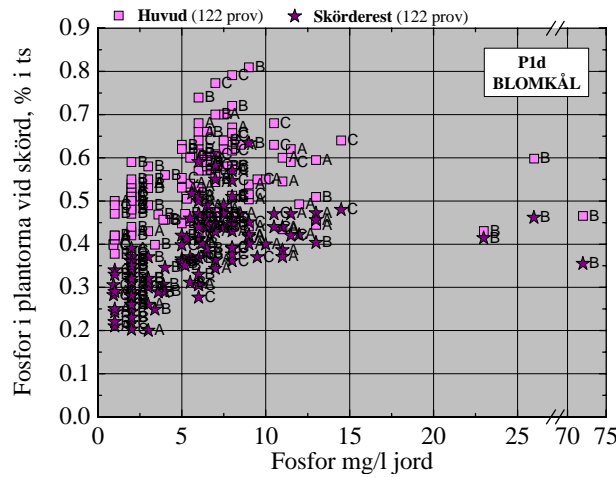
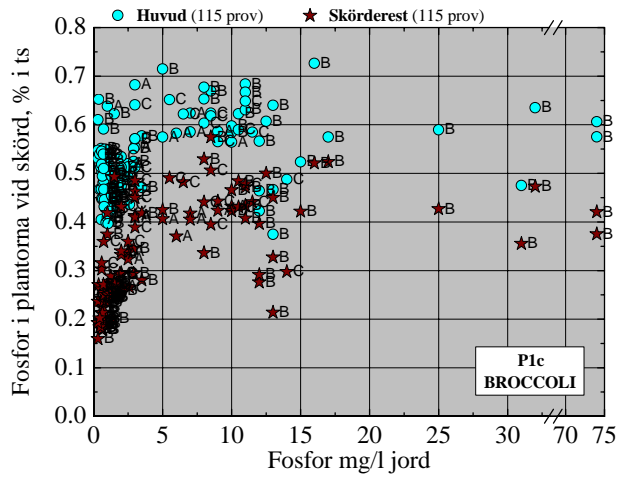
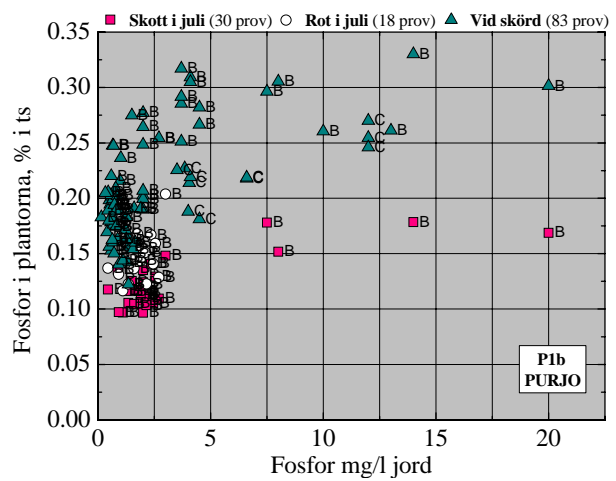
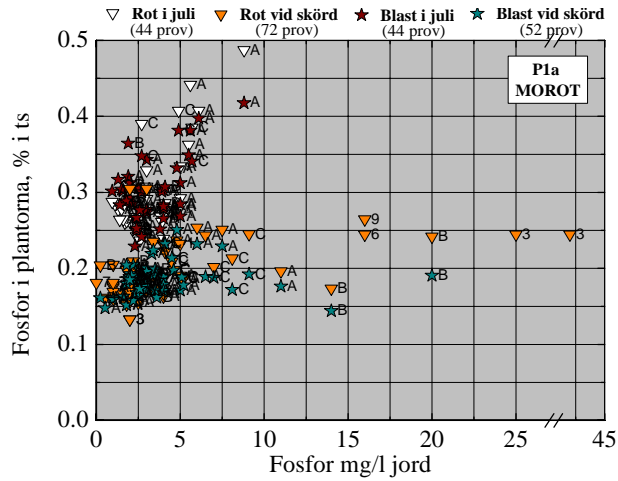
### Kinakål

I de flesta jordproverna ligger fosfor på 10–20 mg/liter (Fig. P1e). Stigande P i jorden har haft liten effekt på P i plantorna men tillväxt och skörd har ökat med stigande P i jorden (Fig. P2e). Sambandet mellan P i plantorna och skörden är svagt, förmodligen har alla prov tillräckliga halter i ts (Fig. P3e).

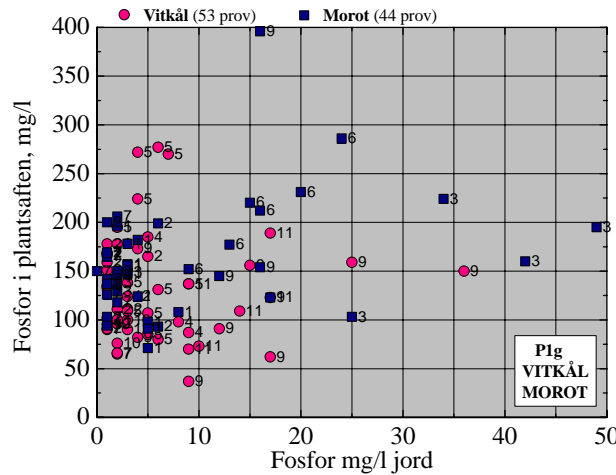
### Isbergssallad

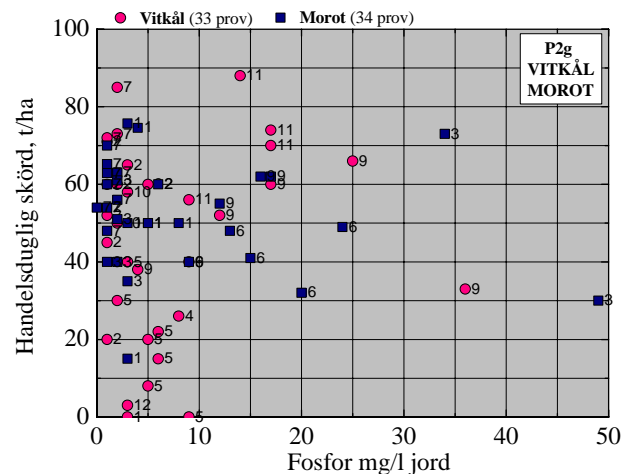
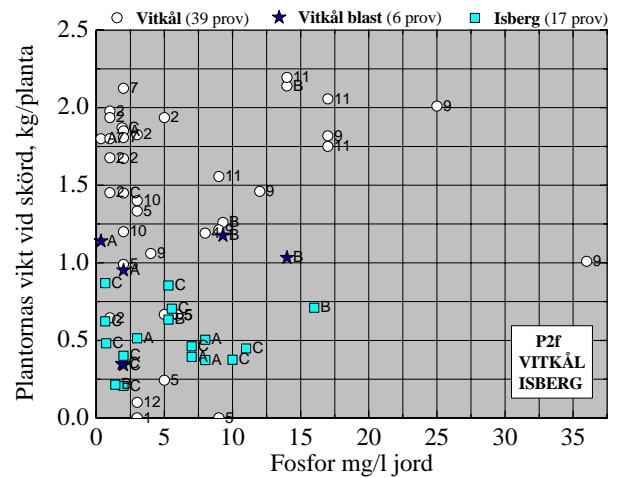
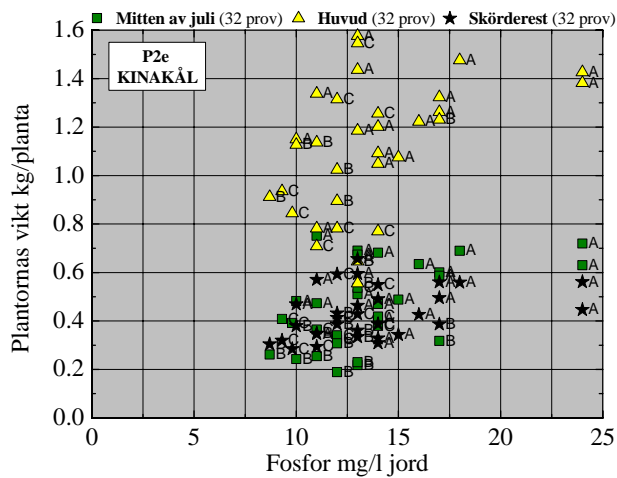
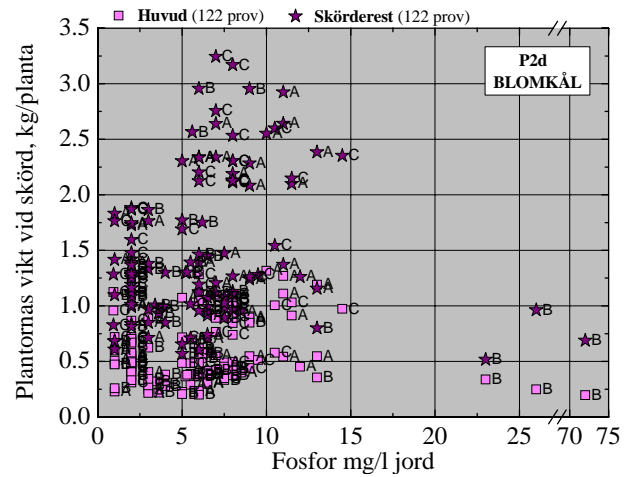
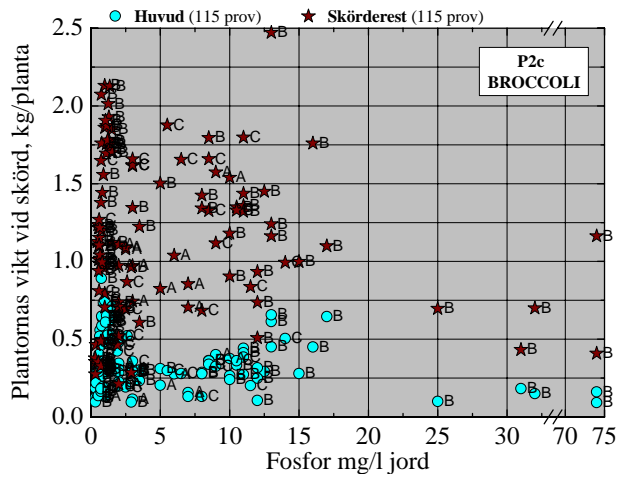
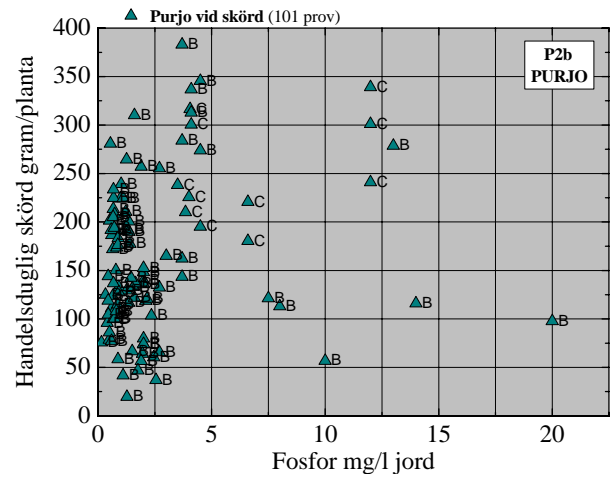
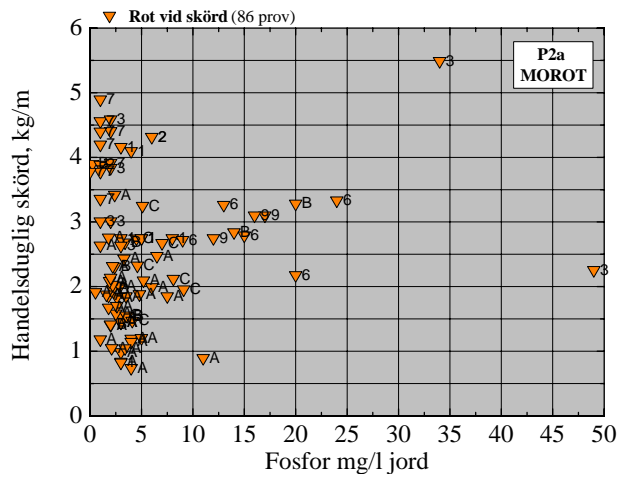
Fosfor i plantorna stiger med stigande P i jorden (Fig. P1f) men kopplingen till skörden är svag och snarast negativ för P i plantorna (Fig. P2f och P3f).

# FOSFOR



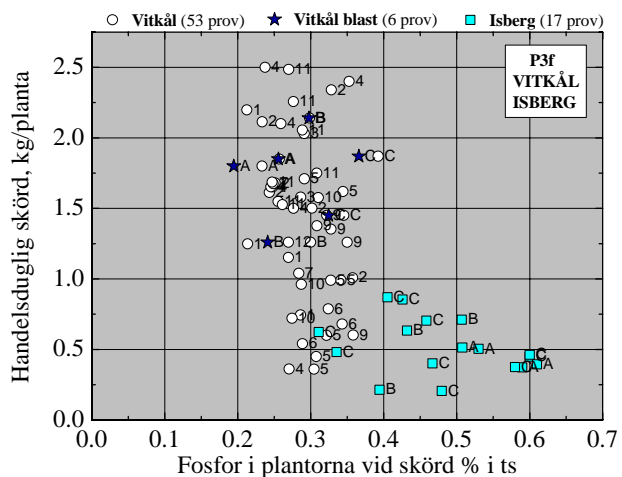
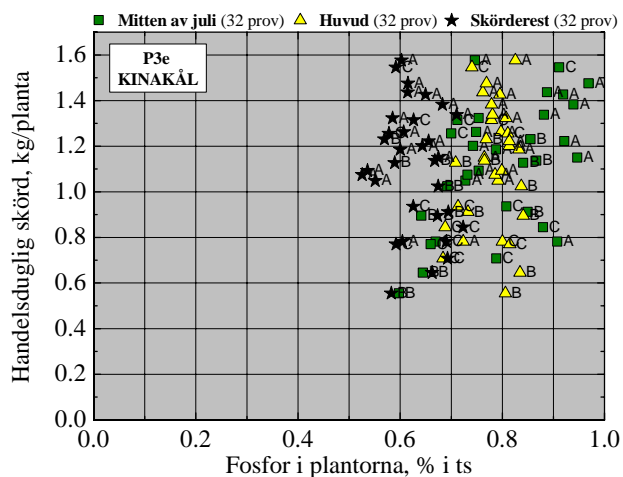
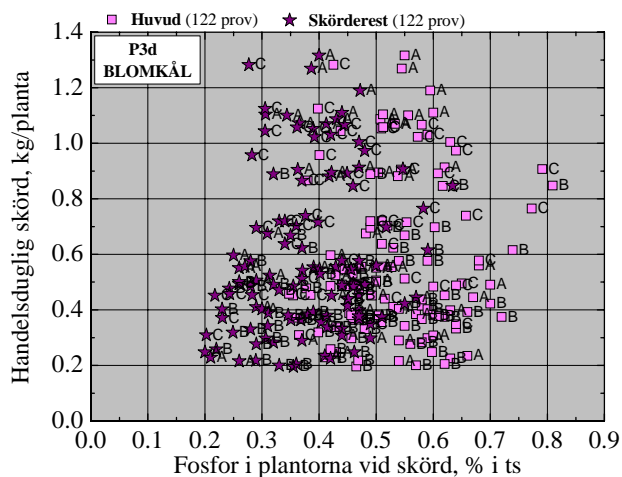
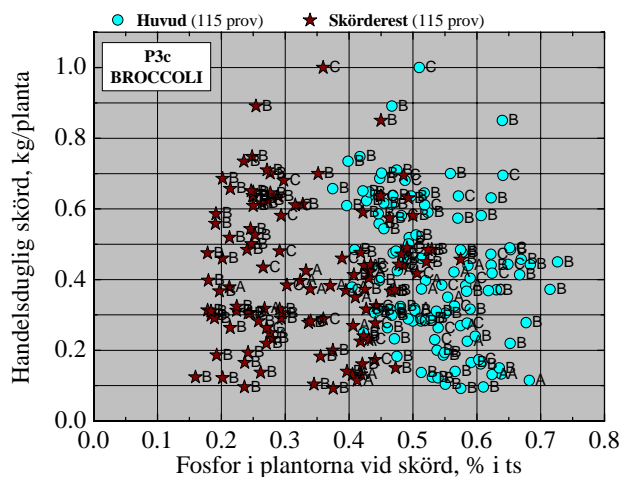
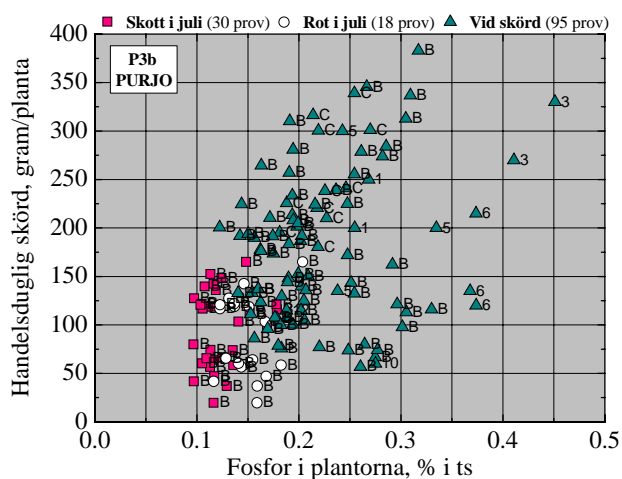
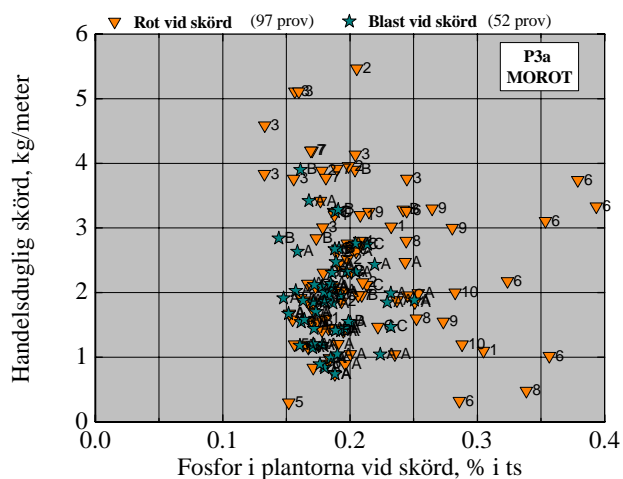
Figur P1a-g. Förhållandet mellan fosfor i plantorna och fosfor i matjorden 0–30 cm. Proverna i figur P1g kommer från dokumentationsprojektet 2002–2005 där man tagit prov på jord och plantsaft samtidigt under säsongen. Proverna på kinakål, blomkål, broccoli och isberg kommer från växtnäringstudier i norra Sverige 1989–2004. För morot, purjolök och vitkål är det en kombination av prover från dokumentationsprojektet 1999–2004 och prover från norra Sverige. Siffrorna anger gårdsnummer för proverna i dokumentationsprojektet. För proverna från växtnäringstudier i norra Sverige anger bokstäverna typ av gödsling: A = mineralgödsel, B = organisk gödsel, C = mineral + organisk gödsel. Proverna på plantsaft och jorden i samband med plantsaften är tagna under tidsperioden slutet av juni till slutet av september. Övriga jordprov är tagna i mitten av säsongen. Jordproverna är analyserade enligt Modifierad Spurway (1:6 jord:HAC 0,1%, 30 minuter).



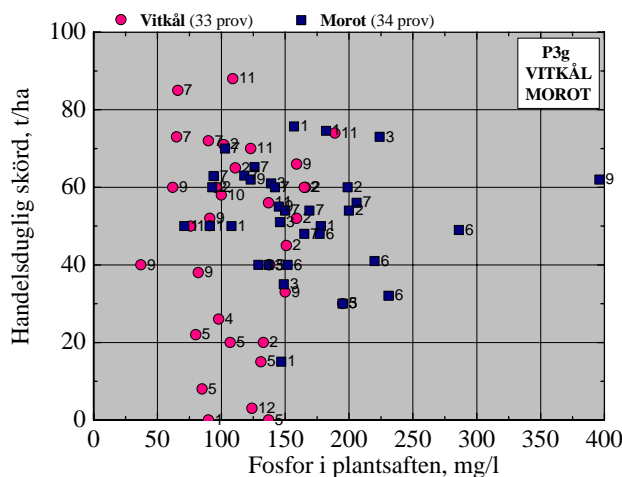


Figur P2a-g. Förhållandet mellan plantornas vikt och fosfor i matjorden 0–30 cm. Proverna i figur P2g kommer från dokumentationsprojektet 2002–2005 där man tagit prov på jord och plantsaft samtidigt under säsongen. Proverna på kinakål, blomkål, broccoli och isberg kommer från växtnäringstudier i norra Sverige 1989–2004. För morot, purjolök och vitkål är det en kombination av prover från dokumentationsprojektet 1999–2004 och prover från norra Sverige. Siffrorna anger gårdsnummer för proverna i dokumentationsprojektet. För proverna från växtnäringstudier i norra Sverige anger bokstäverna typ av gödsling: A = mineralgödsel, B = organisk gödsel, C = mineral + organisk gödsel. Proverna på plantsaft och jorden i samband med plantsaften är tagna under tidsperioden slutet av juni till slutet av augusti. Övriga jordprov är tagna i mitten av säsongen. Jordproverna är analyserade enligt Modifierad Spurway (1:6 jord:HAc 0,1%, 30 minuter).

# FOSFOR



Figur P3a-g. Förhållandet mellan plantornas vikt och fosfor i plantorna. Proverna i figur P3g kommer från dokumentationsprojektet 2002–2005 där man tagit prov på jord och plantsaft samtidigt under säsongen. Proverna på kinakål, blomkål, broccoli och isberg kommer från växtnäringstudier i norra Sverige 1989–2004. För morot, purjolök och vitkål är det en kombination av prover från dokumentationsprojektet 1999–2004 och prover från norra Sverige. Siffrorna anger gårdsnummer för proverna i dokumentationsprojektet. För proverna från växtnäringstudier i norra Sverige anger bokstäverna typ av gödsling: A = mineralgödsel, B = organisk gödsel, C = mineral + organisk gödsel. Proverna på plantsaft och jorden i samband med plantsaften är tagna under tidsperioden slutet av juni till slutet av augusti.





## Kalium

Kalium som tillförs med organisk gödsling blir i princip tillgängligt för grödan omedelbart och syns därmed också tydligt i jordanalyser. Till skillnad från kväve kan man därför inte förvänta sig radikalt lägre kaliumvärden i jorden jämfört med konventionell odling. Vissa organiska gödselmedel kan också innehålla höga halter kalium, t.ex. pelleterade gödselmedel som innehåller rester från jästtillverkning. Det är då i form av kaliumsulfat och tillför även betydande mängder svavel i lättillgänglig form.

### Morot

Innehållet av kalium i jordproverna varierar mellan 5–115 mg/liter (Fig. K1a). För rotproverna i juli och blastproverna vid skörd har innehållet av K ökat kraftigt med stigande halter i jorden upp till 80 mg/l. För rötterna vid skörd är det en svag ökning av K i ts med stigande K i jorden. Både höga och låga skördar av morötter förekommer i hela intervallet för K i jorden (Fig. K2a). För K i morötterna är det ett negativt samband med skörden (Fig. K3a). Den nedre gränsen för referensvärdena för K i morötter ligger på 1,4–1,6 % K i ts (Tab. 11, s14) vilket betyder att majoriteten av våra prov har tillräckligt kaliuminnehåll. K i blasten i juliproverna och majoriteten av skördeproverna ligger över nedre gränsen för referensvärdena, 2,0 resp. 1,3 % K i ts (Tab. 9 och 10, s 14). Av proverna som tagits på plantsaften ligger ca 30 % under LMI:s riktvärde på 5000 mg/l, men de flesta av dem ligger ganska nära under (Fig. K1g). K i plantsaften ökar med stigande K i jorden. Skörden ökar med både stigande K i jorden och K i plantsaften (Fig. K2g, K3g). Sammantaget talar materialet för att en kaliumhalt i jorden på 30–80 mg/l kan behövas i morötter. För plantsaften ser LMI:s värde relevant ut.

### Vitkål

Innehållet av kalium i jordproverna varierar mellan 10–130 mg/liter (Fig. K1f, K1g, K2f). En viss ökning av K i vitkålen och skörden sker upp till ca 100 mg/l K i jorden. För K i vitkålen är det snarast ett negativt samband med skörden i alla fall vid halter över 3,0 % i ts (Fig. K3f). Den nedre gränsen för referensvärden för K i vitkål ligger på 2,0–2,4 % i ts (Tab. 13, s 14). Av proverna som tagits på plantsaften ligger ca 45 % under LMI:s riktvärde på 3200 mg/l, men de flesta av dem ligger ganska nära under (Fig. K1g). K i plantsaften ökar med stigande K i jorden. Skörden har ökat med stigande K i jorden upp till ca 80 mg/l (Fig. K2g) och med stigande K i plantsaften upp till 3000–4000 mg/l (Fig. K3g). Sammantaget talar materialet för att en kaliumhalt i

jorden på 40–100 mg/l kan behövas i vitkål. För plantsaften ser LMI:s värde relevant ut.

### Broccoli och blomkål

I broccoli varierar kalium i jorden mellan ca 20–240 mg/l, med en ansamling av prov mellan 20–50 mg/l (Fig. K1c). I blomkål varierar K i jorden mellan 20–160 mg/l (Fig. K1d). De högsta värdena i jorden i både broccoli och blomkål kommer från marktäckning med grönmassa. Kalium i plantorna ökar med stigande K i jorden i både broccoli och blomkål. För broccoli har de högsta skördarna tagits vid så låga K värden i jorden som 20–40 mg/l, men också vid K i jorden kring 100 mg/l (Fig. K2c). Sambandet mellan skörd och K i plantorna tyder på att riktvärdet är lite väl högt för huvudet i broccoli (Fig. K3c, Tab. 14, s 15). För blomkål har höga skördar tagits vid K i jorden mellan 40–120 mg/l (Fig. K2d), och med K i plantorna på 3,5–4,5 % i ts i huvudena (Fig. K3d), vilket stämmer bra med riktvärdena (Tab. 14 s 15). Sammantaget talar materialet för att en kaliumhalt i jorden på 30–100 mg/l är lämpligt i broccoli, medan blomkål kan behöva 40–100 mg/l.

### Purjolök

I jordproverna varierar kalium mellan ca 20–120 mg/liter (Fig. K1b och K2b). Både innehållet av K i plantorna och skörden ökar med stigande K i jorden upp till 80–100 mg/l (Fig. K2b). Skörden ökar med stigande K i plantorna upp till ca 2,5–3,5% i ts (Fig. K3b).

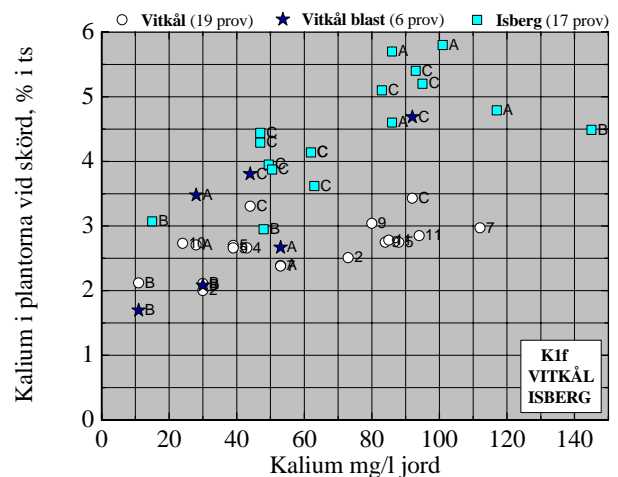
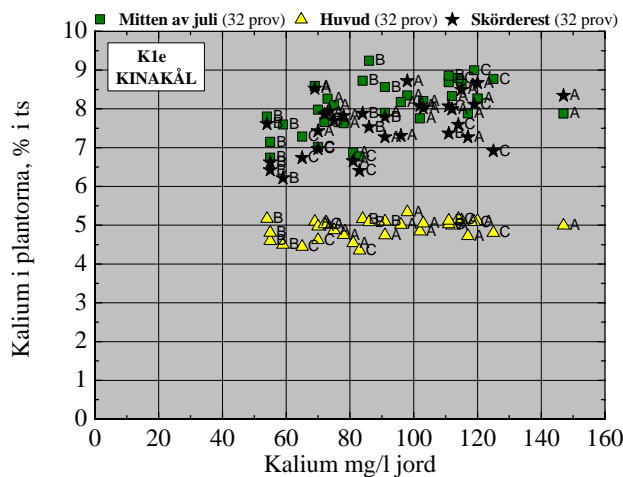
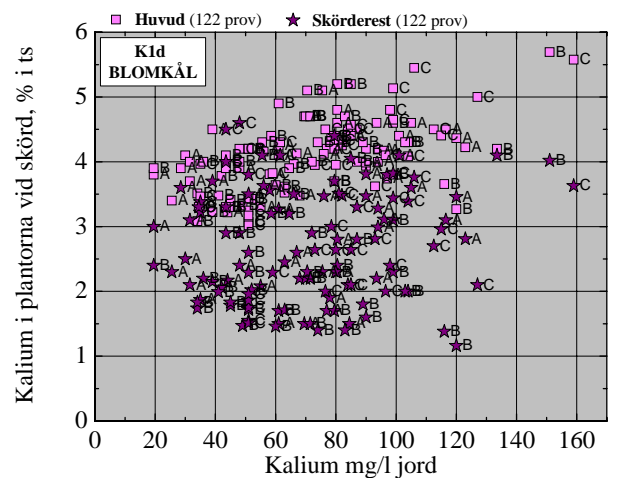
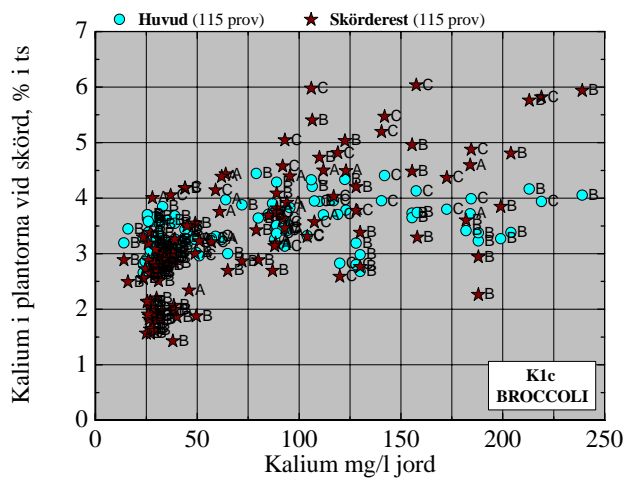
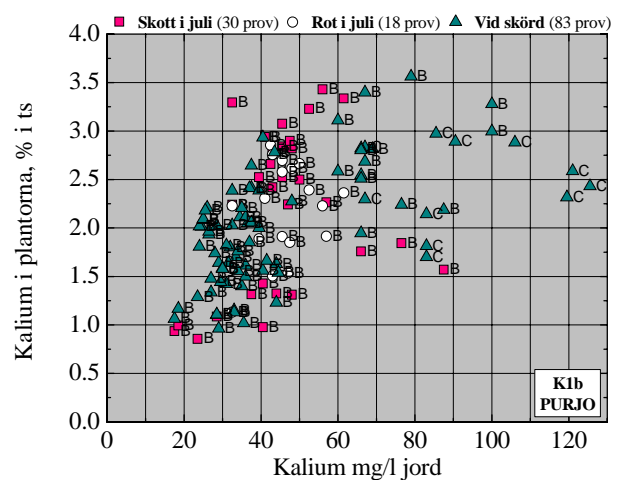
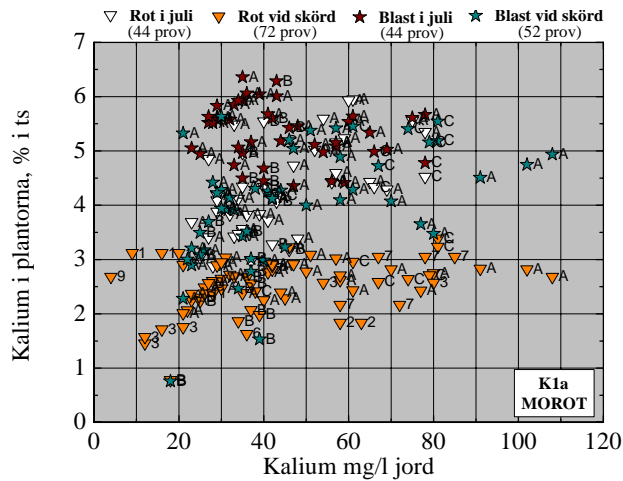
### Kinakål

Kalium i jorden varierar mellan 55–150 mg/l (Fig. K1e). Det är en viss ökning av K i plantorna och ökande skörd med stigande K i jorden upp till ca 120 mg/l (Fig. K1e, K2e). Variationen för K i plantorna är liten och sambandet med skörden svagt (Fig. K3e).

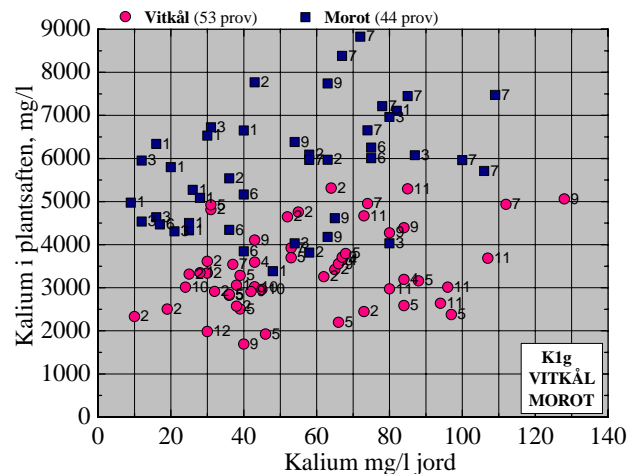
### Isbergssallad

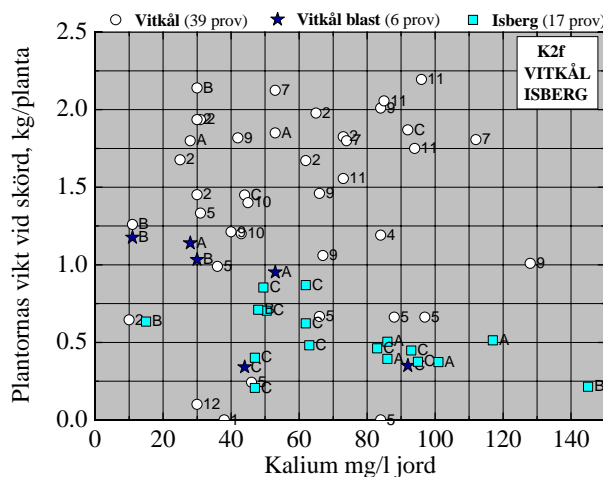
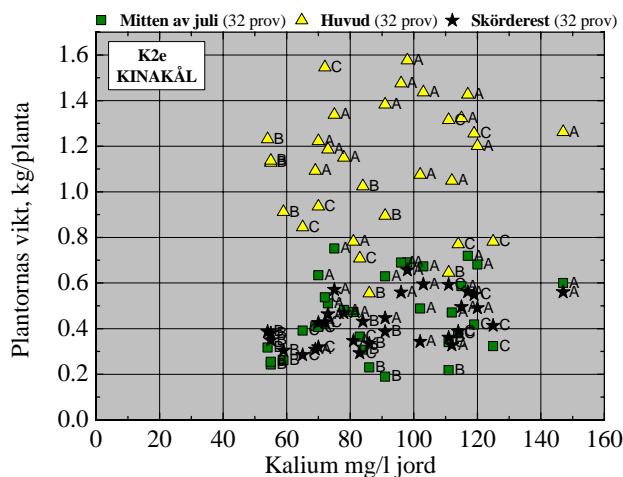
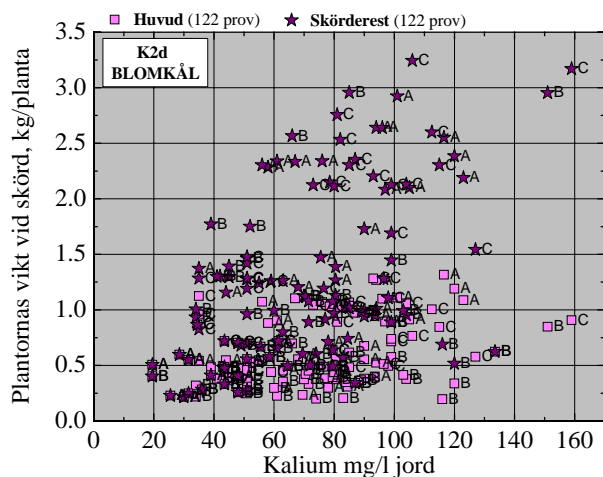
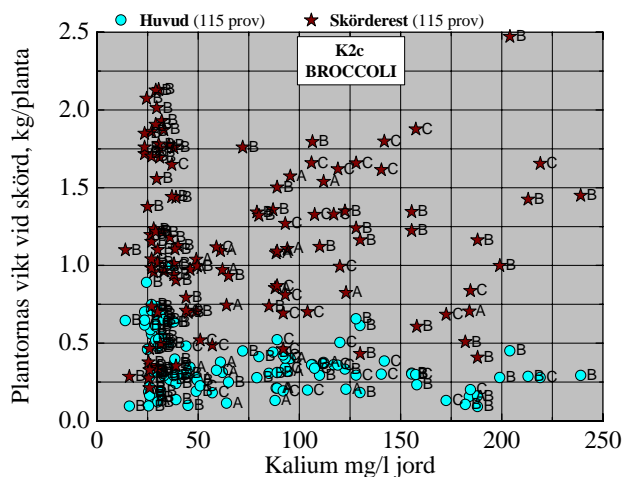
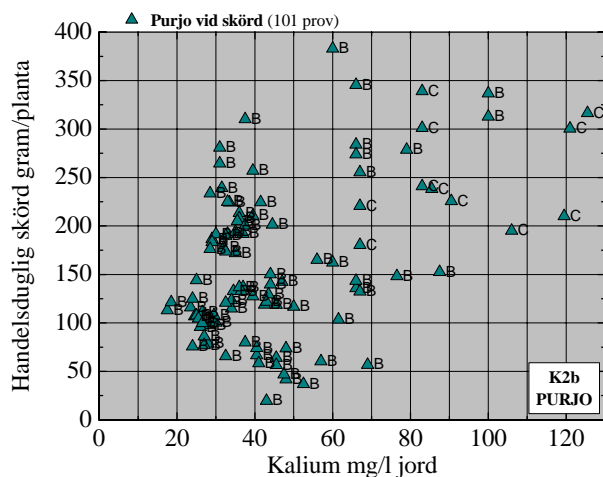
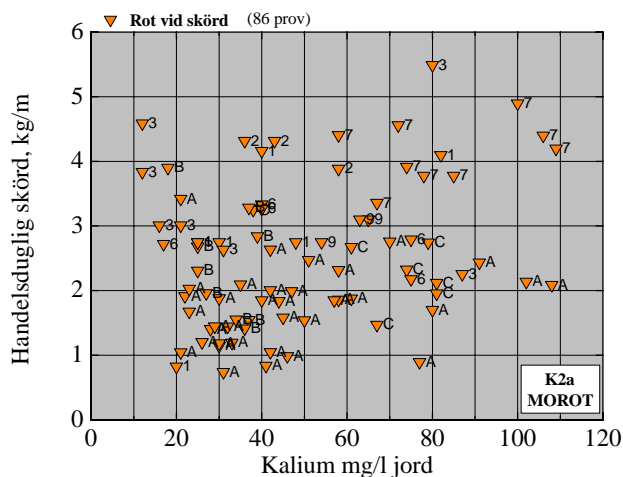
Kalium i plantorna stiger med stigande K i jorden upp till ca 100 mg/l (Fig. K1f) men kopplingen till skörden är negativ både för K i jorden och i plantorna (Fig. K2f och K3f).

# KALIUM

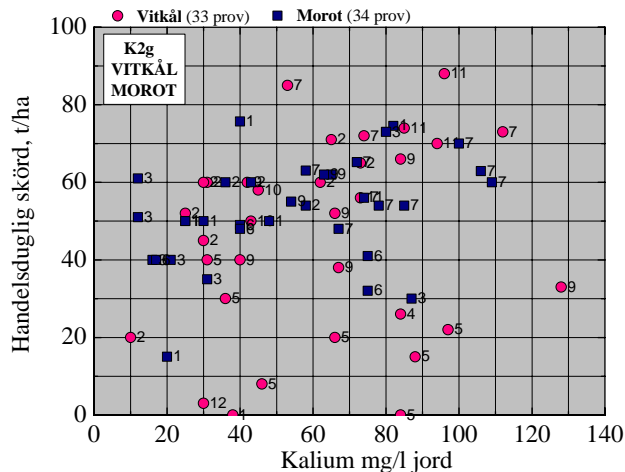


Figur K1a-g. Förhållandet mellan kalium i plantorna och kalium i matjorden 0–30 cm. Proverna i figur K1g kommer från dokumentationsprojektet 2002–2005 där man tagit prov på jord och plantsaft samtidigt under säsongen. Proverna på kinakål, blomkål, broccoli och isberg kommer från växtnäringssstudier i norra Sverige 1989–2004. För morot, purjolök och vitkål är det en kombination av prover från dokumentationsprojektet 1999–2004 och prover från norra Sverige. Siffrorna anger gårdsnummer för proverna i dokumentationsprojektet. För proverna från växtnäringssstudier i norra Sverige anger bokstäverna typ av gödsling: A = mineralgödsel, B = organisk gödsel, C = mineral + organisk gödsel. Proverna på plantsaft och jorden i samband med plantsaften är tagna under tidsperioden slutet av juni till slutet av september. Övriga jordprov är tagna i mitten av säsongen. Jordproverna är analyserade enligt Modifierad Spurway (1:6 jord:HAC 0,1%, 30 minuter).

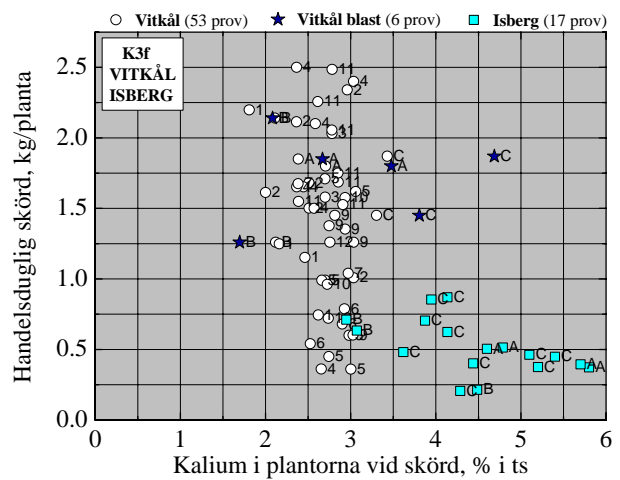
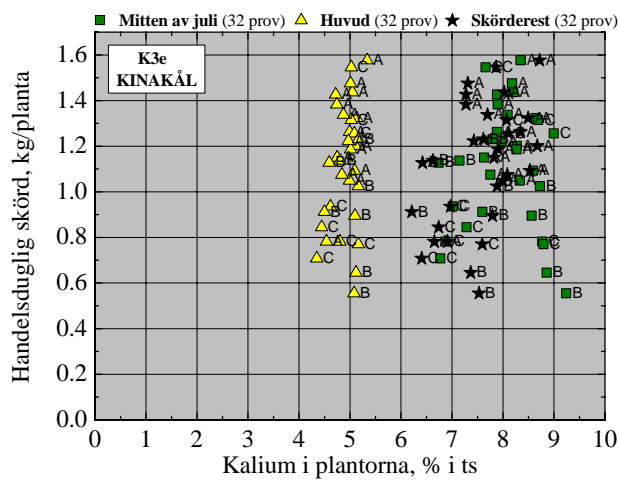
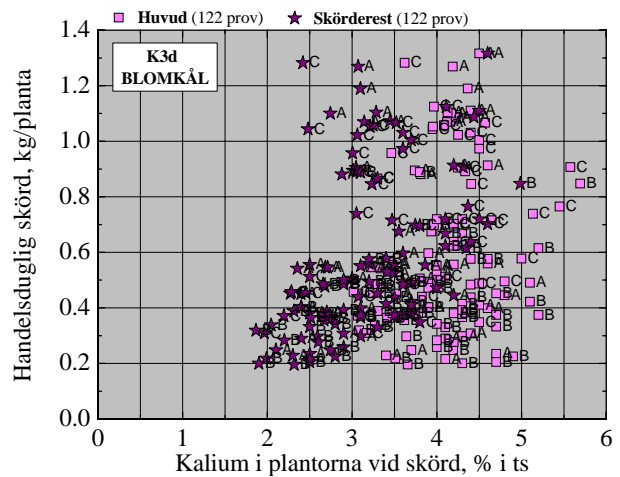
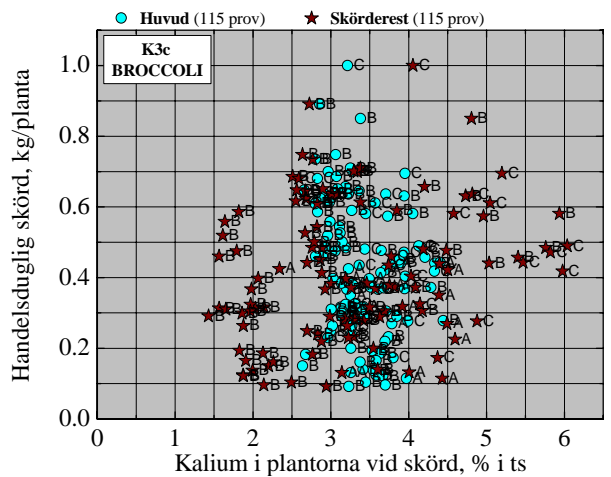
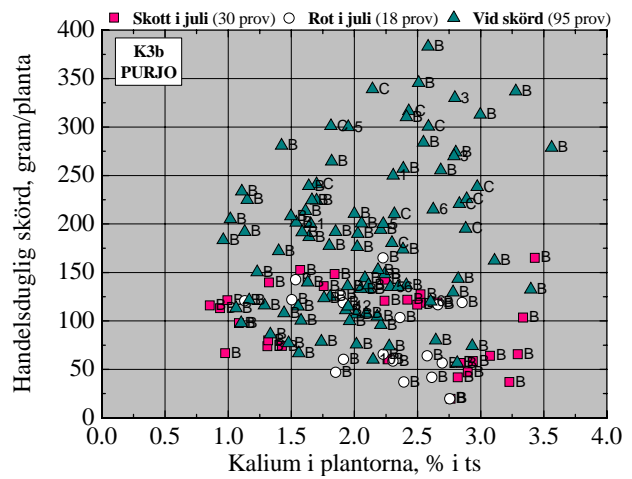
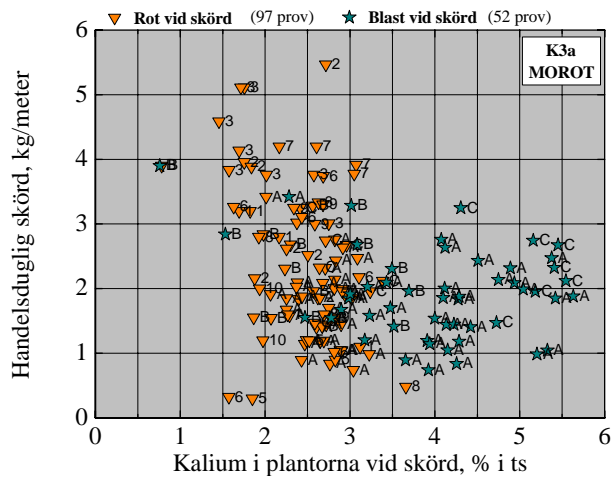




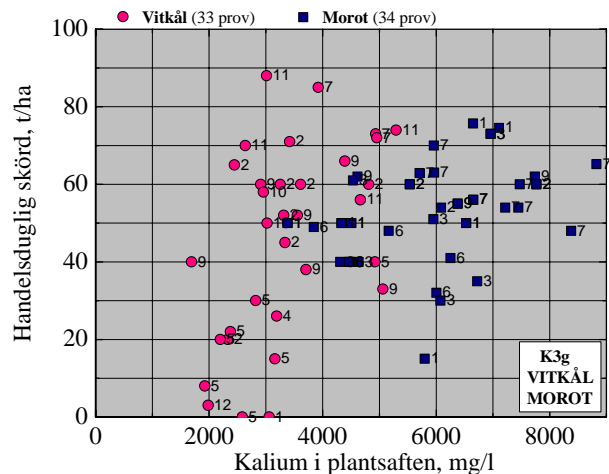
Figur K2a-g. Förhållandet mellan plantornas vikt och kalium i matjorden 0–30 cm. Proverna i figur K2g kommer från dokumentationsprojektet 2002–2005 där man tagit prov på jord och plantsaft samtidigt under säsongen. Proverna på kinakål, blomkål, broccoli och isberg kommer från växtnäringstudier i norra Sverige 1989–2004. För morot, purjolök och vitkål är det en kombination av prover från dokumentationsprojektet 1999–2004 och prover från norra Sverige. Siffrorna anger gårdsnummer för proverna i dokumentationsprojektet. För proverna från växtnäringstudier i norra Sverige anger bokstäverna typ av gödsling: A = mineralgödsel, B = organisk gödsel, C = mineral + organisk gödsel. Proverna på plantsaft och jorden i samband med plantsaften är tagna under tidsperioden slutet av juni till slutet av augusti. Övriga jordprov är tagna i mitten av säsongen. Jordproverna är analyserade enligt Modifierad Spurway (1:6 jord:HAc 0,1%, 30 minuter).



# KALIUM



Figur K3a-g. Förhållandet mellan plantornas vikt och kalium i plantorna. Proverna i figur K3g kommer från dokumentationsprojektet 2002–2005 där man tagit prov på jord och plantsaft samtidigt under säsongen. Proverna på kinakål, blomkål, broccoli och isberg kommer från växtnäringssstudier i norra Sverige 1989–2004. För morot, purjolök och vitkål är det en kombination av prover från dokumentationsprojektet 1999–2004 och prover från norra Sverige. Siffrorna anger gårdsnummer för proverna i dokumentationsprojektet. För proverna från växtnäringssstudier i norra Sverige anger bokstäverna typ av gödsling: A = mineralgödsel, B = organisk gödsel, C = mineral + organisk gödsel. Proverna på plantsaft och jorden i samband med plantsaften är tagna under tidsperioden slutet av juni till slutet av augusti.



## Kalcium

Innehållet av kalcium i jorden påverkas sällan märkbart under säsongen med normal gödsling. Det primära intresset när det gäller innehåll av Ca i jorden är inte att grödan ska kunna ta upp tillräckligt mycket Ca. Det kan den oftast om inte innehållet är extremt lågt, vilket är ovanligt. Kalcium i jorden är starkt kopplad till pH-värdet (se avsnittet om pH, s 57), och kan motverka skadliga effekter av t.ex. aluminium som uppstår vid låga pH-värden. Olika typer av jordar har väldigt olika innehåll av kalcium. Generellt har lerjordar högre kalciuminnehåll än lättare mo- och sandjordar. En jord med naturligt högt innehåll av kalcium kan fungera bra, även om man får räkna med viss risk för brist på mikronäringsämnen. En lättare jord med naturligt lågt innehåll av kalcium kan allvarligt försämrats av överdriven kalkning. Förrådet av mikronäringsämnen är litet, och det som finns binds hårt i jorden. De flesta mineralgödsel har en pH sänkande effekt både p.g.a. de ämnen som tillförs men också genom den koncentrationshöjning man får i markvätskan efter gödsling. Den kan medföra kraftiga pH sänkningar på kort sikt men även en utlakning av kalcium på lite längre sikt. Det innebär att man i konventionell odling behöver hålla högre innehåll av kalcium jämfört med ekologisk odling där gödslingen sällan innebär någon kraftig koncentrationshöjning i markvätskan, och många organiska gödselmedel även tillför betydande mängder kalcium.

### Morot

Innehållet av Ca i jordproverna varierar mellan 200–1000 mg/liter (Fig. Ca1a). Ca blasten i juli och vid skörd har ökat kraftigt med stigande halter i jorden i hela intervallet. För rötterna vid skörd är det en svag ökning av Ca i ts med stigande Ca i jorden upp till ca 700 mg/l. Det är en viss tendens till högre skörd med stigande Ca i jorden (Fig. Ca2a). De högsta skördarna har tagits vid Ca i morötterna kring 0,25 % i ts, och Ca i blasten kring 1,5 % i ts (Fig. Ca3a). Den nedre gränsen för referensvärdena för Ca i morötter ligger kring 0,2 % Ca i ts (Tab. 11, s14). Blastprover som tyder på Ca-brist återfinns vid Ca i jorden under 400 mg/l (Tab. 9 och 10, s 14). Av proverna som tagits på plantsaften ligger de flesta under LMI:s riktvärde på 2500 mg/l, men många ligger ganska nära under (Fig. Ca1g). Ca i plantsaften ökar med stigande Ca i jorden. Skörden ökar med stigande Ca i jorden upp till 500 mg/l (Fig. Ca2g). Sammantaget talar materialet för att en kalciumhalt i jorden på 400–800 mg/l är lämpligt för morötter. Det motsvarar ett pH-värde på ca 5,5–6,5 (se avsnittet om pH, s 57).

### Vitkål

Innehållet av Ca i jorden varierar mellan 200–1000 mg/liter (Fig. Ca1f, Ca1g, Ca2f). En viss ökning av Ca i vitkålen sker upp till ca 700 mg/l, men kopplingen mellan Ca i jorden och skörden är svag (Fig. Ca2f). För Ca i vitkålen är sambandet med skörden motstridigt med både positiva och negativa trender (Ca3f). Det finns dock en positiv trend för halter upp till 0,4 % i ts, vilket stämmer bra med den nedre gränsen för referensvärden för Ca i vitkål på 0,3–0,4 % i ts (Tab. 13, s 15). Av proverna som tagits på plantsaften ligger alla utom ett med god marginal över LMI:s riktvärde på 2600 mg/l (Fig. Ca1g). Ca i plantsaften ser ut att vara ganska oberoende av Ca i jorden. Sambandet mellan skörden och Ca i jorden är negativt som helhet men med en positiv trend upp till 400–500 mg/l (Fig. Ca2g). Något samband mellan Ca i plantsaften och skörden är svårt att se (Fig. Ca3g). Sammantaget talar materialet för att en kalciumhalt i jorden på 400–800 mg/l kan behövas i vitkål. Det motsvarar ett pH-värde på ca 5,5–6,5 (se s 57).

### Broccoli och blomkål

I broccoli och blomkål varierar Ca i jorden mellan ca 200–1200 mg/l, med en ansamling av prov mellan 300–400 mg/l i broccoli (Fig. Ca1c, Ca1d). Kalcium i plantorna ökar med stigande Ca i jorden upp till ca 800 mg/l. De högsta skördarna i broccoli har tagits vid Ca i jorden på ca 300–500 mg/l (Fig. Ca2c). Sambandet mellan skörden och Ca i huvudet för broccoli är negativt (Fig. Ca3c). För blomkål är sambandet mellan skörden och Ca i jorden svagt men med en viss positiv trend upp till ca 800 mg/l, däröver är det en negativ trend för prov som bara fått organisk gödsel (Fig. Ca2d). Skörden har ökat med stigande Ca i plantorna upp till ca 3,5–4,0 % i ts (Fig. Ca3d). Sammantaget talar materialet för att en kalciumhalt i jorden på 300–800 mg/l kan vara lämpligt i broccoli, för blomkål kan 400–800 mg/l behövas.

### Purjolök

Skörden har ökat med stigande Ca i jorden upp till ca 500 mg/l (Fig. Ca2b), och med stigande Ca i plantorna upp till ca 0,6 % i ts (Fig. Ca3b).

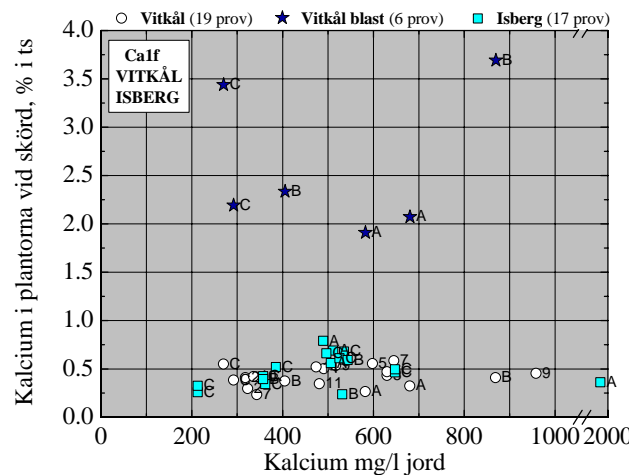
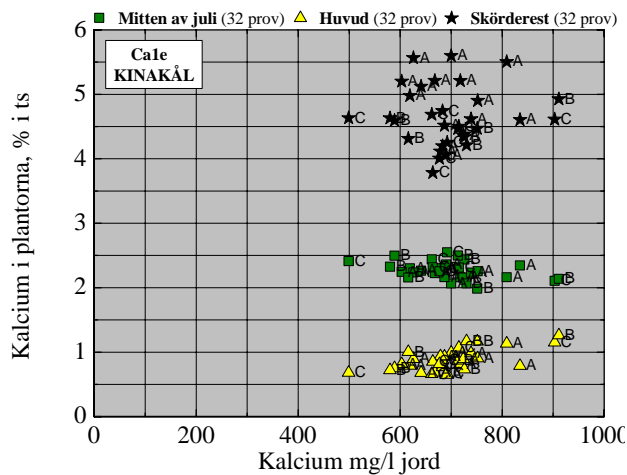
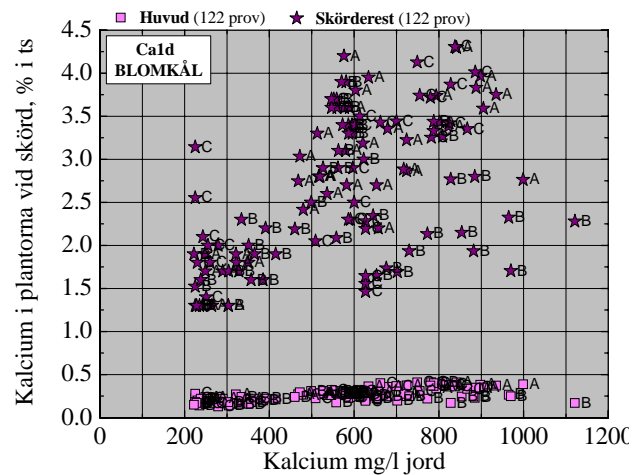
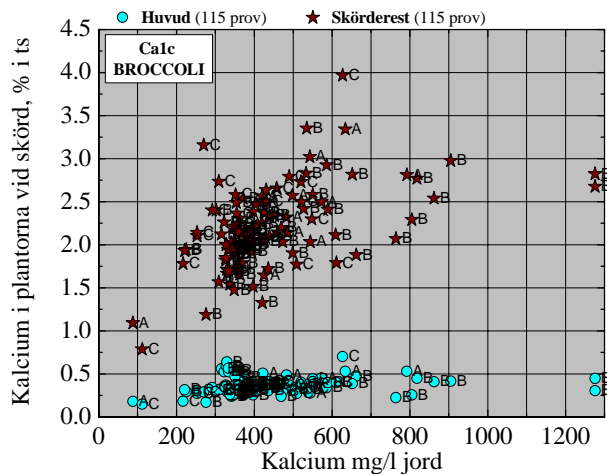
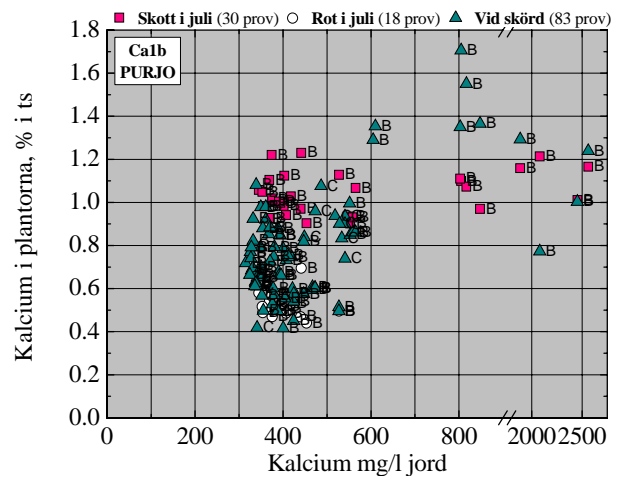
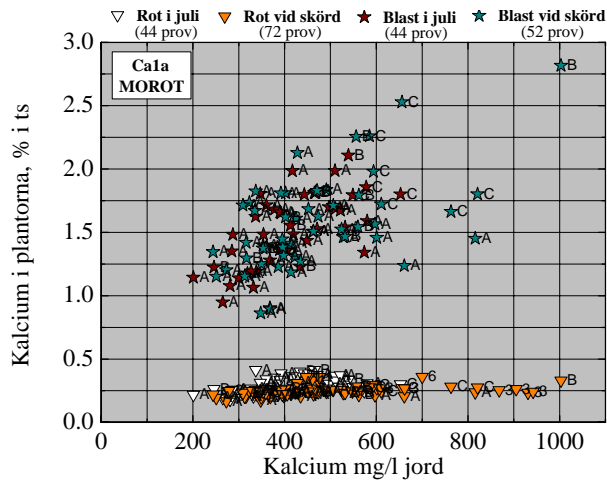
### Kinakål

Ca i huvudet har ökat med stigande Ca i jorden (Fig. Ca1e). Sambandet mellan skörden och Ca i jord och plantor är svagt (Fig. Ca2e, Ca3e).

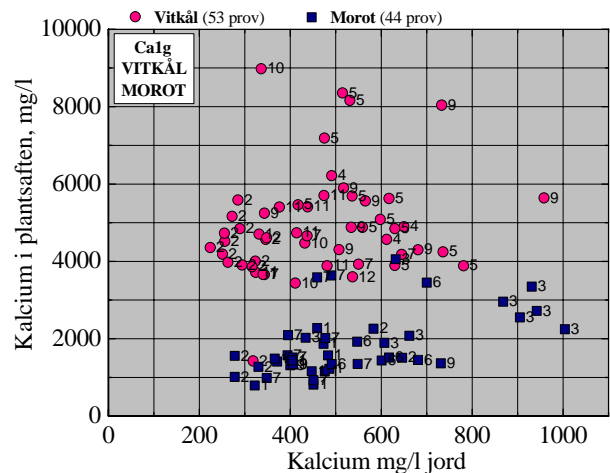
### Isbergssallad

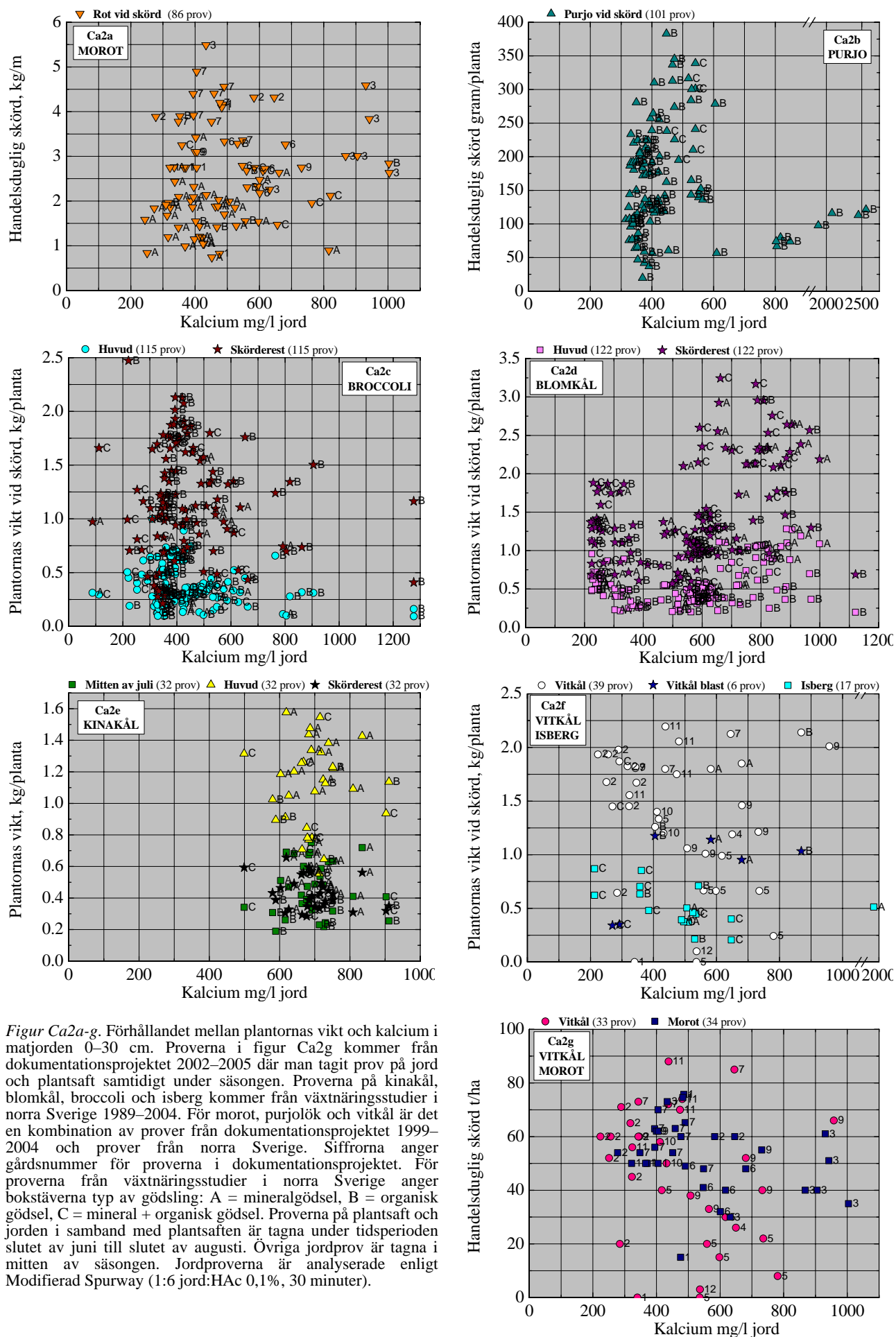
Ca i plantorna stiger med stigande Ca i jorden upp till ca 500 mg/l (Fig. Ca1f) men kopplingen till skörden är negativ både för Ca i jorden och i plantorna (Fig. Ca2f och Ca3f).

# KALCIUM



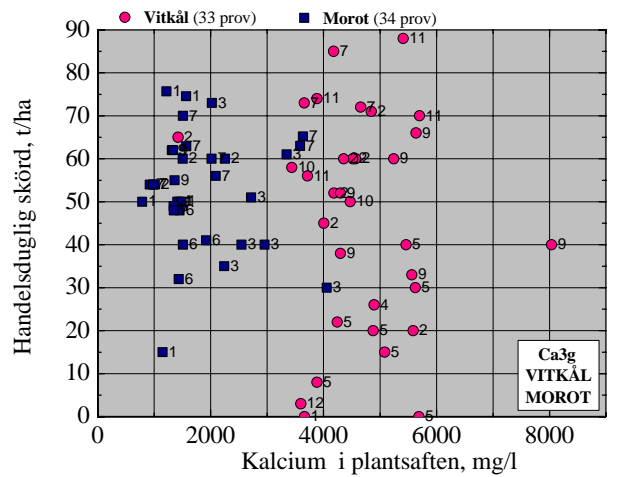
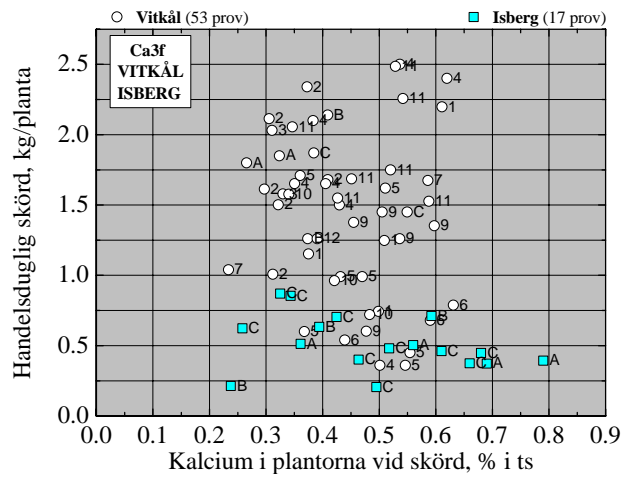
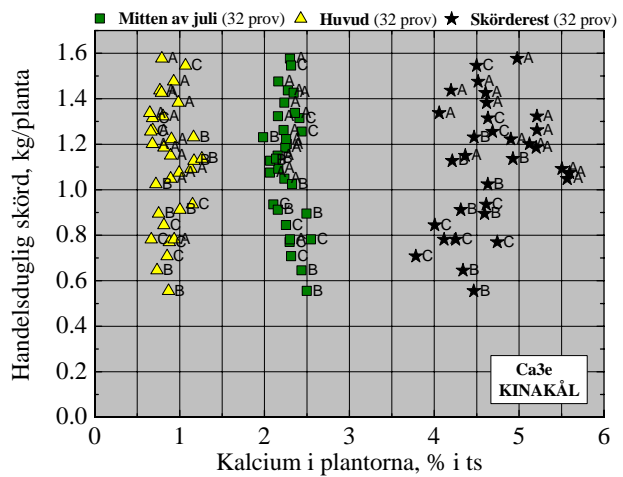
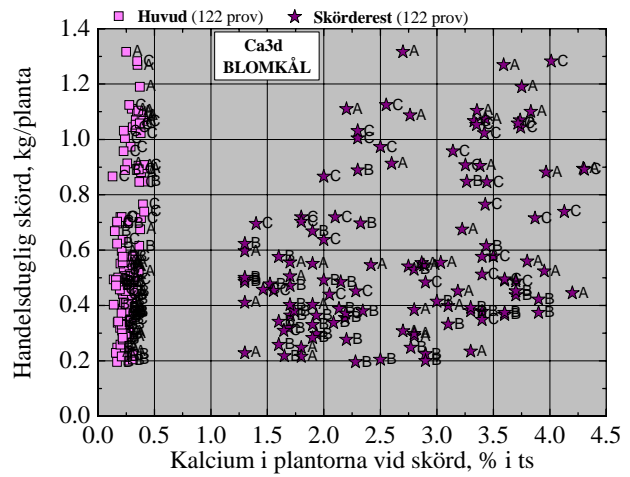
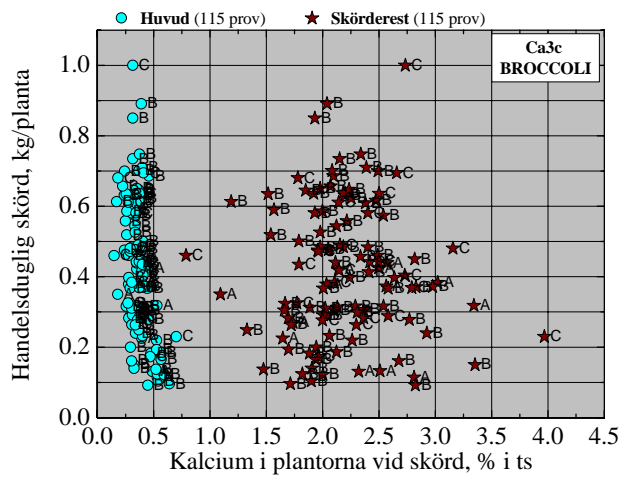
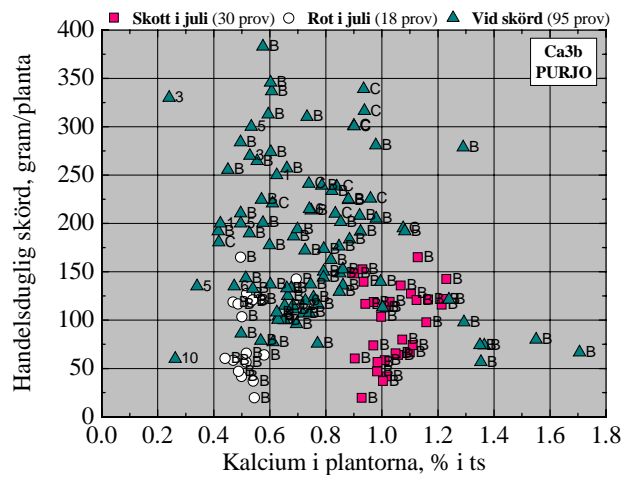
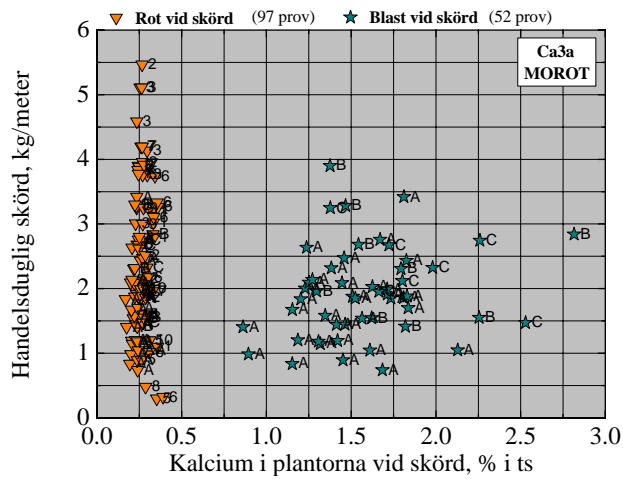
Figur Cala-g. Förhållandet mellan kalcium i plantorna och kalcium i matjorden 0–30 cm. Proverna i figur Calg kommer från dokumentationsprojektet 2002–2005 där man tagit prov på jord och plantsaft samtidigt under säsongen. Proverna på kinakål, blomkål, broccoli och isberg kommer från växt näringsstudier i norra Sverige 1989–2004. För morot, purjolök och vitkål är det en kombination av prover från dokumentationsprojektet 1999–2004 och prover från norra Sverige. Siffrorna anger gårdsnummer för proverna i dokumentationsprojektet. För proverna från växt näringsstudier i norra Sverige anger bokstäverna typ av gödsling: A = mineralgödsel, B = organisk gödsel, C = mineral + organisk gödsel. Proverna på plantsaft och jorden i samband med plantsaften är tagna under tidsperioden slutet av juni till slutet av september. Övriga jordprov är tagna i mitten av säsongen. Jordproverna är analyserade enligt Modifierad Spurway (1:6 jord:HAC 0,1%, 30 minuter).





Figur Ca2a-g. Förhållandet mellan plantornas vikt och kalcium i matjorden 0–30 cm. Proverna i figur Ca2g kommer från dokumentationsprojektet 2002–2005 där man tagit prov på jord och plantsaft samtidigt under säsongen. Proverna på kinakål, blomkål, broccoli och isberg kommer från växtnäringstudier i norra Sverige 1989–2004. För morot, purjolök och vitkål är det en kombination av prover från dokumentationsprojektet 1999–2004 och prover från norra Sverige. Siffrorna anger gårdsnummer för proverna i dokumentationsprojektet. För proverna från växtnäringstudier i norra Sverige anger bokstäverna typ av gödsling: A = mineralgödsel, B = organisk gödsel, C = mineral + organisk gödsel. Proverna på plantsaft och jorden i samband med plantsaften är tagna under tidsperioden slutet av juni till slutet av augusti. Övriga jordprov är tagna i mitten av säsongen. Jordproverna är analyserade enligt Modifierad Spurway (1:6 jord:HAc 0,1%, 30 minuter).

# KALCIUM



Figur Ca3a-g. Förhållandet mellan plantornas vikt och kalcium i plantorna. Proverna i figur Ca3g kommer från dokumentationsprojektet 2002–2005 där man tagit prov på jord och plantsaft samtidigt under säsongen. Proverna på kinakål, blomkål, broccoli och isberg kommer från växtnäringstudier i norra Sverige 1989–2004. För morot, purjolök och vitkål är det en kombination av prover från dokumentationsprojektet 1999–2004 och prover från norra Sverige. Siffrorna anger gårdsnummer för proverna i dokumentationsprojektet. För proverna från växtnäringstudier i norra Sverige anger bokstäverna typ av gödsling: A = mineralgödsel, B = organisk gödsel, C = mineral + organisk gödsel. Proverna på plantsaft och jorden i samband med plantsaften är tagna under tidsperioden slutet av juni till slutet av augusti.



## Magnesium

Överskott på magnesium i jorden ser ut att vara vanligare än underskott i de ekologiska odlingar som studerats. Överskott beror oftast på att man tillfört stora mängder magnesiumhaltiga material även om det naturliga innehållet av magnesium i odlingsjordar också kan variera mycket. Där man kalkat kraftigt med dolomit kan magnesiumvärdena vara höga under lång tid efteråt. Balansen mellan kalcium, kalium och magnesium är viktig för upptaget av respektive ämne. Förhållandet mellan Ca:Mg i jorden bör ligga kring 10 och förhållandet K:Mg i jorden kring 1–2. Vid högre värden försvaras upptaget av magnesium. Kraftig kalkning eller kaliumgödsling kan göra att balansen hamnar långt utanför ideala värden. Innehållet av magnesium i stallgödsel ligger kring 1 kg/ton, i hönsgödsel kring 5 kg/ton. Biofer-produkter har lågt innehåll av magnesium, för 2005 varierade det mellan 0,1–0,4 %. Vid stort behov av magnesium kan Kieserit tillföras, (magnesiumulfat).

### Morot

Innehållet av magnesium i jordproverna varierar mellan 25–260 mg/liter men de flesta ligger på ca 25–130 mg/l (Fig. Mg1a). Innehållet av Mg i både rötterna och blast har ökat med stigande Mg i jorden både i juli och vid skörd. Sambandet mellan skörden och Mg i jorden är negativt och de högsta skördarna har tagits vid Mg i jorden på 25–75 mg/l (Fig. Mg2a). Sambandet mellan Mg i morötterna vid skörd och skörden är också negativt och de högsta skördarna har tagits vid Mg i morötterna på 0,10–0,12 % i ts, (Fig. Mg3a). Den nedre gränsen för referensvärdena för Mg i morötter ligger kring 0,1 % Mg i ts (Tab. 11, s 14). Alla blastprover i juli ligger över den nedre gränsen för riktvärdena på 0,2–0,3 % i ts och så gott som alla blastprover vid skörd ligger över riktvärdet på 0,25 % i ts (Tab. 9 och 10, s 14). Av proverna som tagits på plantsaften ligger ca hälften under LMI:s riktvärde på 500 mg/l, varav alla har Mg i jorden < 40 mg/l (Fig. Mg1g). Mg i plantsaften ökar med stigande Mg i jorden. De högsta skördarna har tagits vid Mg i jorden på 30–70 mg/l (Fig. Mg2g) och vid Mg i plantsaften på 300–500 mg/l. Sammantaget talar materialet för att en magnesiumhalt i jorden på 30–50 mg/l är lämpligt för morötter.

### Vitkål

Innehållet av magnesium i jordproverna varierar mellan 10–170 mg/liter (Fig. Mg1f), och Mg i vitkålen ökar med stigande Mg i jorden men sambandet med skörden är negativt (Fig. Mg2f). De högsta skördarna har tagits vid Mg i vitkålen på 0,12–0,19 % i ts (Mg3f), vilket stämmer bra med

riktvärdena (Tab. 13, s 15). Av proverna som tagits på plantsaften ligger nästan alla över LMI:s riktvärde på 270 mg/l, och många ligger långt över (Fig. Mg1g). Mg i plantsaften ökar kraftigt med stigande Mg i jorden. Sambandet mellan skörden och Mg i jorden och i plantsaften är negativt (Fig. Mg2g, Mg3g). De högsta skördarna har tagits vid Mg i jorden på 11–33 mg/l och Mg i plantsaften på 136–314 mg/l. Provet med Mg i jorden på 11 mg/l visade dock tydliga symptom på Mg-brist. Sammantaget talar materialet för att en magnesiumhalt i jorden på 20–50 mg/l kan behövas i vitkål.

### Broccoli och blomkål

I broccoli varierar magnesium i jorden mellan 20–140 mg/l, med en ansamling av prov mellan 30–70 mg/l (Fig. Mg1c). Magnesium i plantorna ökar med stigande Mg i jorden. De högsta skördarna i broccoli har tagits vid Mg i jorden på 20–70 mg/l (Fig. Mg2c). Sambandet mellan skörden och Mg i huvudet för broccoli är svagt men skörden har ökat med stigande Mg i skörderesten upp till 0,35 % i ts (Fig. Mg3c). I blomkål varierar Mg i jorden mellan 10–130 mg/l, med en ansamling av prov mellan 10–40 mg/l (Fig. Mg1d). För blomkål är sambandet mellan skörden och Mg i jorden positivt med vissa undantag (Fig. Mg2d). Skörden har ökat med stigande Mg i huvudet upp till 0,2 % i ts och i skörderesten upp till 0,45 % i ts (Fig. Mg3d). Sammantaget talar materialet för att en magnesiumhalt i jorden på 20–50 mg/l kan behövas i både broccoli och blomkål.

### Purjolök

I jordproverna varierar magnesium mellan ca 20–60 mg/l (Fig. Mg1b). Mg i plantorna har ökat med stigande Mg i jorden. Sambandet mellan skörden och Mg i jord och plantor är ottydligt och de högsta skördarna har tagits vid Mg i jorden på 35–55 mg/l (Fig. Mg2b) och i plantorna vid skörd på 0,10–0,16 % i ts (Fig. Mg3b).

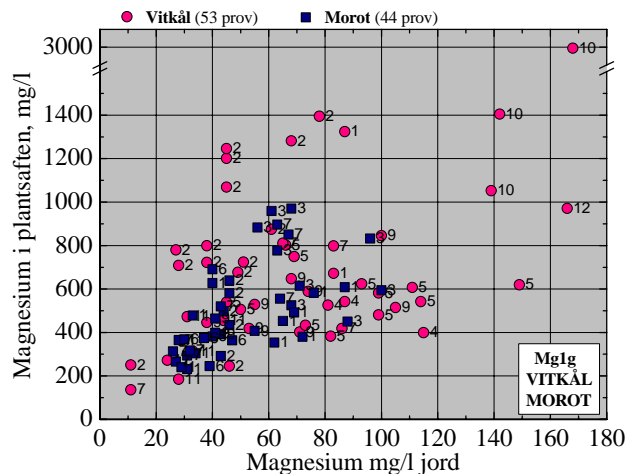
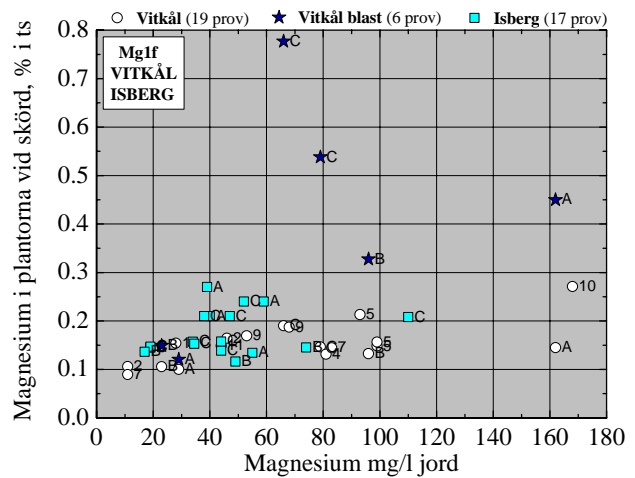
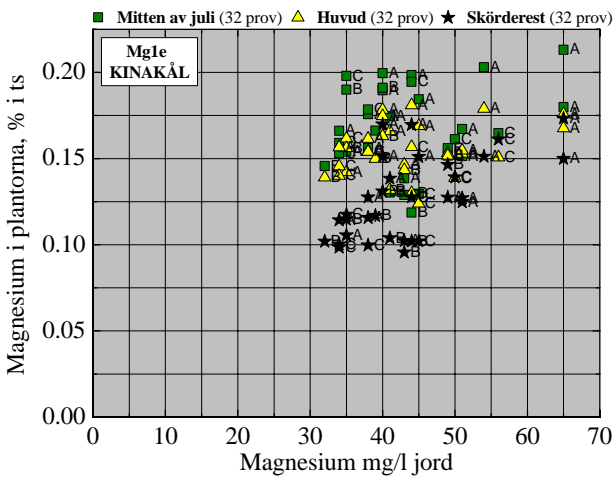
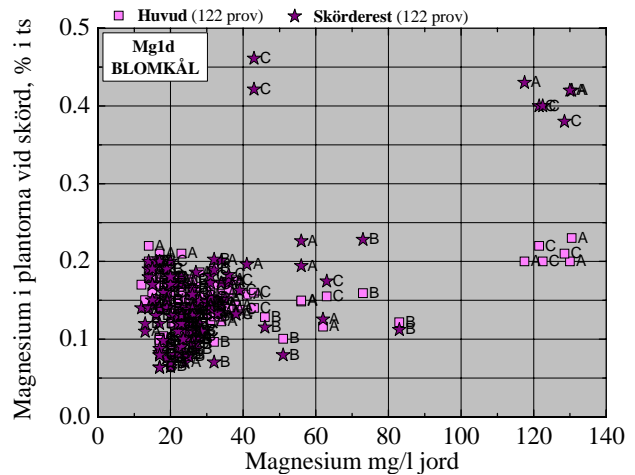
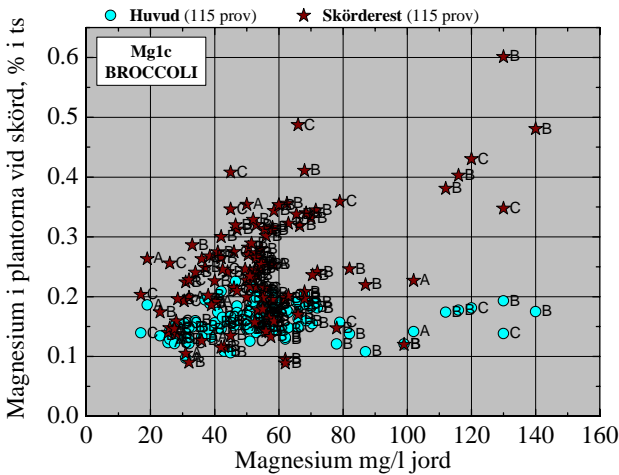
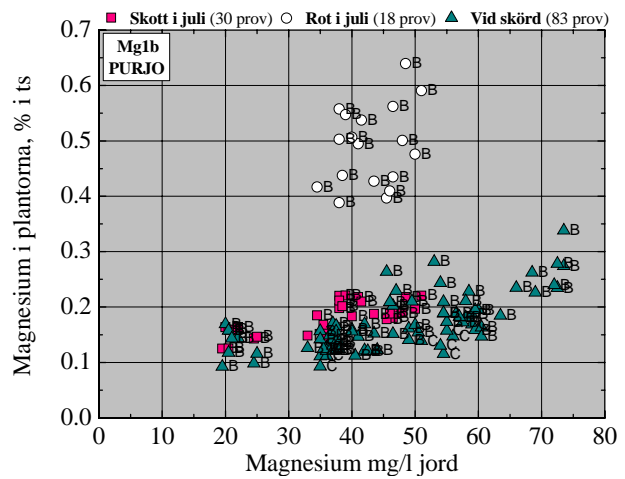
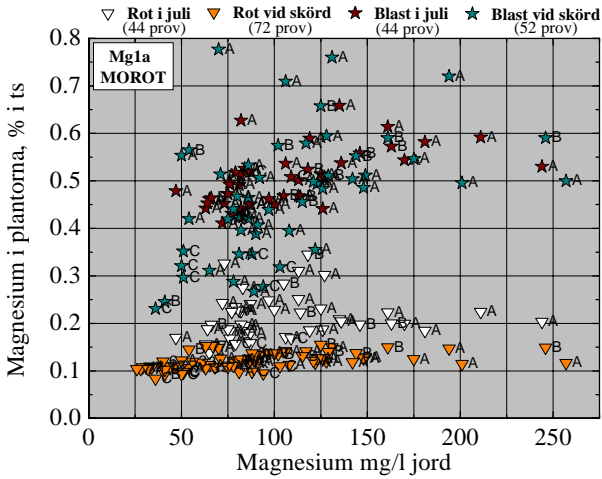
### Kinakål

Magnesium i jorden varierar mellan 30–65 mg/l (Fig. Mg1e). Mg i plantorna har ökat med stigande Mg i jorden starkast i skörderesten (Fig. Mg1e). Skörden har ökat kraftigt med stigande Mg i plantorna (Fig. Mg3e).

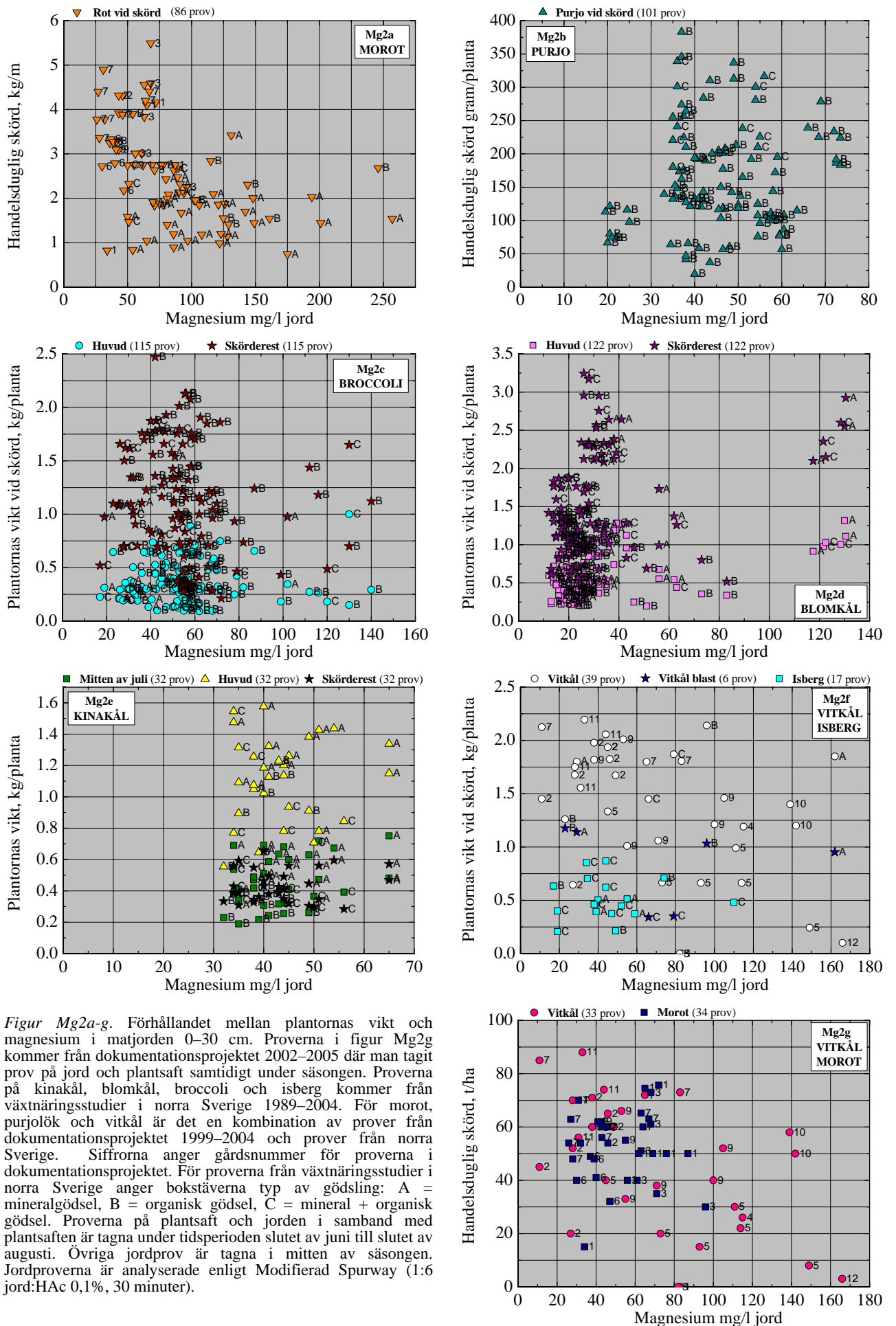
### Isbergssallad

Magnesium i plantorna ökar med stigande Mg i jorden upp till ca 60 mg/l (Fig. Mg1f) och skörden har ökat med stigande Mg i jorden upp till ca 40 mg/l (Fig. Mg2f). Sambandet mellan skörden och Mg i plantorna är positivt upp till 0,16 % i ts (Fig. Mg3f).

# MAGNESIUM

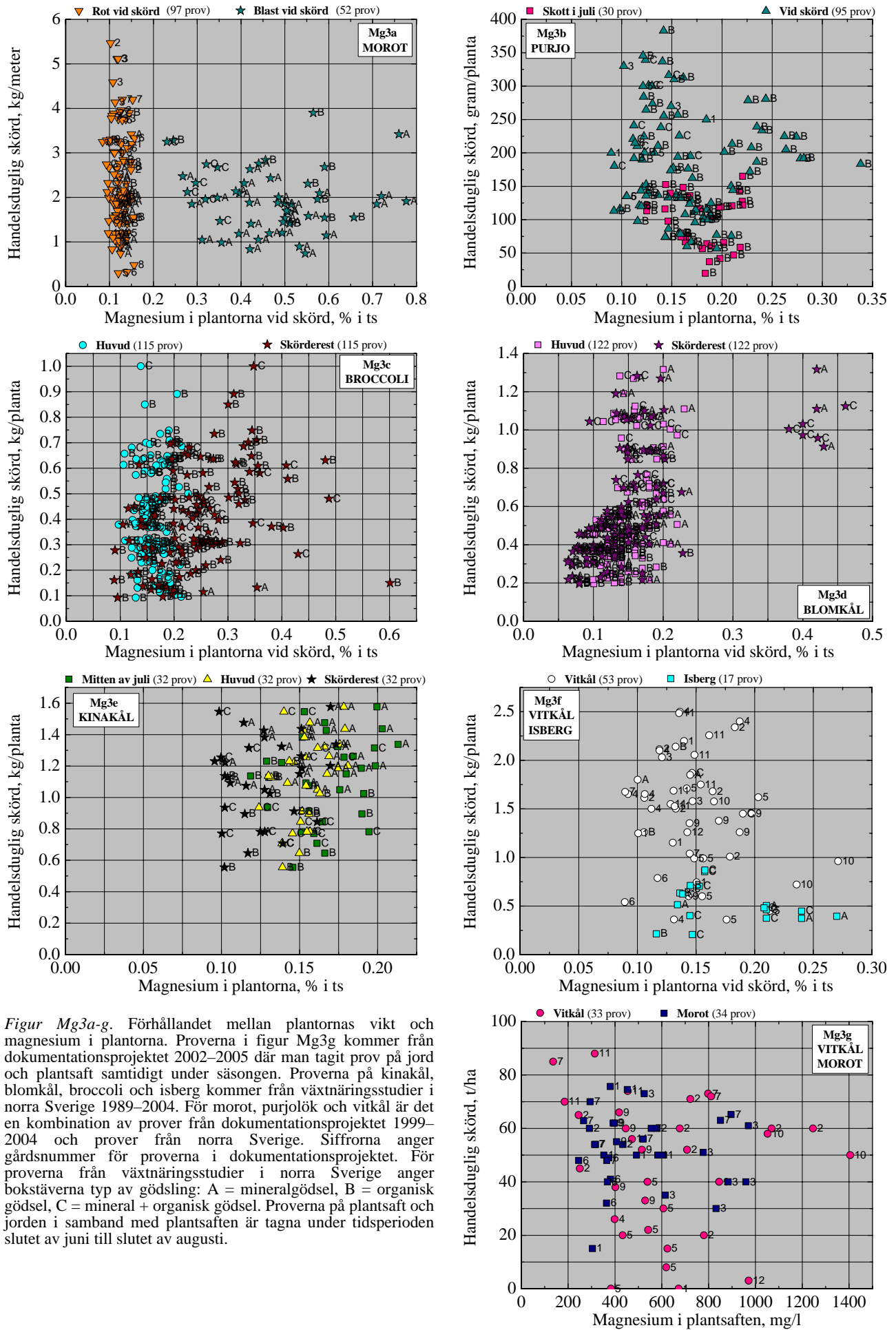


Figur Mg1a-g. Förhållandet mellan magnesium i plantorna och magnesium i matjorden 0–30 cm. Proverna i figur Mg1g kommer från dokumentationsprojektet 2002–2005 där man tagit prov på jord och plantsaft samtidigt under säsongen. Proverna på kinakål, blomkål, broccoli och isberg kommer från växt näringsstudier i norra Sverige 1989–2004. För morot, purjolök och vitkål är det en kombination av prover från dokumentationsprojektet 1999–2004 och prover från norra Sverige. Siffrorna anger gårdsnummer för proverna i dokumentationsprojektet. För proverna från växt näringsstudier i norra Sverige anger bokstäverna typ av gödsling: A = mineralgödsel, B = organisk gödsel, C = mineral + organisk gödsel. Proverna på plantsaft och jorden i samband med plantsaften är tagna under tidsperioden slutet av juni till slutet av september. Övriga jordprov är tagna i mitten av säsongen. Jordproverna är analyserade enligt Modifierad Spurway (1:6 jord:HAc 0,1%, 30 minuter).



Figur Mg2a-g. Förhållandet mellan plantornas vikt och magnesium i matjorden 0–30 cm. Proverna i figur Mg2g kommer från dokumentationsprojektet 2002–2005 där man tagit prov på jord och plantsaft samtidigt under säsongen. Proverna på kinakål, blomkål, broccoli och isberg kommer från växtnäringssstudier i norra Sverige 1989–2004. För morot, purjolök och vitkål är det en kombination av prover från dokumentationsprojektet 1999–2004 och prover från norra Sverige. Siffrorna anger gårdsnummer för proverna i dokumentationsprojektet. För proverna från växtnäringssstudier i norra Sverige anger bokstäverna typ av gödsling: A = mineralgödsel, B = organisk gödsel, C = mineral + organisk gödsel. Proverna på plantsaft och jorden i samband med plantsaften är tagna under tidsperioden slutet av juni till slutet av augusti. Övriga jordprov är tagna i mitten av säsongen. Jordproverna är analyserade enligt Modifierad Spurway (1:6 jord:HAc 0,1%, 30 minuter).

# MAGNESIUM



Figur Mg3a-g. Förhållandet mellan plantornas vikt och magnesium i plantorna. Proverna i figur Mg3g kommer från dokumentationsprojektet 2002–2005 där man tagit prov på jord och plantsaft samtidigt under säsongen. Proverna på kinakål, blomkål, broccoli och isberg kommer från växtnäringssstudier i norra Sverige 1989–2004. För morot, purjolök och vitkål är det en kombination av prover från dokumentationsprojektet 1999–2004 och prover från norra Sverige. Siffrorna anger gårdsnummer för proverna i dokumentationsprojektet. För proverna från växtnäringssstudier i norra Sverige anger bokstäverna typ av gödsling: A = mineralgödsel, B = organisk gödsel, C = mineral + organisk gödsel. Proverna på plantsaft och jorden i samband med plantsaften är tagna under tidsperioden slutet av juni till slutet av augusti.

## Svavel

Liksom för kväve och fosfor är huvuddelen av markens svavelförråd organiskt bundet. Till följd av minskat nedfall av S har behovet av tillförsel ökat. Den största delen av svavel som tillförs med stallgödsel är också organiskt bunden. Enligt riktlinjer för gödsling och kalkning 2006 (Jordbruksverket, 2005) kan man på sikt räkna med att mängden svavel och kväve som mineraliseras från stallgödseln har rätt proportion för spannmål och gräs d.v.s. N/S-kvoten är ca 10. Bioferprodukter kan innehålla mycket svavel, för 2005 varierade det mellan 0,2–12,3 %. Ju mer kalium som ingår desto mer svavel ingår också. För att få en högre kaliumhalt i pelleterade organiska gödselmedel används rester från jästindustrin som innehåller kalium i form av kaliumsulfat. Sulfat blir snabbt tillgängligt för plantorna och synligt i jordanalyser, som inte tar med organiskt svavel. De flesta kålväxter behöver minst lika mycket svavel som fosfor, lökväxter behöver också god tillgång till svavel. Svavel lakas lätt ur jorden och behöver tillföras regelbundet. Risken för svavelbrist ökar med ökad kvävetillförsel. I ekologisk odling kan svavel även tillföras med Kieserit, (magnesiumsulfat).

### Morot

I de flesta jordproverna ligger svavel på 5–30 mg/liter (Fig. S1a). För blastproverna vid skörd har innehållet av S ökat med stigande halter i jorden upp till 40 mg S. De högsta skördarna av morötter har man tagit med S i jorden på ca 5–15 mg/l (Fig. S2a). För S i morötterna är det ett positivt samband med skörden upp till ca 0,14 % S i ts (Fig. S3a). De tillgängliga referensvärdena för S i morötter ligger kring 0,15 % S i ts (Tab. 11, s 14) vilket ser ut att vara fullt tillräckligt. S i blasten i både juliproverna och skördeproverna ligger över nedre gränsen för referensvärdena, 0,20–0,30 % S i ts (Tab. 9 och 10, s 14). Av proverna som tagits på plantsaften ligger ca hälften under LMI:s riktvärde på 500 mg/l, varav de flesta återfinns vid S i jorden under 10 mg/l (Fig. S1g). Sammantaget talar materialet för att en svavelhalt i jorden på 5–15 mg/l är tillräckligt för morötter. Höga skördar har tagits i intervallet 250–500 mg/l i plantsaften (Fig. S3g)

### Vitkål

I de flesta jordproverna ligger svavel på 5–20 mg/liter (Fig. S1f, S1g, S2f). En viss ökning av S i vitkålen sker upp till ca 30 mg/l S i jorden. Det är en tydlig tendens till ökande skörd av vitkål med stigande S i jorden upp till ca 20 mg/l (Fig. S2f, S2g). För S i vitkålen är det ett positivt samband med skörden upp till 0,65 % S i ts (Fig. S3f).

Tillgängliga referensvärden för S i vitkål ligger på 0,35–0,65 % i ts (Tab. 13, s 15). Utifrån vårt material ser ett värde kring 0,5–0,7 % ut att vara motiverat. Av proverna som tagits på plantsaften ligger ca hälften under LMI:s riktvärde på 900 mg/l, varav de flesta återfinns vid S i jorden under 10 mg/l (Fig. S1g). Skörden har ökat med stigande S i plantsaften upp till ca 1500 mg/l (Fig. S3g). Sammantaget talar materialet för att en svavelhalt i jorden på 10–20 mg/l är tillräckligt för vitkål. För plantsaften är LMI:s värde inte för högt.

### Broccoli och blomkål

För både broccoli och blomkål ligger svavel i de flesta jordproverna på 5–15 mg/l (Fig. S1c, S1d). En ganska stor del av proverna ligger under riktvärdet för S i både huvud och skörderest på 0,6 % i ts, särskilt i broccoli (Tab. 14, s 15). Majoriteten av de proverna återfinns vid S i jorden under 10 mg/l. För blomkål ser man en tydlig skördeökning med stigande S i jorden upp till ca 30 mg/l, men för broccoli är sambandet mindre tydligt. Sambandet mellan skörd och S i plantorna tyder på att riktvärdet 0,6 % S är för högt som nedre gräns för broccoli, och snarare ligger kring 0,4 % S i ts (Fig S3c). För Blomkål ser riktvärdena 0,6–0,8 % S i huvudet och 0,6–1,3 % i skörderesten att stämma (Fig S3d). Sammantaget talar materialet för att en svavelhalt i jorden på 10–20 mg/l kan vara lämpligt i broccoli, för blomkål kan 10–30 mg/l behövas.

### Purjolök

I de flesta jordproverna ligger svavel på 7–10 mg/liter (Fig. S1b och S2b). Upp till ca 20 mg/l ökar innehållet av S i plantorna, medan skördeökningen avstannar vid S i jorden på ca 10 mg/l. Skörden ökar med stigande S i plantorna upp till ca 0,4% i ts (Fig. S3b).

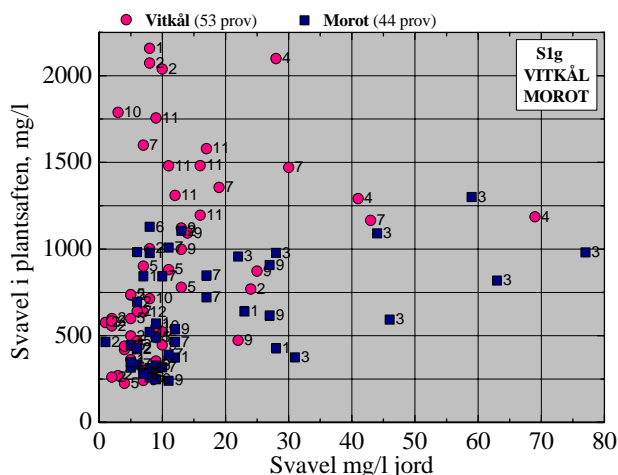
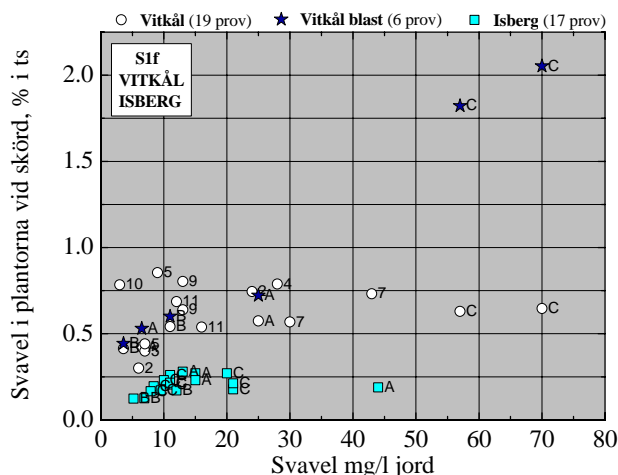
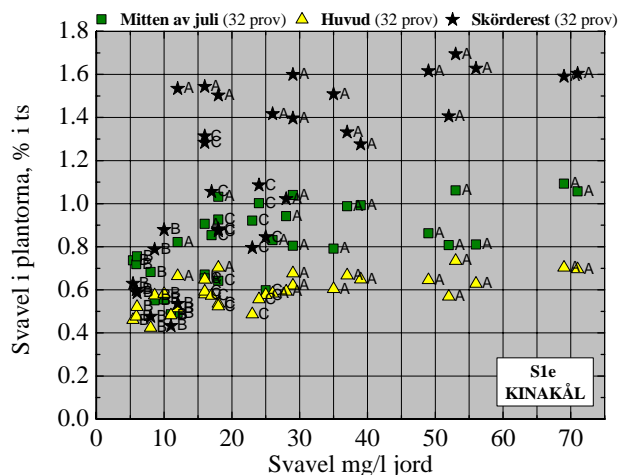
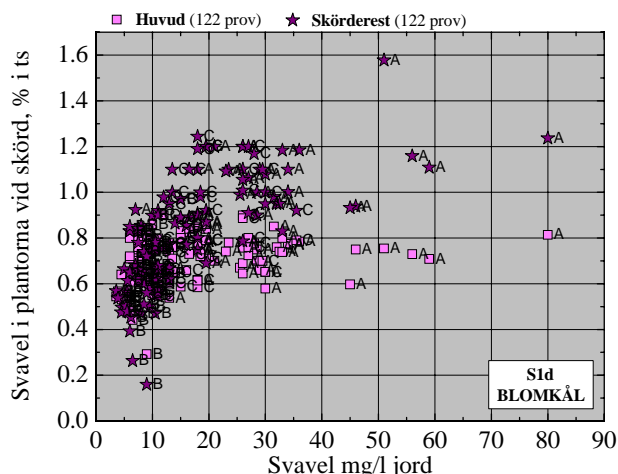
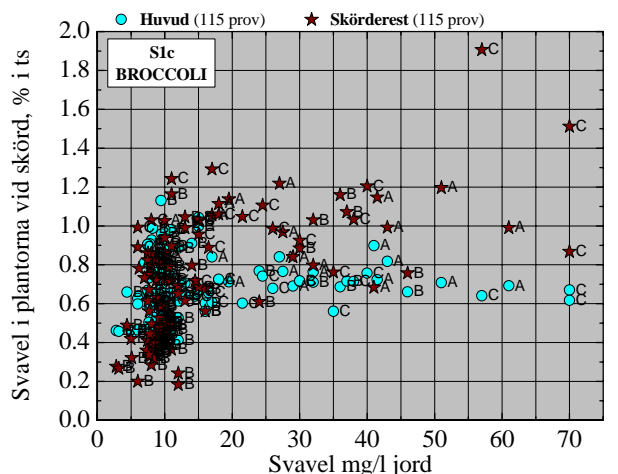
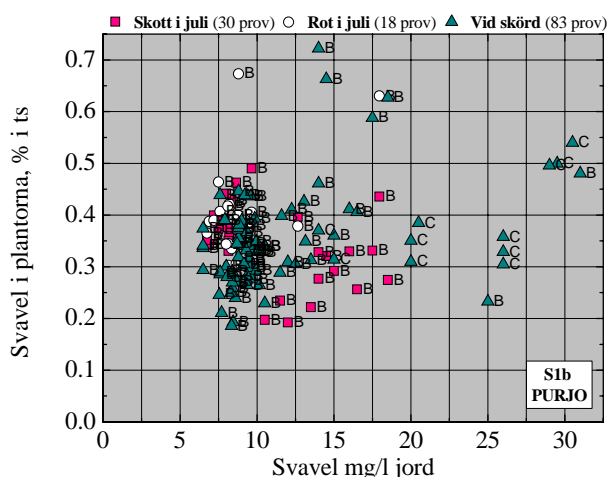
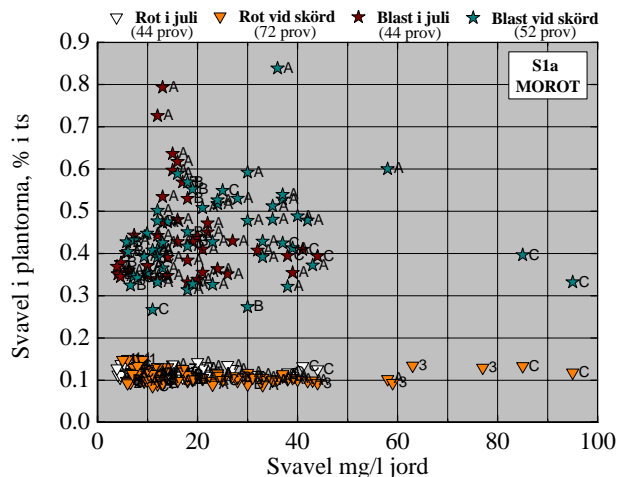
### Kinakål

Svavel i jorden varierar mellan 5–70 mg/l (Fig. S1e). Det är tydliga samband med ökande S i plantorna och ökande skörd med stigande S i jorden (Fig. S1e, S2e). Skörden ökar också med stigande S i plantorna (Fig. S3e) ända upp till den högsta halten S i huvudena på knappt 0,8 % i ts. Proverna där endast organiska gödselmedel tillförts har lägst innehåll av svavel i både jord och plantor.

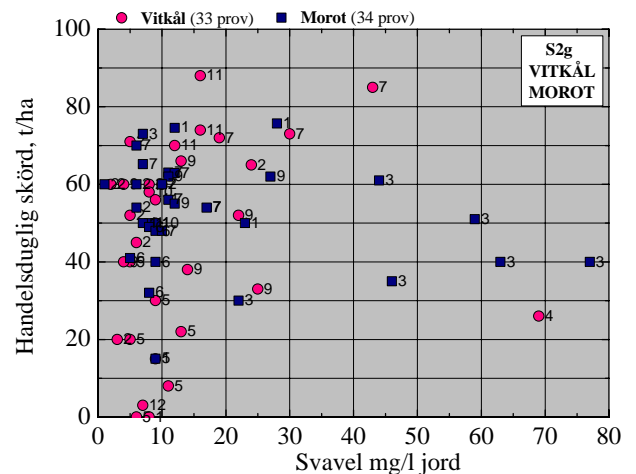
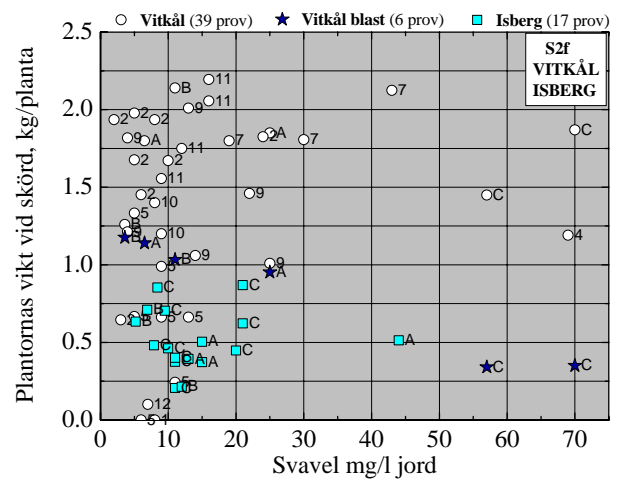
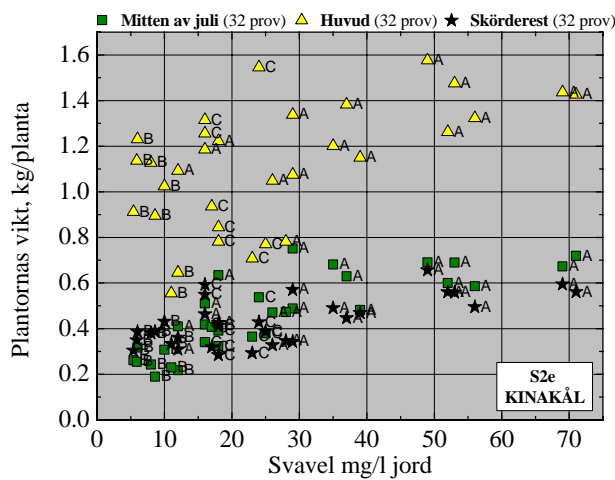
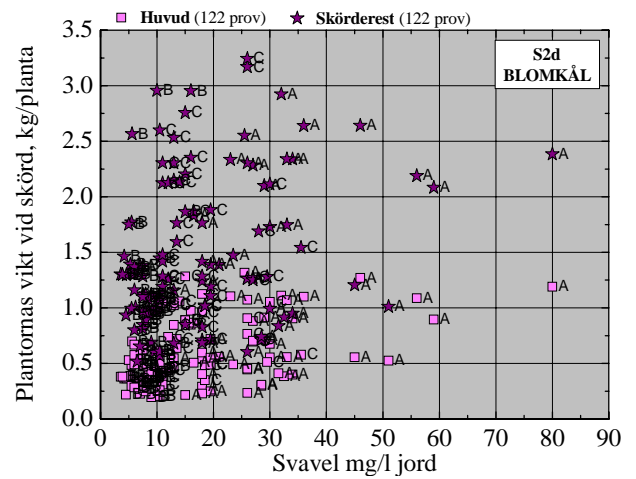
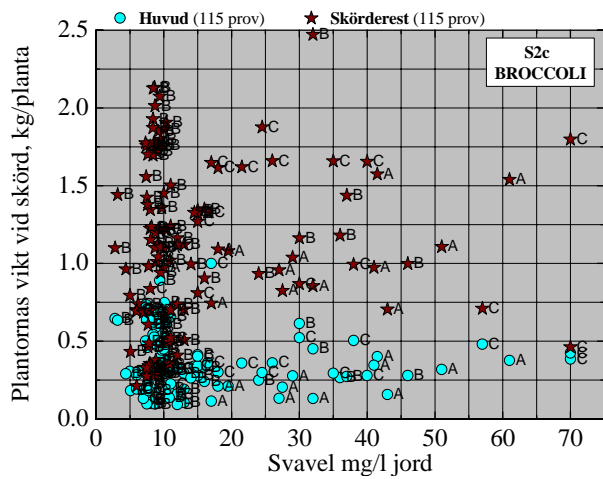
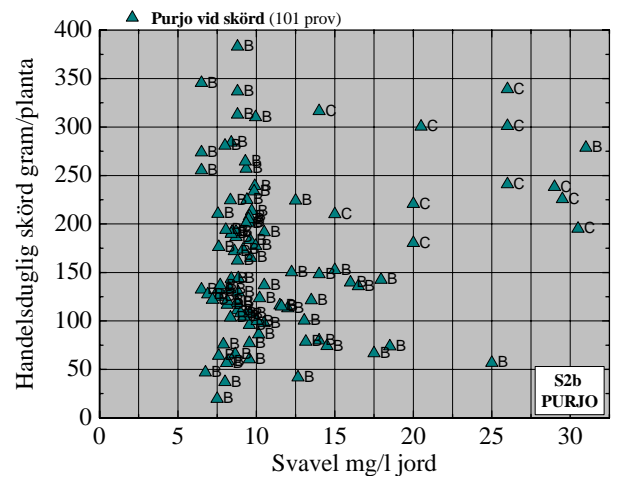
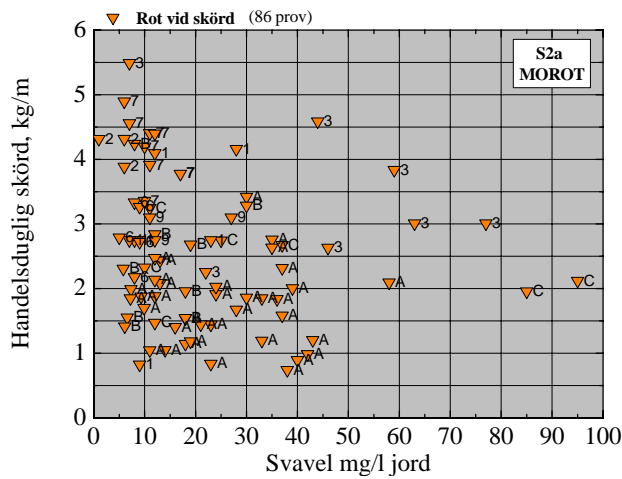
### Isbergssallad

Svavel i plantorna stiger med stigande S i jorden upp till drygt 20 mg/l (Fig S1f) men kopplingen till skörden är svag och snarast negativ för S i plantorna (Fig. S2f och S3f).

# SVAVEL

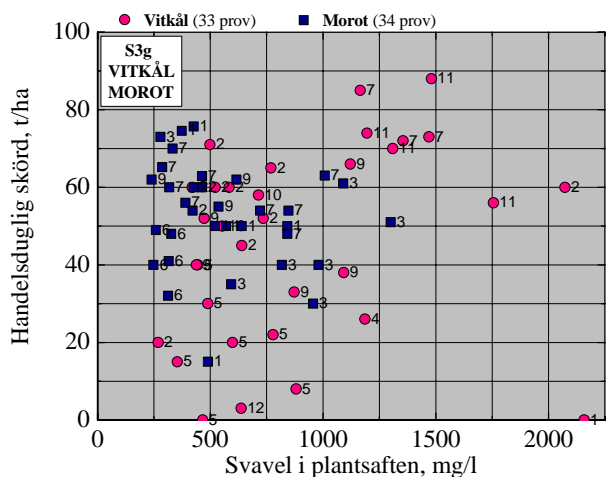
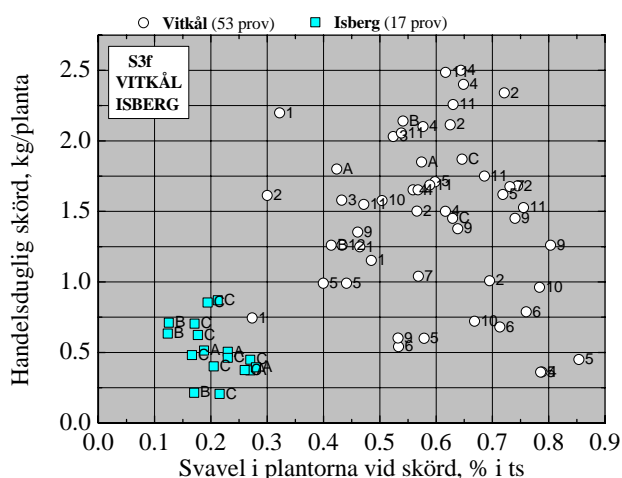
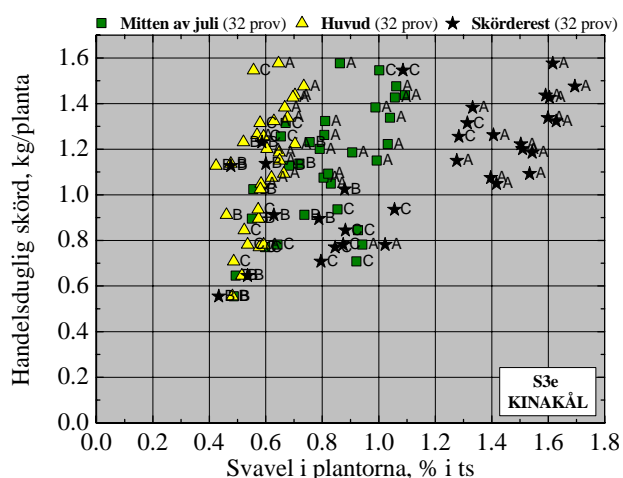
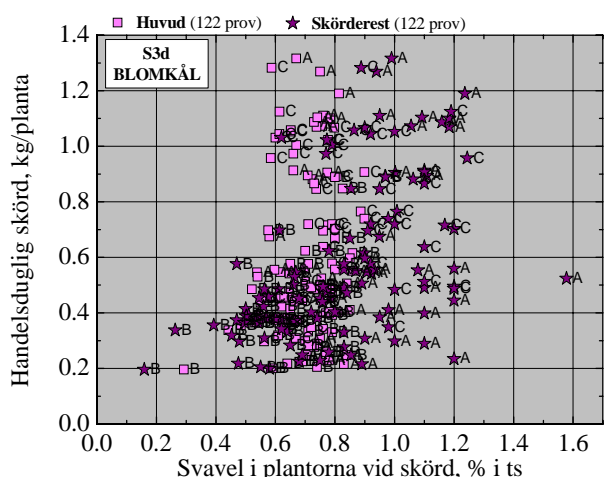
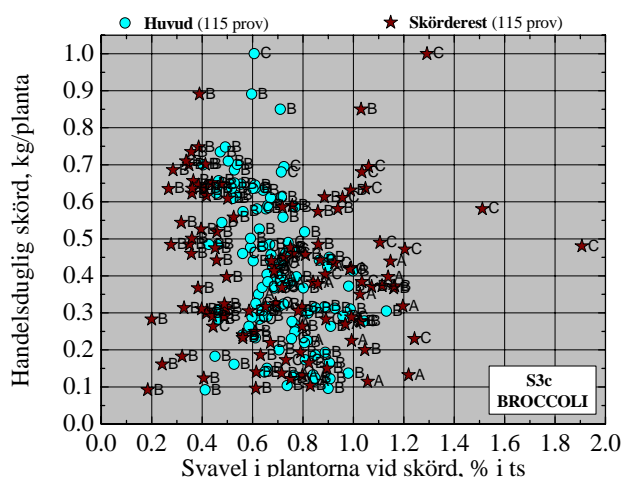
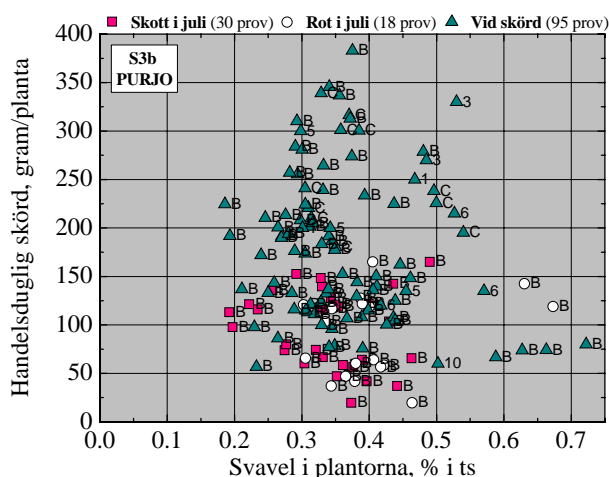
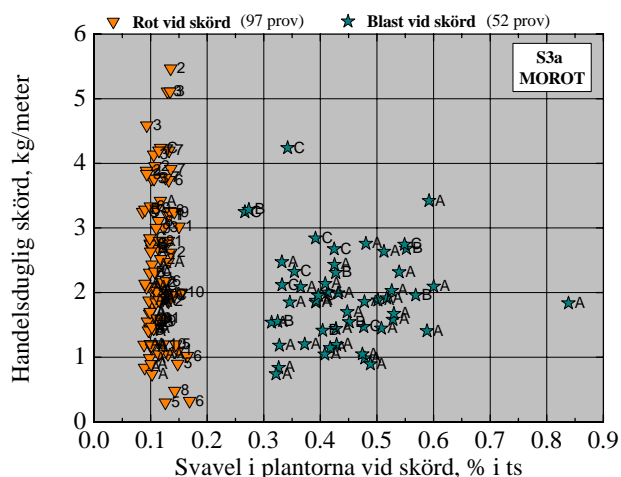


Figur S1a-g. Förhållandet mellan svavel i plantorna och svavel i matjorden 0–30 cm. Proverna i figur S1g kommer från dokumentationsprojektet 2002–2005 där man tagit prov på jord och plantsaft samtidigt under säsongen. Proverna på kinakål, blomkål, broccoli och isberg kommer från växtnäringsstudier i norra Sverige 1989–2004. För morot, purjolök och vitkål är det en kombination av prover från dokumentationsprojektet 1999–2004 och prover från norra Sverige. Siffrorna anger gårdsnummer för proverna i dokumentationsprojektet. För proverna från växtnäringsstudier i norra Sverige anger bokstäverna typ av gödsling: A = mineralgödsel, B = organisk gödsel, C = mineral + organisk gödsel. Proverna på plantsaft och jorden i samband med plantsaften är tagna under tidsperioden slutet av juni till slutet av september. Övriga jordprov är tagna i mitten av säsongen. Jordproverna är analyserade enligt Modifierad Spurway (1:6 jord:HAc 0,1%, 30 minuter).



Figur S2a-g. Förhållandet mellan plantornas vikt och svavel i matjorden 0–30 cm. Proverna i figur S2g kommer från dokumentationsprojektet 2002–2005 där man tagit prov på jord och plantsaft samtidigt under säsongen. Proverna på kinakål, blomkål, broccoli och isberg kommer från växtnäringstudier i norra Sverige 1989–2004. För morot, purjolök och vitkål är det en kombination av prover från dokumentationsprojektet 1999–2004 och prover från norra Sverige. Siffrorna anger gårdsnummer för proverna i dokumentationsprojektet. För proverna från växtnäringstudier i norra Sverige anger bokstäverna typ av gödsling: A = mineralgödsel, B = organisk gödsel, C = mineral + organisk gödsel. Proverna på plantsaft och jorden i samband med plantsaften är tagna under tidsperioden slutet av juni till slutet av augusti. Övriga jordprov är tagna i mitten av säsongen. Jordproverna är analyserade enligt Modifierad Spurway (1:6 jord:HAc 0,1%, 30 minuter).

# SVAVEL



Figur S3a-g. Förhållandet mellan plantornas vikt och svavel i plantorna. Proverna i figur S3g kommer från dokumentationsprojektet 2002–2005 där man tagit prov på jord och plantsaft samtidigt under säsongen. Proverna på kinakål, blomkål, broccoli och isberg kommer från växtnäringssudier i norra Sverige 1989–2004. För morot, purjolök och vitkål är det en kombination av prover från dokumentationsprojektet 1999–2004 och prover från norra Sverige. Siffrorna anger gårdsnummer för proverna i dokumentationsprojektet. För proverna från växtnäringssudier i norra Sverige anger bokstäverna typ av gödsling: A = mineralgödsel, B = organisk gödsel, C = mineral + organisk gödsel. Proverna på plantsaft och jorden i samband med plantsaften är tagna under tidsperioden slutet av juni till slutet av augusti.



## Klor

Klor är ett nödvändigt växtnäringsämne men i så små mängder att det räknas som mikronäringsämne. Kålväxter tar dock gärna upp stora mängder om det finns tillgängligt och det anses då förbättra vattenbalansen i växten. De flesta organiska gödselmedel innehåller mer eller mindre klorid. En normal stallgödselgiva på 20–30 t/ha kan höja värdet för Cl i jorden med 10–30 mg/l. Skadligt höga halter kan främst komma från bevattningssvatten med hög salthalt, vilket är vanligast runt kusterna. Hushållskomposter kan också innehålla mycket klorid. Innehållet av klorid redovisas inte i produktbladen för Biofer-produkter. På en förfrågan svarar man att innehållet av klorid är praktiskt taget obefintligt i alla dessa produkter. Klorid tas lätt upp i plantorna även vid ganska låga halter i jorden.

Inga produktprov har analyserats på Cl i dokumentationsprojektet och i delar av övriga växtnäringsstudier har inte Cl ingått i plantanalyserna varför antalet prov är mindre för Cl än för övriga ämnen. I plantsaften har Cl analyserats.

### Morot

Innehållet av klorid i jordproverna varierar mellan 2–17 mg/liter (Fig. C11a). Det är en viss tendens till ökat innehåll av Cl i plantorna stigande Cl i jorden. Det är ett negativt samband mellan skörden och Cl i jorden (Fig. C12a), men sambandet mellan skörden och Cl i rot och blast är svagt (Fig. C13a). Den nedre gränsen för referensvärdena för Cl i morötter ligger på 1,0 % i ts och för blasten vid skörd på 3,0% i ts (Tab. 10 och 11, s 14). Av proverna som tagits på plantsaften ligger ca 45 % under LMI:s riktvärde på 1500 mg/l (Fig. C11g). Det är en tendens att Cl i plantsaften ökar med stigande Cl i jorden. Det är ett svagt negativt samband mellan skörden och Cl i jorden (Fig. C12g) och ett svagt positivt samband mellan skörd och Cl i plantsaften (Fig. C13g). Analycen har satt en övre gräns för Cl i jorden på 10 mg/l jord. Det är orealistiskt för ekologisk odling. LMI har en övre gräns på 40 mg/l, vilket förmodligen är mera relevant. Vi föreslår 5–40 mg/l jord som ett rimligt värde för Cl i morotsjordar.

### Vitkål

Innehållet av klorid i jordproverna varierar mellan 0–36 mg/liter (Fig. C12f). Sambandet mellan skörden och Cl i jorden är svagt positivt (Fig. C12f). Inga ts-analyser av Cl har gjorts på vitkålen. Av proverna som tagits på plantsaften ligger ca 20 % under LMI:s riktvärde på 900 mg/l (Fig. C11g). Sambanden mellan Cl i plantsaften, Cl i jorden och skörden är svaga (Fig. C12g, C13g). Vi föreslår

samma värde som för morötter, 5–40 mg/jord som ett rimligt värde för Cl i jorden för vitkål.

### Broccoli och blomkål

I broccoli varierar klorid i jorden mellan 0–80 mg/l, med de flesta proverna på 5–15 mg/l (Fig. C11c). Det är en tendens till att Cl i plantorna ökar med stigande Cl i jorden upp till ca 40 mg/l. Det är en viss tendens till minskad skörd med stigande Cl i jorden (Fig. C12c), och stigande Cl i plantorna (Fig. C13c). I blomkål varierar Cl i jorden mellan 1–49 mg/l, med en ansamling av prov mellan 5–15 mg/l (Fig. C11d, C12d). Det är en tendens till ökad plantvikt med stigande Cl i jorden upp till 25–30 mg/l (Fig. C12d), men sambandet mellan skörden och Cl i plantorna är snarast negativt (Fig. C13d). De högsta halterna Cl i jord och plantor i både broccoli och blomkål kommer från provtyper där gödsling med fastgödsel nöt kombinerats med marktäckning med grönmassa. Förmodligen kan samma värde på 5–40 mg/l gälla för Cl i jorden även för broccoli och blomkål.

### Purjolök

I jordproverna varierar klorid mellan 0–55 mg/l, med de flesta kring 5–10 mg/l (Fig. C11b, C12b). Sambanden mellan Cl i jorden, Cl i plantorna och skörden är svaga (Fig. C12b, C13b).

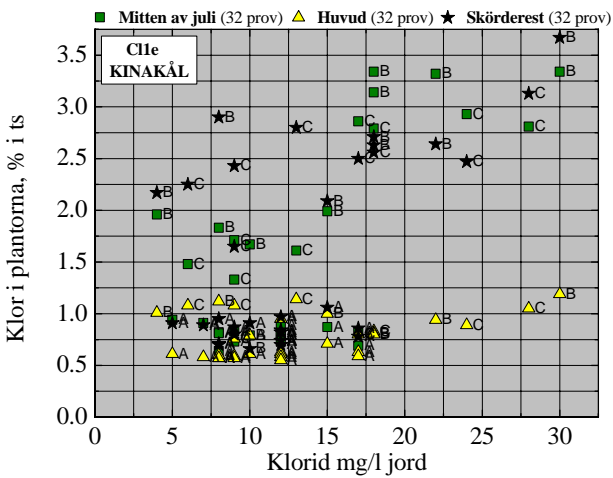
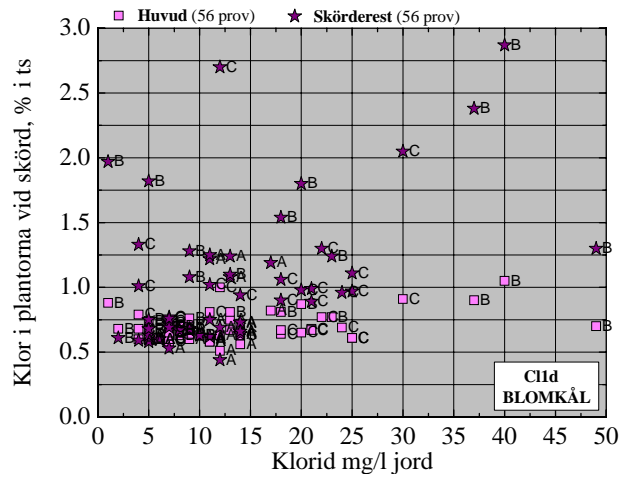
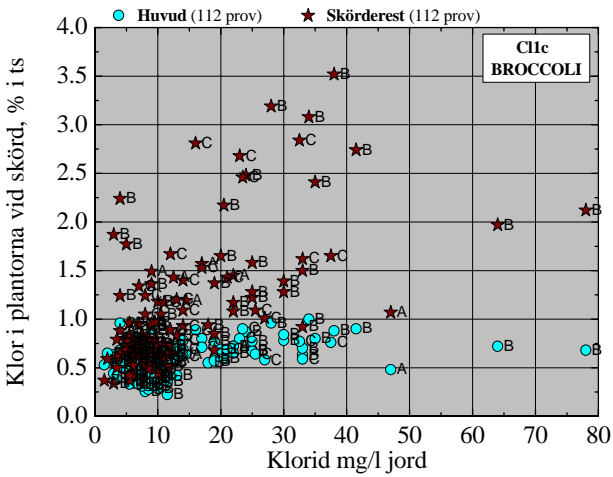
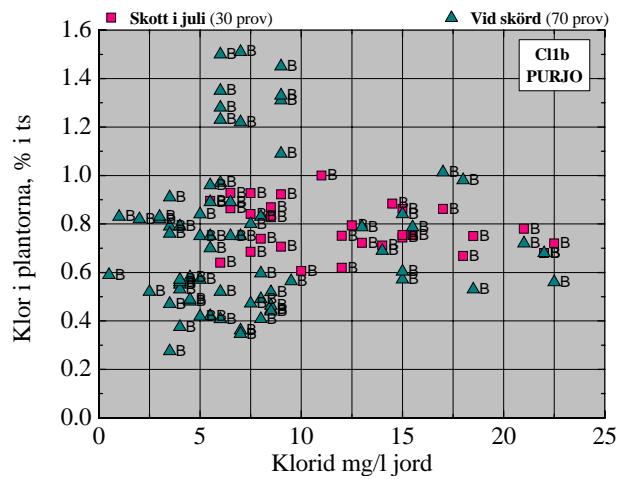
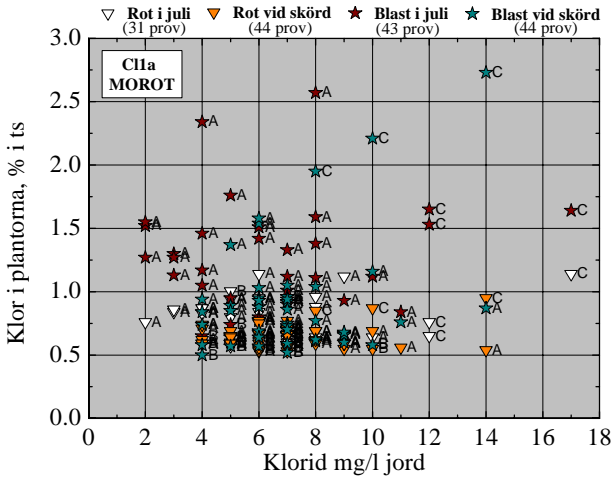
### Kinakål

Klorid i jorden varierar mellan 4–30 mg/l och Cl i plantorna ökar med stigande Cl i jorden (Fig. C11e). Det är en tendens till minskad plantvikt med stigande Cl i jorden (Fig. C12e). Skörden har minskat med stigande Cl i plantorna (Fig. C13e). De högsta halterna Cl i jord och plantor kommer från marktäckning med grönmassa.

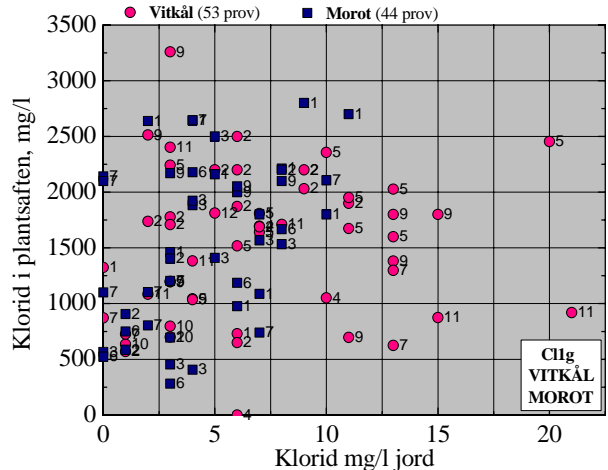
### Isbergssallad

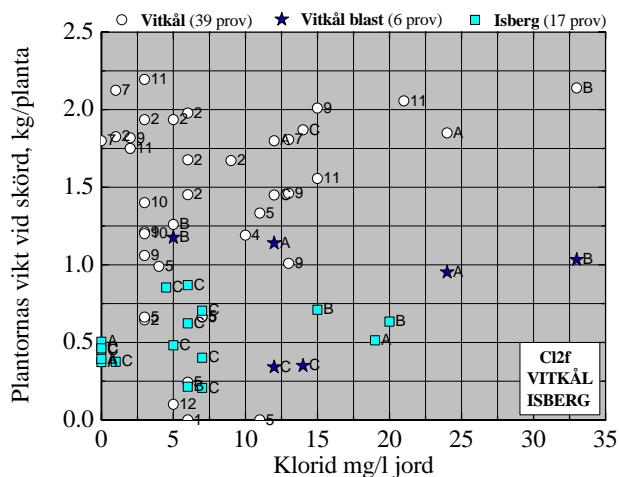
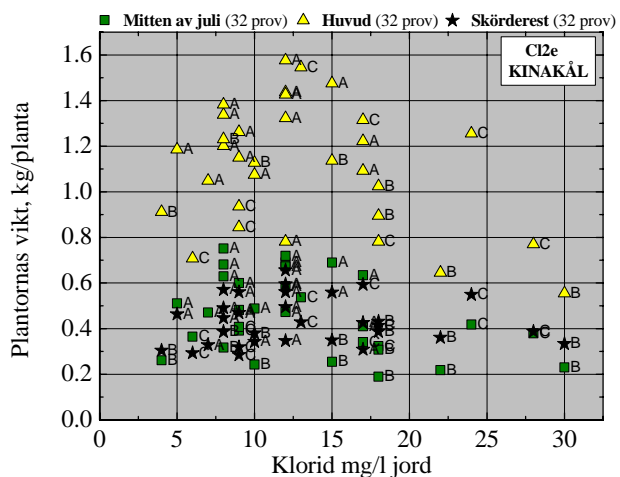
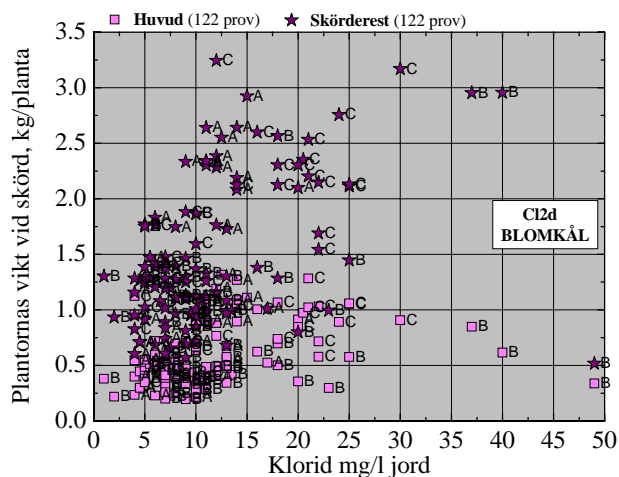
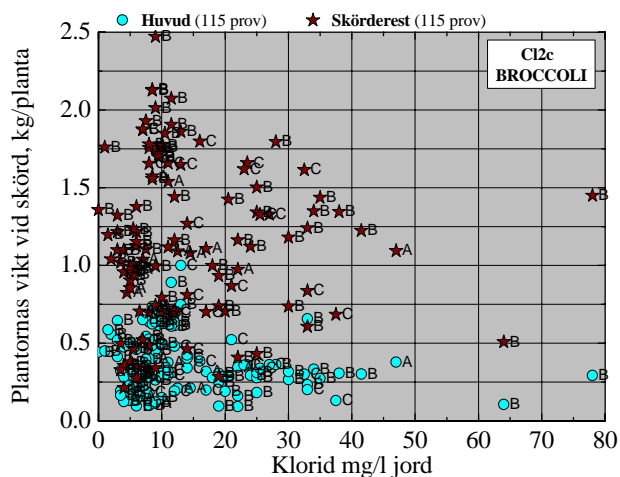
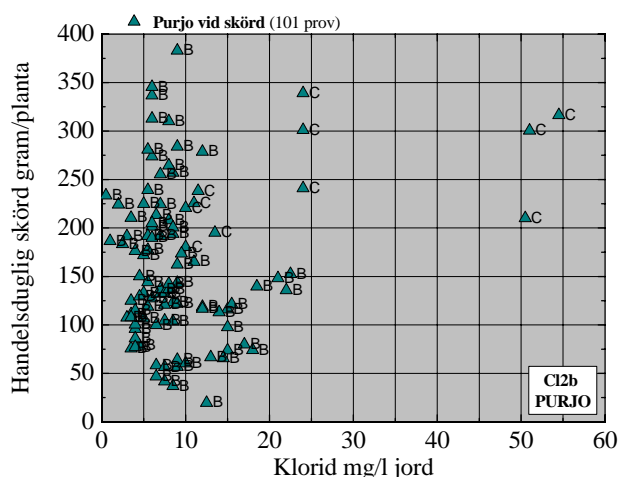
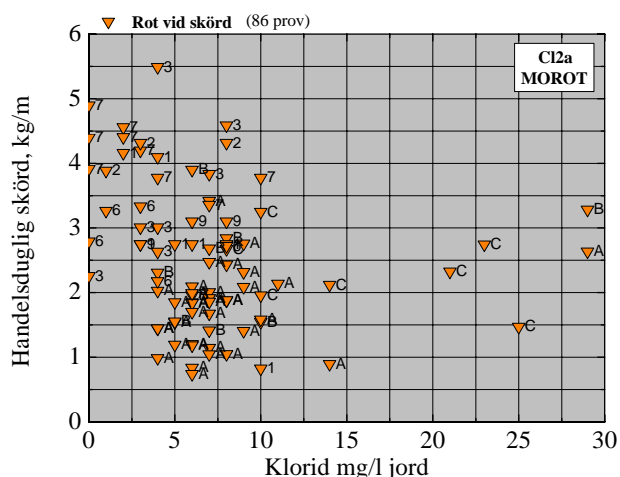
Sambandet mellan skörden och klorid i jorden är svagt (Fig. C12f). Inga analyser av Cl i plantorna har gjorts på isberg.

# KLOR

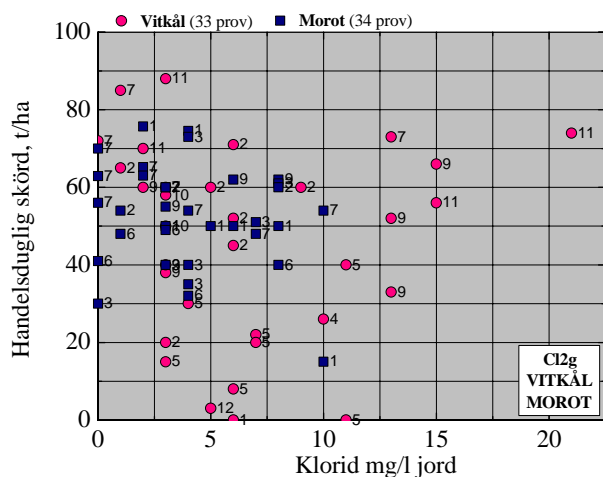


Figur C11a-g. Förhållandet mellan klor i plantorna och klorid i matjorden 0–30 cm. Proverna i figur C11g kommer från dokumentationsprojektet 2002–2005 där man tagit prov på jord och plantsaft samtidigt under säsongen. Proverna på kinakål, blomkål, broccoli och isberg kommer från växtnäringssstudier i norra Sverige 1989–2004. För morot, purjolök och vitkål är det en kombination av prover från dokumentationsprojektet 1999–2004 och prover från norra Sverige. Siffrorna anger gårdsnummer för proverna i dokumentationsprojektet. För proverna från växtnäringssstudier i norra Sverige anger bokstäverna typ av gödsling: A = mineralgödsel, B = organisk gödsel, C = mineral + organisk gödsel. Proverna på plantsaft och jorden i samband med plantsaften är tagna under tidsperioden slutet av juni till slutet av september. Övriga jordprov är tagna i mitten av säsongen. Jordproverna är analyserade enligt Modifierad Spurway (1:6 jord:HAC 0,1%, 30 minuter).

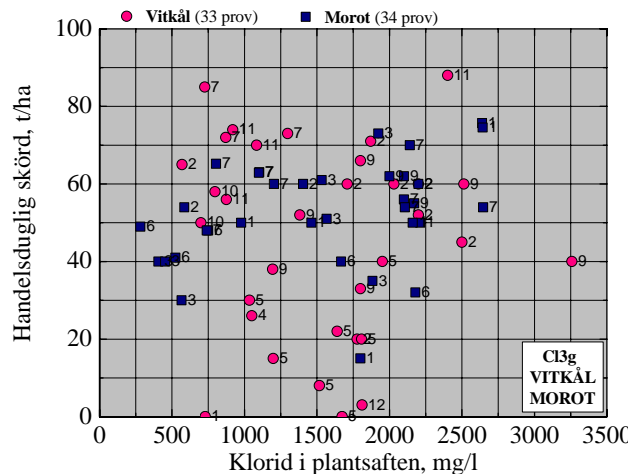
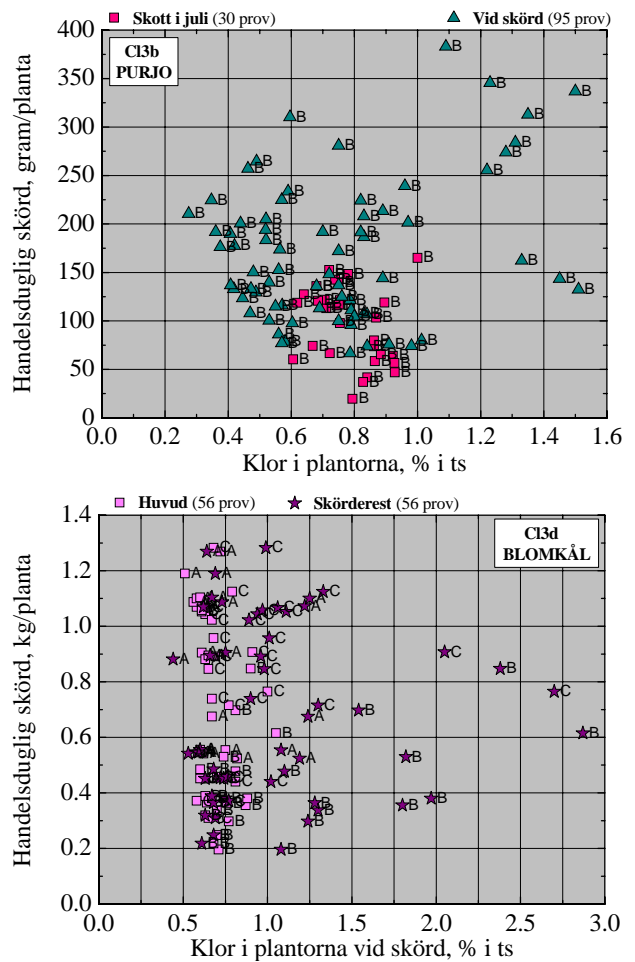
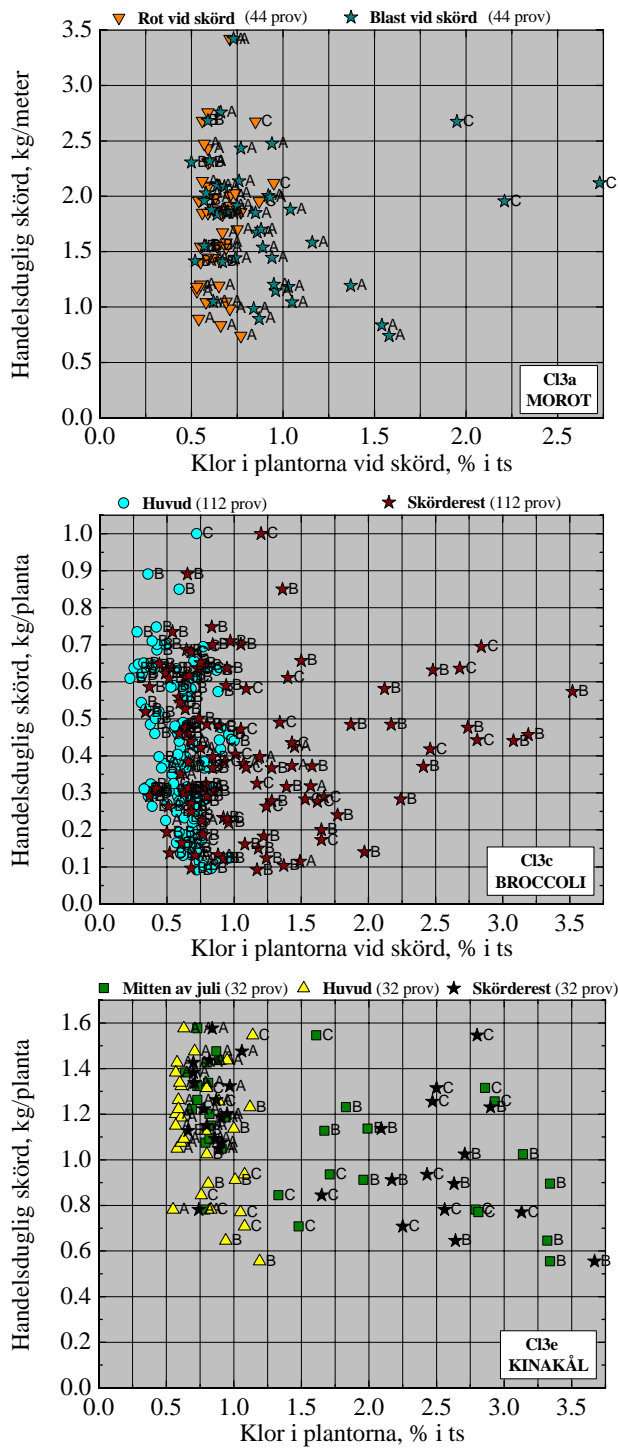




Figur C12a-g. Förhållandet mellan plantornas vikt och klorid i matjorden 0–30 cm. Proverna i figur C12g kommer från dokumentationsprojektet 2002–2005 där man tagit prov på jord och plantsaft samtidigt under säsongen. Proverna på kinakål, blomkål, broccoli och isberg kommer från växt-näringsstudier i norra Sverige 1989–2004. För morot, purjolök och vitkål är det en kombination av prover från dokumentationsprojektet 1999–2004 och prover från norra Sverige. Siffrorna anger gårdsnummer för proverna i dokumentationsprojektet. För proverna från växt-näringsstudier i norra Sverige anger bokstäverna typ av gödsling: A = mineralgödsel, B = organisk gödsel, C = mineral + organisk gödsel. Proverna på plantsaft och jorden i samband med plantsaften är tagna under tidsperioden slutet av juni till slutet av augusti. Övriga jordprov är tagna i mitten av säsongen. Jordproverna är analyserade enligt Modifierad Spurway (1:6 jord:HAc 0,1%, 30 minuter).



# KLOR



Figur CI3a-g. Förhållandet mellan plantornas vikt och klor i plantorna. Proverna i figur CI3g kommer från dokumentationsprojektet 2002–2005 där man tagit prov på jord och plantsaft samtidigt under säsongen. Proverna på kinakål, blomkål, broccoli och isberg kommer från växtnäringssstudier i norra Sverige 1989–2004. För morot, purjolök och vitkål är det en kombination av prover från dokumentationsprojektet 1999–2004 och prover från norra Sverige. Siffrorna anger gårdsnummer för proverna i dokumentationsprojektet. För proverna från växtnäringssstudier i norra Sverige anger bokstäverna typ av gödsling: A = mineralgödsel, B = organisk gödsel, C = mineral + organisk gödsel. Proverna på plantsaft och jorden i samband med plantsaften är tagna under tidsperioden slutet av juni till slutet av augusti.

## Natrium

Natrium är såvitt man vet inte ett nödvändigt växtnäringsämne för de växter som ingår i de här undersökningarna. En del växtslag kan till viss del kompensera kaliumbrist med att ta upp mera natrium om det finns tillgängligt. Växtslag som anses uppskatta god tillgång till natrium även om kalium finns i tillräcklig mängd är vitkål, morötter, rödbetor och selleri. De flesta organiska gödselmedel innehåller mer eller mindre natrium och man kan förvänta sig högre halter i jorden i ekologisk odling jämfört med i konventionell odling. Innehållet av natrium i olika Biofer-produkter varierade 2005 mellan 0,6–6,3%. I England har det sedan länge varit vanligt med rekommendationer att tillföra 75–150 kg natrium per ha i konventionell odling (Coke, 1972). Även i modernare engelska gödslingsrekommendationer anges att på sandiga jordar tillföra 375 kg jordbrukssalt (=148 kg Na/ha), (Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, 2000). Enligt Yara ([www.yara.se](http://www.yara.se)) ger en extra tillförsel av natrium under säsongen sötare smak och en tendens till högre skörd av morötter. De rekommenderar natrium i form av 300 kg/ha Probeta N som innehåller 10 % natrium. Det skulle innebära 30 kg Na/ha vilket inblandat ned till 30 cm skulle ge ett teoretiskt värde för Na i Spurway kring 10 mg/l. Vid lågt innehåll av kalium i jorden tas natrium upp lättare.

### Morot

Innehållet av natrium i jordproverna varierar mellan 0–40 mg/liter men de flesta ligger på 0–20 mg/l (Fig. Na1a). För juliproverna är det ett negativt samband för Na i både rötterna och blasten med stigande Na i jorden. Vid skörden är det ett visst positivt samband mellan Na i rot och blast och Na i jorden. Men de prov som har högst Na i plantorna vid måttliga värden för Na i jorden har samtidigt låga värden för K i jorden. Det är ett visst positivt samband mellan skörden och Na i jorden (Fig. Na2a). Det är en tendens till ökad skörd med stigande Na i morötterna upp till 0,22 % i ts (Fig. Na3a). Den nedre gränsen för referensvärdena för Na i morötter ligger kring 0,15 % Na i ts (Tab. 11, s 14). Av proverna som tagits på plantsaften ligger ca 40 % under LMI:s riktvärde på 600 Na/l (Fig. Na1g). Sambandet mellan Na i plantsaften och Na i jorden är svagt, förmodligen beroende på att K i jorden har stor betydelse för upptaget av Na. Det är ett svagt positivt samband mellan skörden och Na i jorden (Fig. Na2g) men sambandet mellan skörd och Na i plantsaften är svagt (Fig. Na3g). Omkring 10–50 mg/l kan vara rimligt för Na i jorden för morötter.

### Vitkål

Innehållet av natrium i jordproverna varierar mellan 7–55 mg/liter (Fig. Na1f). Det är en viss tendens till att Na i vitkålen ökar med stigande Na i jorden, men sambandet mellan skörden och Na i jorden är svagt (Fig. Na2f). Det är en tendens till ökad skörd med stigande Na i vitkålshuvudet upp till ca 0,10 % i ts, vilket stämmer bra med riktvärdet (Tab. 13 s 15). Av proverna som tagits på plantsaften ligger ca 60 % under LMI:s riktvärde på 250 mg/l (Fig. Na1g). Na i plantsaften ökar med stigande Na i jorden men sambandet mellan skörden och Na i jorden är svagt (Fig. Na2g). Sambandet mellan Na i plantsaften och skörden är positivt upp till ca 250 mg/l. Ett rimligt värde för Na i jorden kan ligga kring 10–50 mg/l även till vitkål.

### Broccoli och blomkål

I broccoli varierar natrium i jorden mellan 5–55 mg/l, och Na i plantorna ökar med stigande Na i jorden upp till ca 30 mg/l (Fig. Na1c). Det är en tendens till ökad huvudvikt med stigande Na i jorden (Fig. Na2c). Det är en tendens till ökad skörd med stigande Na i huvudet och i skörderesten (Fig. Na3c). I blomkål varierar Na i jorden mellan 2–53 Na/l, med en ansamling av prov mellan 5–15 mg/l (Fig. Na1d). Sambandet mellan skörden och Na i jorden är svagt (Fig. Na2d). Det är en tendens till ökad skörd med stigande Na i huvudet och i skörderesten (Fig. Na3d). Ett rimligt värde för Na i jorden kan ligga kring 10–50 mg/l även till broccoli och blomkål.

### Purjolök

I jordproverna varierar natrium mellan 5–55 mg/l, med de flesta kring 15–25 mg/l (Fig. Na1b). I juliprovet är innehåll av Na i rötterna 4–10 gånger högre än i skottet men någon tydlig koppling till Na i jorden finns inte. Na i plantorna vid skörd har ökat med stigande Na i jorden upp till ca 20–25 mg/l men sambandet mellan skörden och Na i jord och plantor är svagt (Fig. Na2b, Na3b).

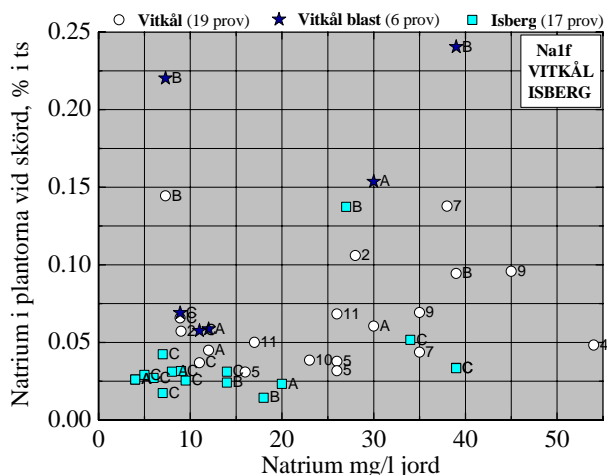
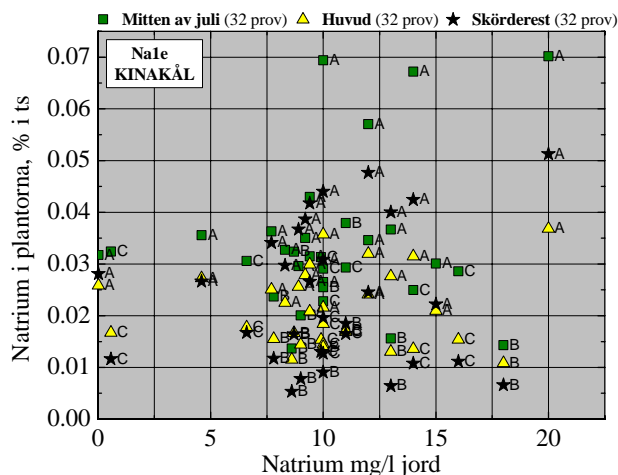
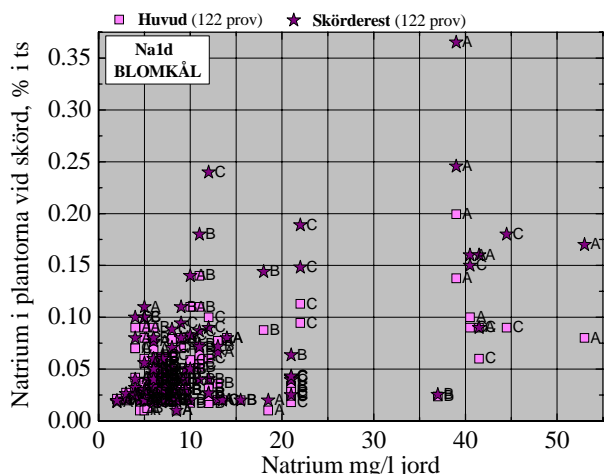
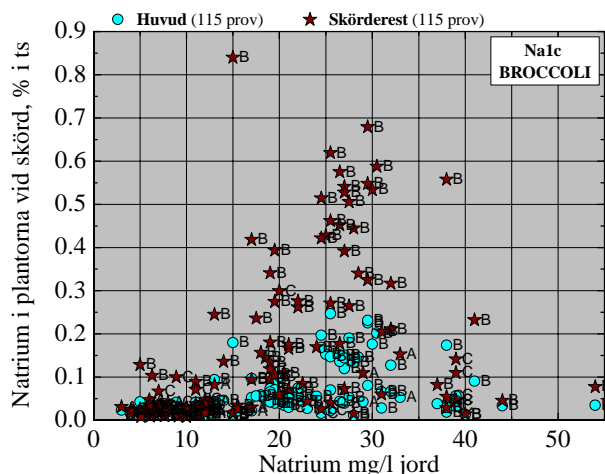
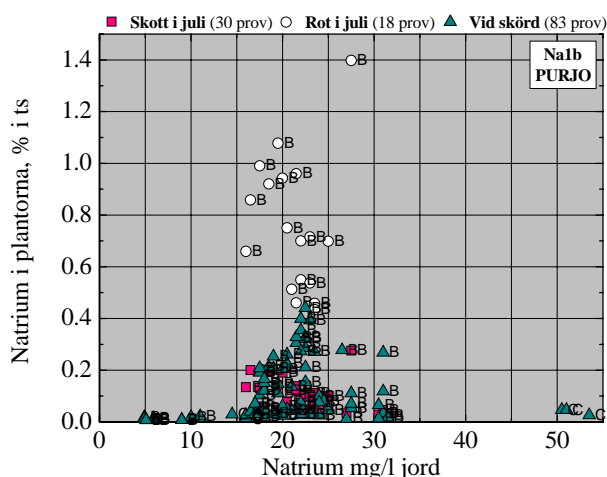
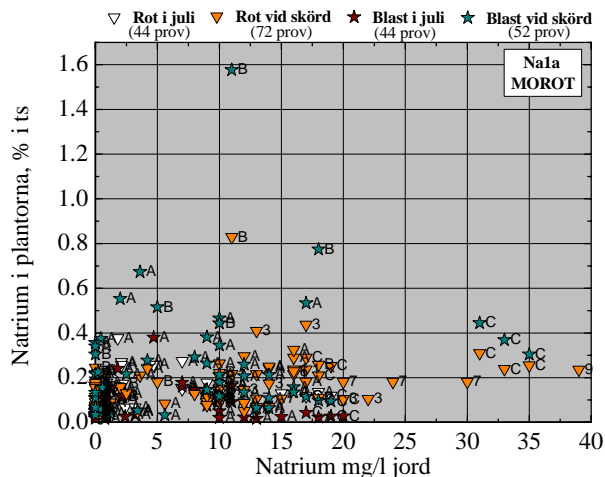
### Kinakål

Det är en viss ökning av Na i plantorna med stigande Na i jorden (Fig. Na1e). Det är en viss tendens till ökad plantvikt med stigande Na i jorden (Fig. Na2e). Skörden har ökat kraftigt med stigande Na i plantorna (Fig. Na3e).

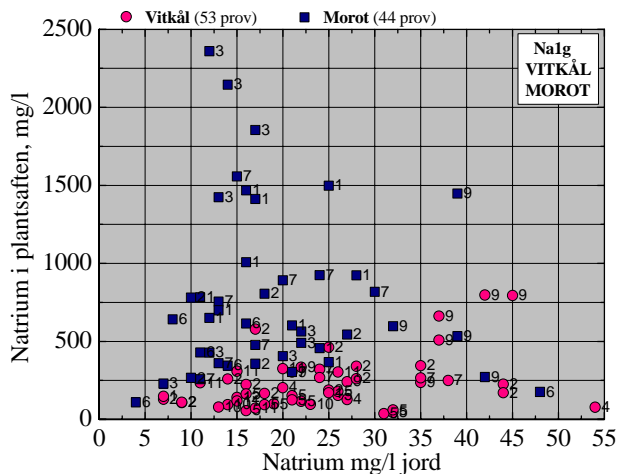
### Isbergssallad

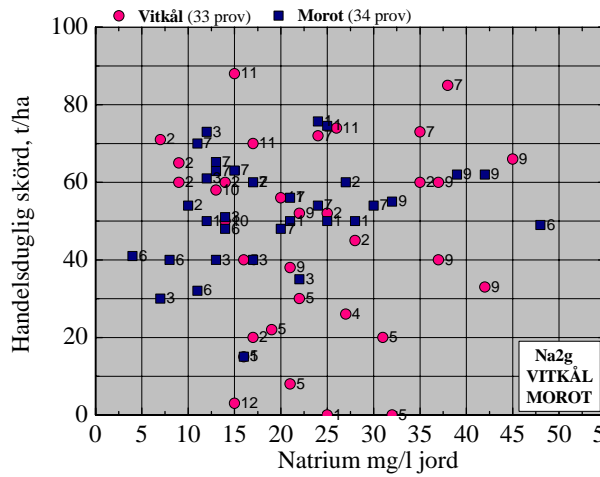
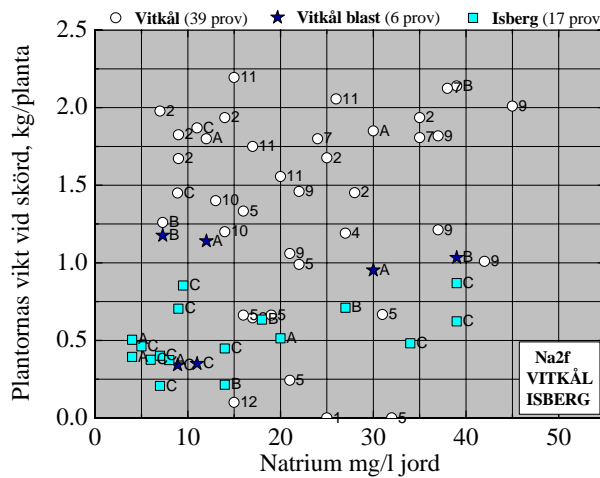
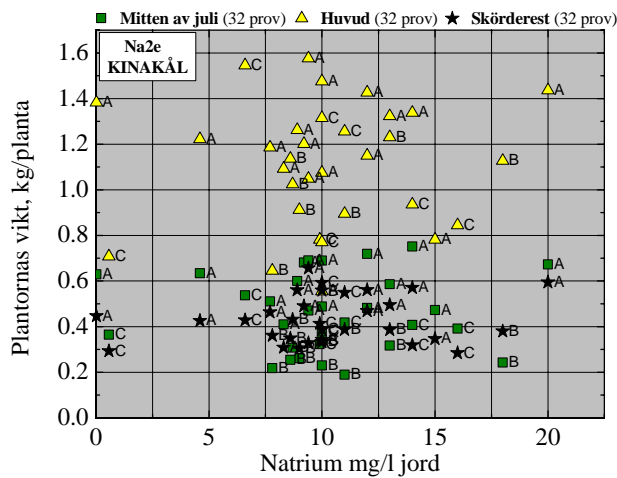
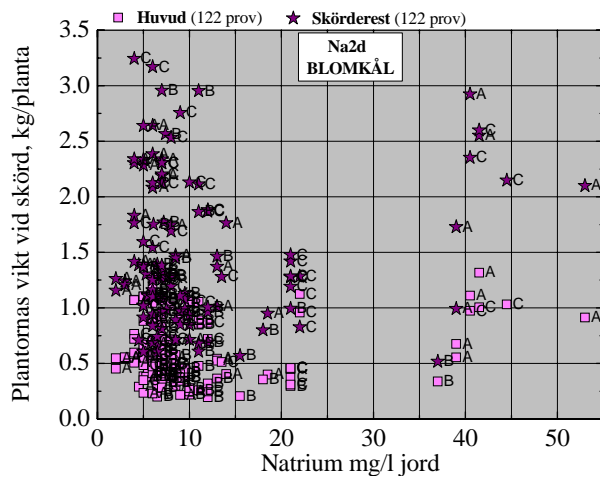
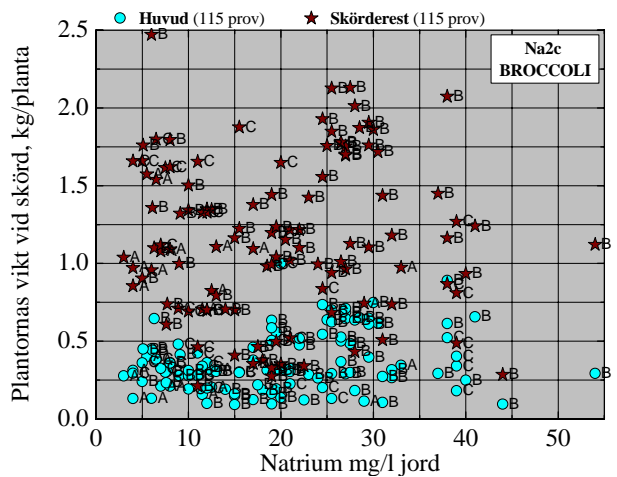
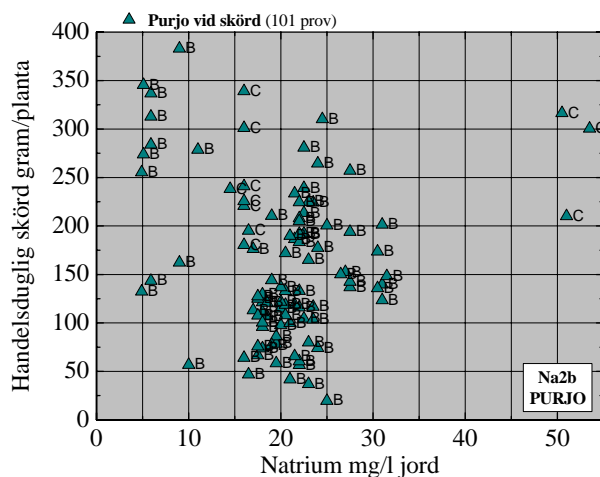
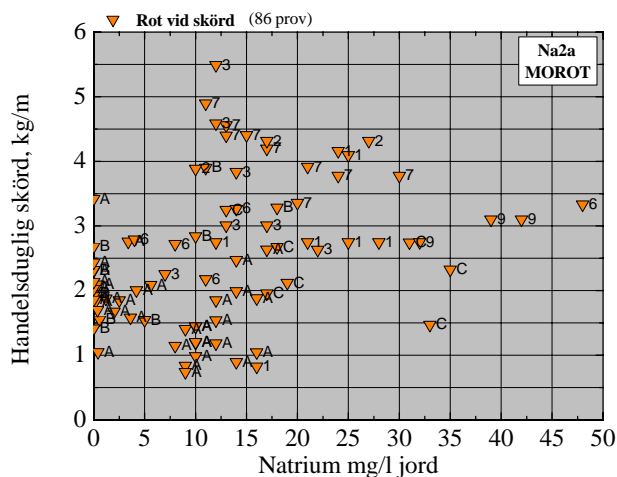
Det är en tendens till att natrium i plantorna ökar med stigande Na i jorden upp till ca 30 mg/l (Fig. Na1f). Skörden har ökat med stigande Na i jorden i hela intervallet upp till 40 mg/l (Fig. Na2f). Det är en tendens till positivt samband mellan skörden och Na i plantorna (Fig. Na3f).

# NATRIUM



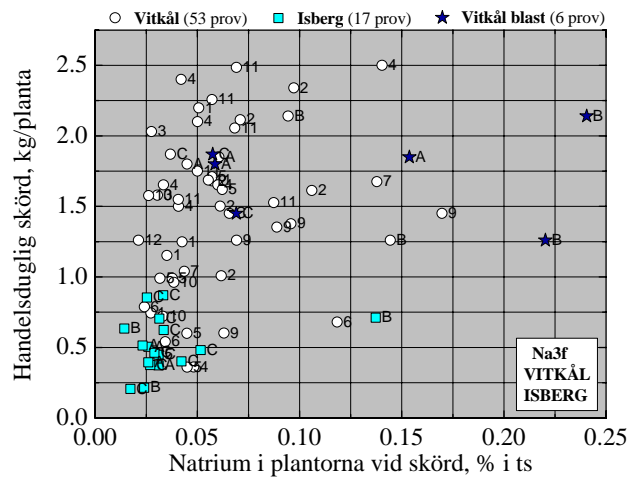
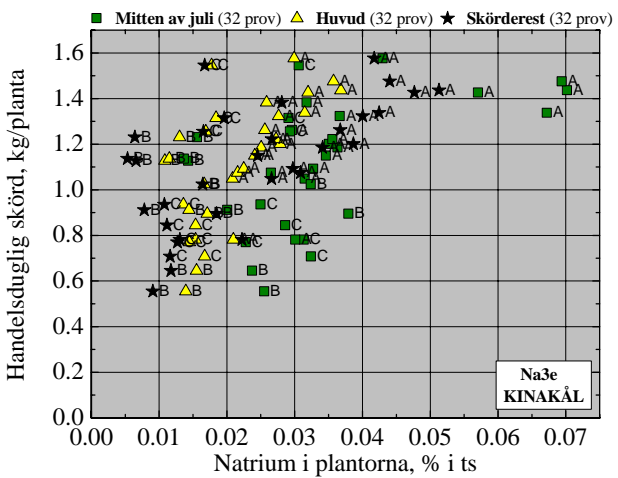
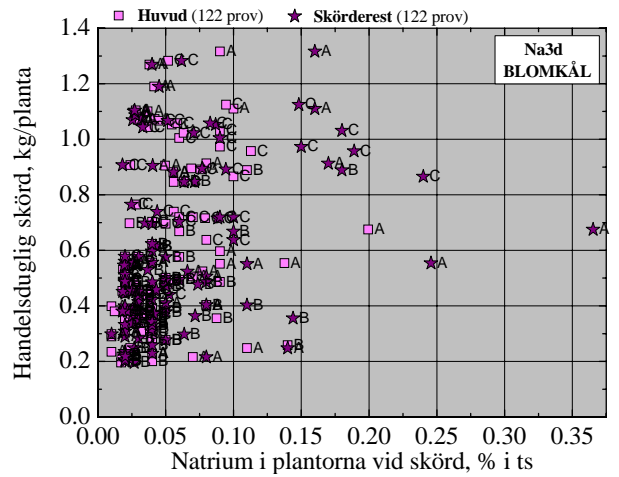
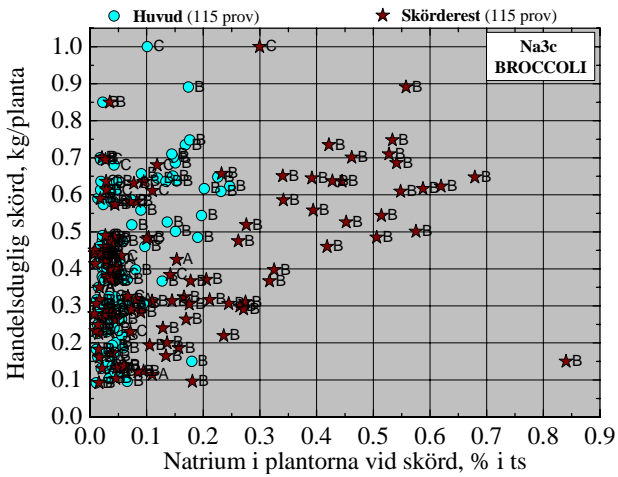
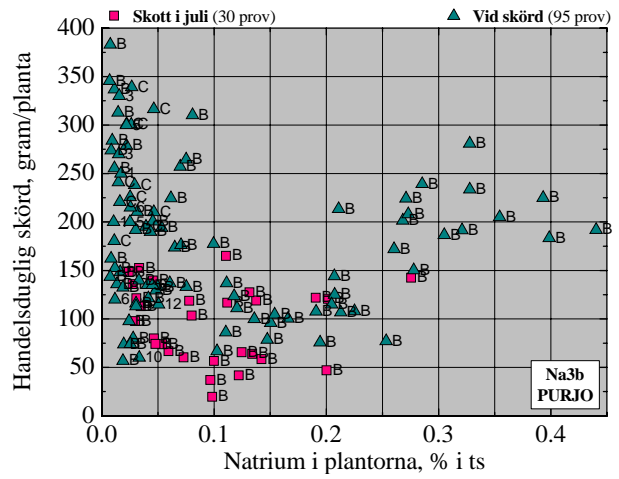
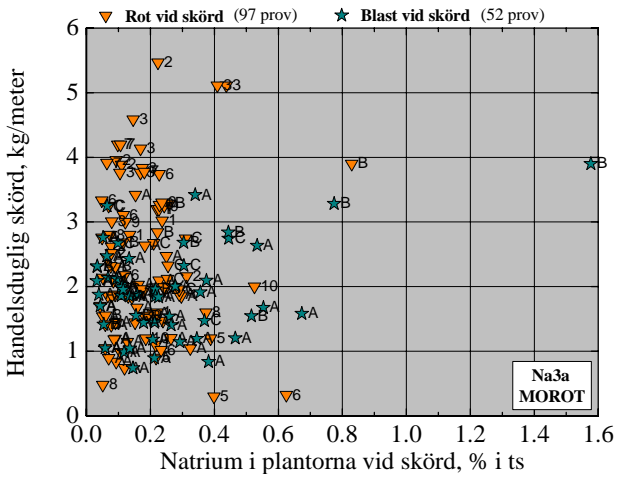
Figur Na1a-g. Förhållandet mellan natrium i plantorna och natrium i matjorden 0–30 cm. Proverna i figur Na1g kommer från dokumentationsprojektet 2002–2005 där man tagit prov på jord och plantsaft samtidigt under säsongen. Proverna på kinakål, blomkål, broccoli och isberg kommer från växt näringsstudier i norra Sverige 1989–2004. För morot, purjolök och vitkål är det en kombination av prover från dokumentationsprojektet 1999–2004 och prover från norra Sverige. Siffrorna anger gårdsnummer för proverna i dokumentationsprojektet. För proverna från växt näringsstudier i norra Sverige anger bokstäverna typ av gödsling: A = mineralgödsel, B = organisk gödsel, C = mineral + organisk gödsel. Proverna på plantsaft och jorden i samband med plantsaften är tagna under tidsperioden slutet av juni till slutet av september. Övriga jordprov är tagna i mitten av säsongen. Jordproverna är analyserade enligt Modifierad Spurway (1:6 jord:HAc 0,1%, 30 minuter).



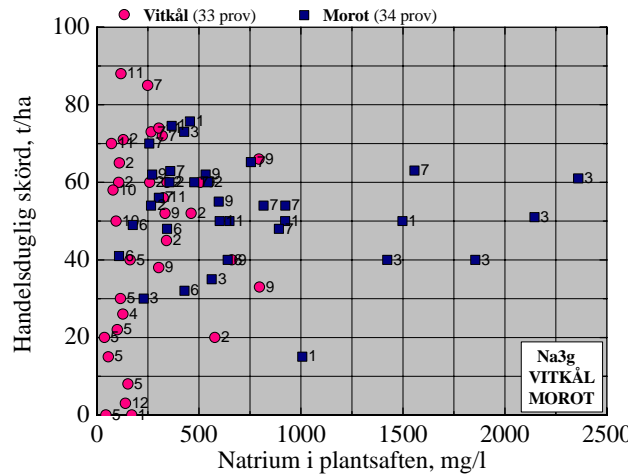


Figur Na2a-g. Förhållandet mellan plantornas vikt och natrium i matjorden 0-30 cm. Proverna i figur Na2g kommer från dokumentationsprojektet 2002-2005 där man tagit prov på jord och plantsaft samtidigt under säsongen. Proverna på kinakål, blomkål, broccoli och isberg kommer från växtnäingsstudier i norra Sverige 1989-2004. För morot, purjolök och vitkål är det en kombination av prover från dokumentationsprojektet 1999-2004 och prover från norra Sverige. Siffrorna anger gårdsnummer för proverna i dokumentationsprojektet. För proverna från växtnäingsstudier i norra Sverige anger bokstäverna typ av gödsling: A = mineralgödsel, B = organisk gödsel, C = mineral + organisk gödsel. Proverna på plantsaft och jorden i samband med plantsaften är tagna under tidsperioden slutet av juni till slutet av augusti. Övriga jordprov är tagna i mitten av säsongen. Jordproverna är analyserade enligt Modifierad Spurway (1:6 jord:HAc 0,1%, 30 minuter).

# NATRIUM



Figur Na3a-g. Förhållandet mellan plantornas vikt och natrium i plantorna. Proverna i figur Na3g kommer från dokumentationsprojektet 2002–2005 där man tagit prov på jord och plantsaft samtidigt under säsongen. Proverna på kinakål, blomkål, broccoli och isberg kommer från växtnäringstudier i norra Sverige 1989–2004. För morot, purjolök och vitkål är det en kombination av prover från dokumentationsprojektet 1999–2004 och prover från norra Sverige. Siffrorna anger gårdsnummer för proverna i dokumentationsprojektet. För proverna från växtnäringstudier i norra Sverige anger bokstäverna typ av gödsling: A = mineralgödsel, B = organisk gödsel, C = mineral + organisk gödsel. Proverna på plantsaft och jorden i samband med plantsaften är tagna under tidsperioden slutet av juni till slutet av augusti.





## Mangan

Plantornas tillgång till mangan i jorden påverkas mera av pH-värdet än de flesta andra ämnen. Generellt är risken för manganbrist väldigt liten vid pH kring 5,5 och lägre. Med stigande pH ökar risken för brist mer eller mindre snabbt på olika jordar och för olika grödor, se avsnittet ”pH”, s 57. Mangan fastläggs i jorden med stigande pH både genom kemiska och biologiska processer (Ghiorse, 1988). Höga värden för kalcium och magnesium i jorden hämmar dessutom upptaget av mangan i plantorna. Kålväxter tycks höra till dem som är mycket känsliga för manganbrist. Mangan som tillförs till jorden fastläggs snabbt när pH värdet är för högt och man får då använda sig av bladgödsling.

### Morot

Innehållet av Mn i jordproverna varierar egentligen mellan 0,4–60 mg/liter men de mest extrema proverna har uteslutits och de flesta ligger på 0,5–3 mg/l (Fig. Mn1a). Av de prov som har högre Mn i jorden har alla utom ett beteckningen A, dvs, har gödslats enbart med mineralgödsel. Innehållet av Mn i plantorna ökar kraftigt med stigande Mn i jorden. Det är ett visst positivt samband mellan skörden och Mn i jorden upp till mellan 1–2 mg/l (Fig. Mn2a). Det är en tendens till ökad skörd med stigande Mn i morötterna upp till ca 25 mg/kg ts och med stigande Mn i blasten upp till 100–150 mg/kg ts (Fig. Mn3a). Den nedre gränsen för referensvärdena för Mn i morötter ligger kring 15 mg/kg ts och i blasten vid skörd på 50 mg/kg ts (Tab. 10 och 11, s 14). Av proverna som tagits på plantsaften ligger ca 70 % under LMI:s riktvärde på 7 mg/l, de allra flesta av dessa har Mn i jorden under 1 mg/l (Fig. Mn1g). Mn i plantsaften ökar med stigande Mn i jorden. Sambanden mellan skörden och Mn i jorden (Fig. Mn2g) och Mn i plantsaften är svårtolkat (Fig. Mn3g). Sammantaget talar materialet för att Mn i jorden bör ligga på 1–3 mg/l för morot.

### Vitkål

Innehållet av Mn i jordproverna varierar mellan 0,4–10 mg/liter och Mn i vitkålen ökar med stigande Mn i jorden (Fig. Mn1f). Det är en tydlig tendens att skörden ökar med stigande Mn i jorden upp till ca 3 mg/l, (Fig. Mn2f) och med stigande Mn i plantorna upp till 25–30 mg/kg ts (Fig. Mn3f). Det stämmer bra med riktvärdet för plantorna (Tab. 13, s 15). Eftersom det bara finns två prov med högre Mn i jorden, varav bara det ena har avsevärt högre Mn i plantan än övriga kan förmodligen den positiva trenden mot skörden dras ut i både jord och plantor. Av proverna som tagits på plantsaften ligger ca 55 % under LMI:s riktvärde på 2,7 mg/l, de allra flesta av dessa har Mn i jorden under 1 mg/l (Fig. Mn1g). Det

är en tydlig tendens till ökad skörd med stigande Mn i jorden (Fig. Mn2g). Sambandet mellan Mn i plantsaften och skörden är positivt upp till ca 2–4 mg/l och de högsta skördarna har tagits där Mn i plantsaften inte avviker alltför mycket från riktvärdet (Fig. Mn 3g). Sammantaget talar materialet för att Mn i jorden bör ligga på 2–5 mg/l för vitkål.

### Broccoli och blomkål

I broccoli varierar Mn i jorden mellan 0,3–12,5 mg/l men de flesta ligger på 0,5–3 mg/l (Fig. Mn1c). Mn i plantorna ökar med stigande Mn i jorden. Det är en tydlig tendens till ökad huvudvikt med stigande Mn i jorden upp till 3 mg/l (Fig. Mn2c). Det är en tendens till ökad skörd med stigande Mn i huvudet upp till 20–30 mg/kg ts och med stigande Mn i skörderesten upp till ca 60 mg/kg i ts (Fig. Mn3c). I blomkål varierar Mn i jorden mellan 0,3–7,6 mg/l, men de flesta ligger på 0,4–0,9 mg/l (Fig. Mn1d). Mn i plantorna ökar med stigande Mn i jorden. Det är en tendens till ökad huvudvikt med stigande Mn i jorden, tydligast upp till ca 0,9 mg/l (Fig. Mn2d). Det är en tendens till ökad skörd med stigande Mn i huvudet och med stigande Mn i skörderesten (Fig. Mn3d). Bilden är inte entydig men alla riktigt låga skördar har tagits vid Mn i huvudet under 20 mg/kg ts. I både broccoli och blomkål är det ett tydligt tecken på brist när Mn i skörderesten är lägre än i huvudet. Sammantaget talar materialet för att en manganhalt i jorden på 3–6 mg/l kan behövas i broccoli medan 1–6 kan vara lämpligt i blomkål.

### Purjolök

Mn i plantorna ökar med stigande Mn i jorden med vissa undantag. Det är en viss tendens till ökad skörd med stigande Mn i jorden och de högsta skördarna har tagits vid Mn i jorden på 1–2 mg/l (Fig. Mn2b). Sambandet mellan skörden och Mn i plantorna är otydligt men svagt negativt (Fig. Mn3b). Möjligen kan 10 mg/kg ts vara en nedre gräns för innehållet i plantorna vid skörd.

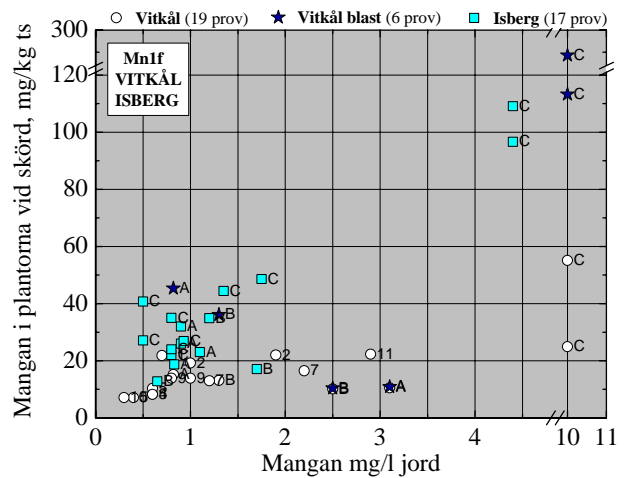
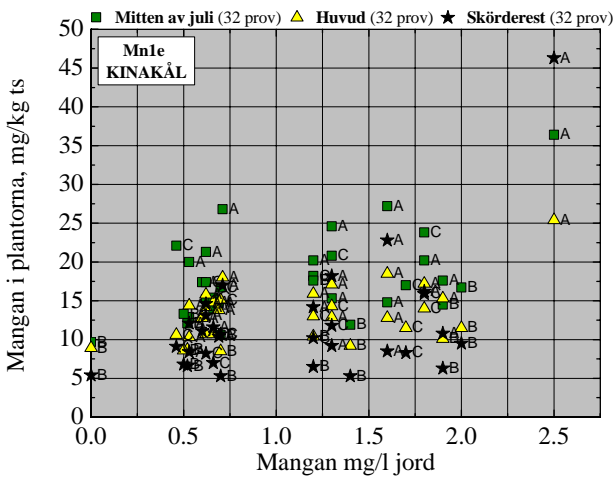
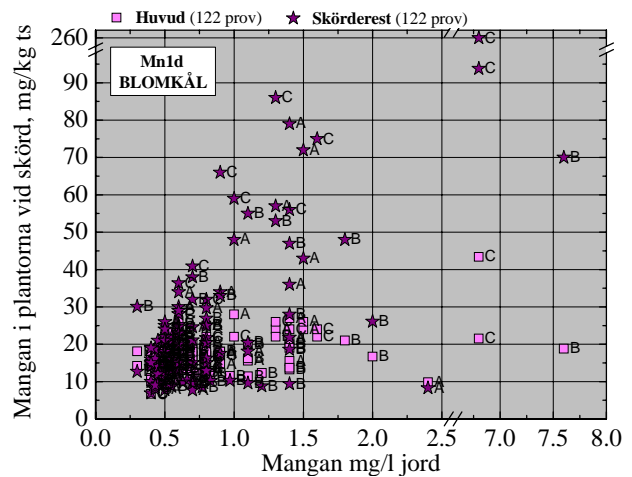
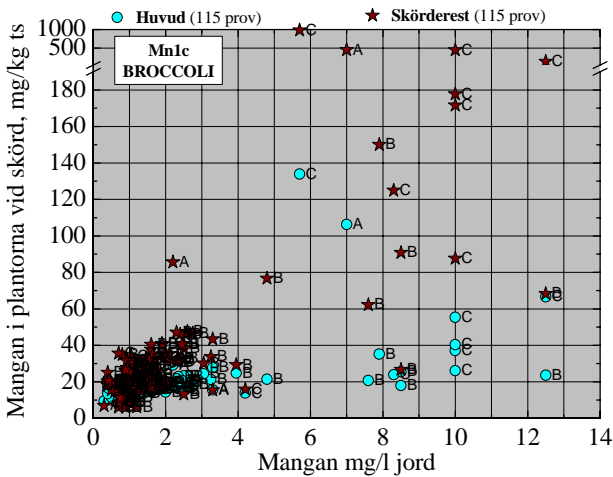
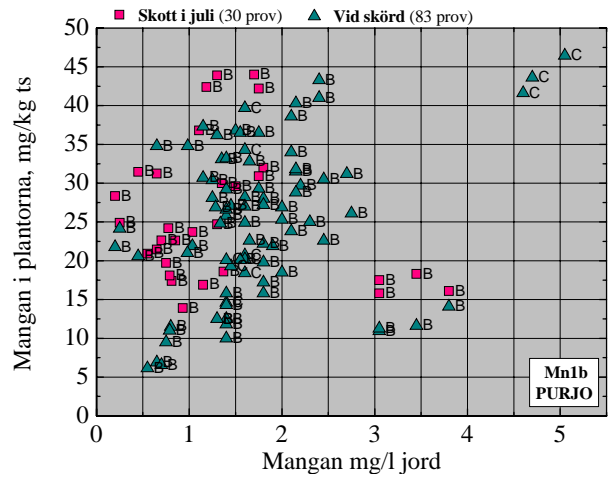
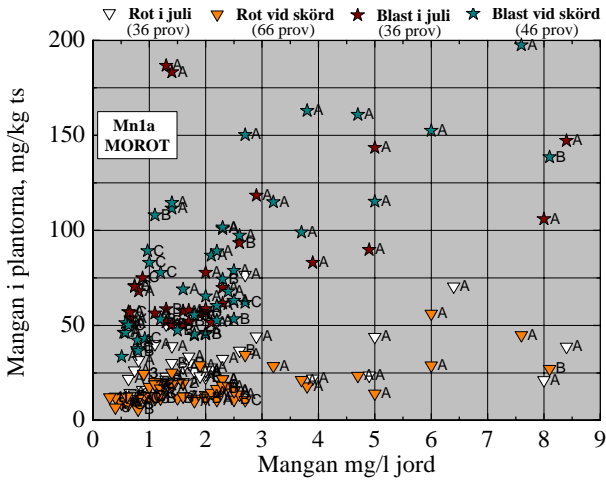
### Kinakål

Mangan i jorden varierar mellan 0–2,5 mg/l och Mn i plantorna ökar med stigande Mn i jorden (Fig. Mn1e). Det är en viss tendens till ökad plantvikt med stigande Mn i jorden (Fig. Mn2e). Skörden har ökat kraftigt med stigande Mn i plantorna (Fig. Mn3e).

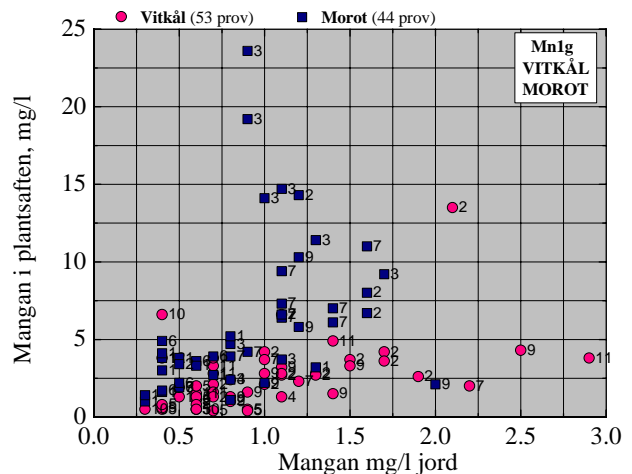
### Isbergssallad

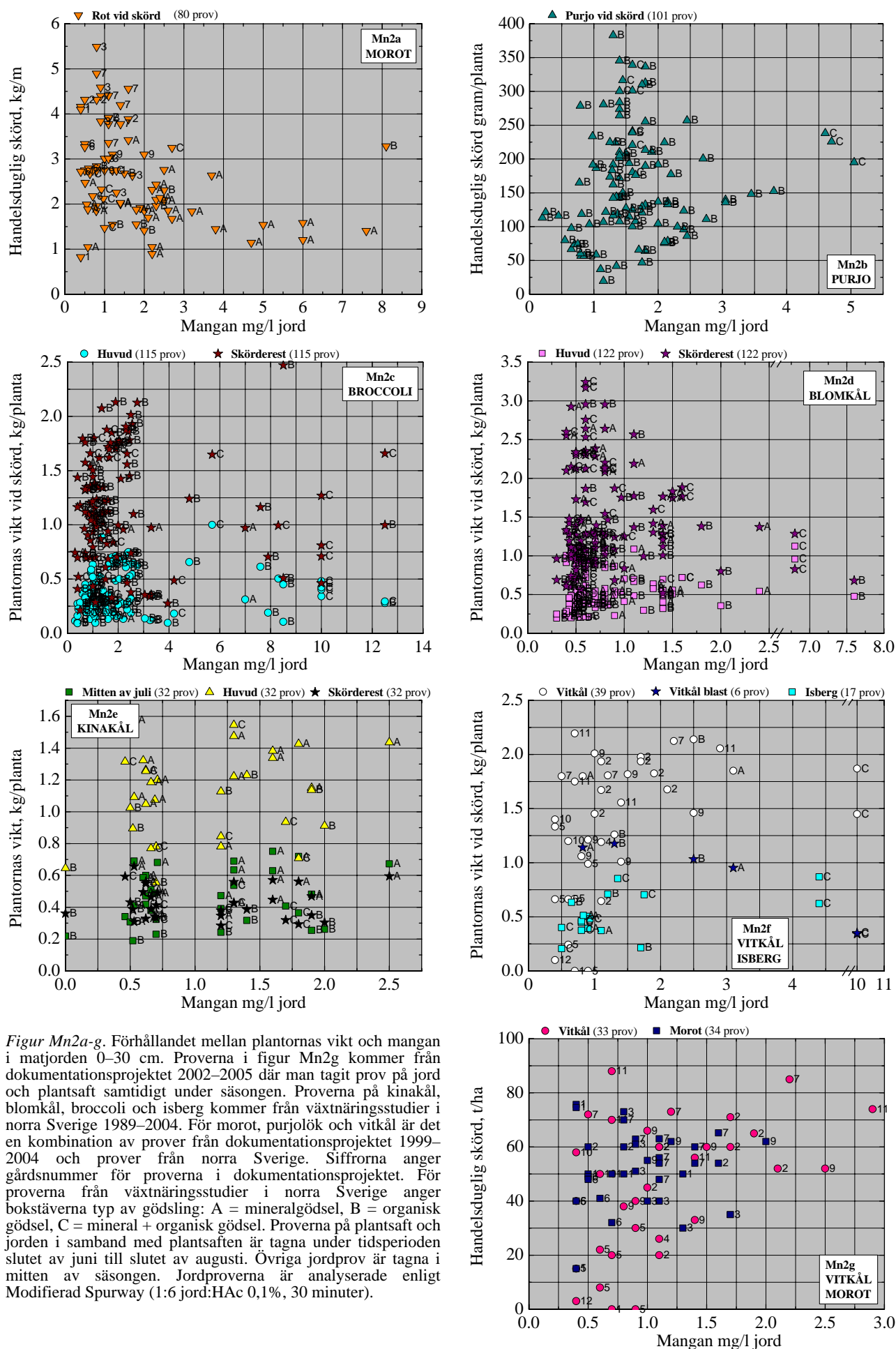
Mn i plantorna ökar med stigande Mn i jorden (Fig. Mn1f). Det är en tendens till ökad skörd med stigande Mn i jorden (Fig. Mn2f). Det är ett positivt samband mellan skörden och Mn i plantorna (Fig. Mn3f).

# MANGAN



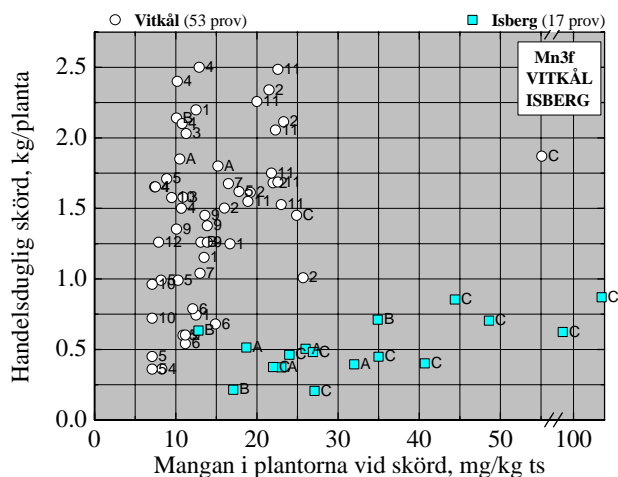
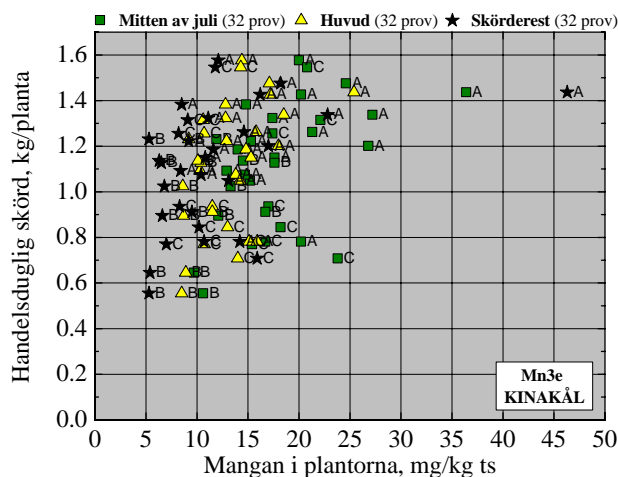
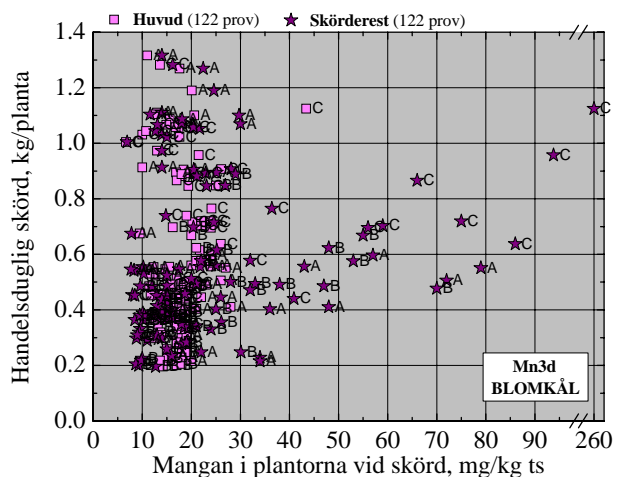
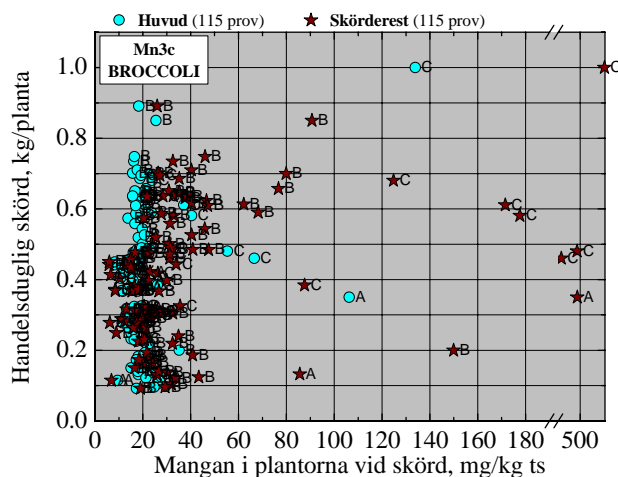
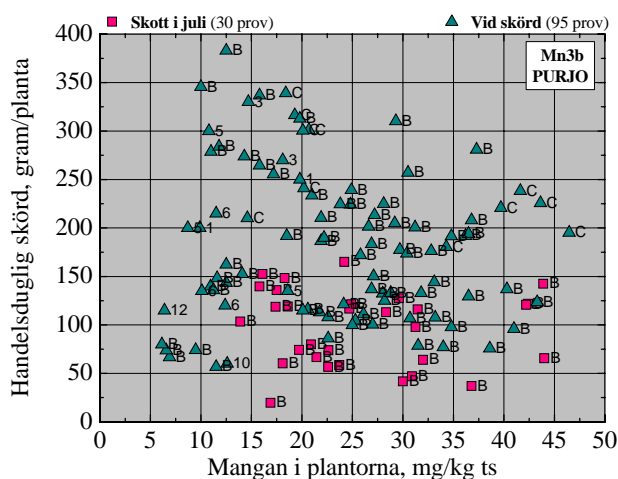
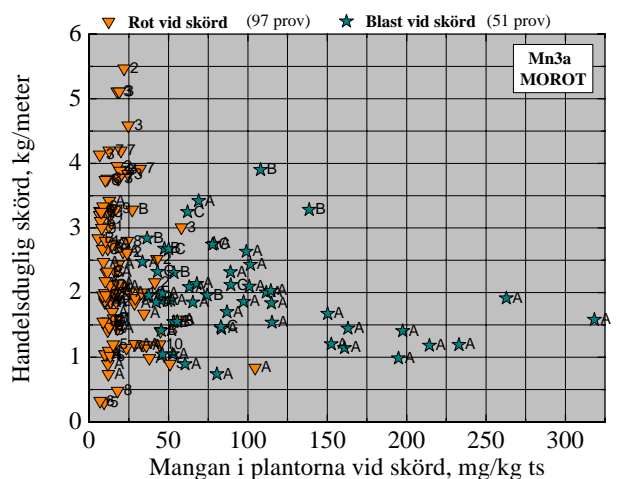
Figur Mn1a-g. Förhållandet mellan mangan i plantorna och mangan i matjorden 0–30 cm. Proverna i figur Mn1g kommer från dokumentationsprojektet 2002–2005 där man tagit prov på jord och plantsaft samtidigt under säsongen. Proverna på kinakål, broccoli och isberg kommer från växtnäringstudier i norra Sverige 1989–2004. För morot, purjolök och vitkål är det en kombination av prover från dokumentationsprojektet 1999–2004 och prover från norra Sverige. Siffrorna anger gårdsnummer för proverna i dokumentationsprojektet. För proverna från växtnäringstudier i norra Sverige anger bokstäverna typ av gödsling: A = mineralgödsel, B = organisk gödsel, C = mineral + organisk gödsel. Proverna på plantsaft och jorden i samband med plantsaften är tagna under tidsperioden slutet av juni till slutet av september. Övriga jordprov är tagna i mitten av säsongen. Jordproverna är analyserade enligt Modifierad Spurway (1:6 jord:HAc 0,1%, 30 minuter).



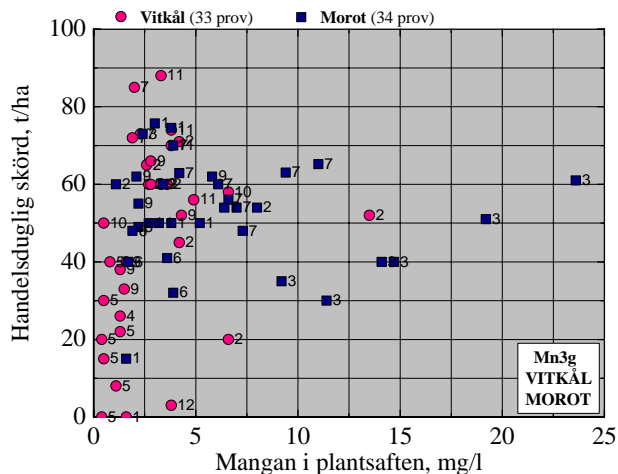


Figur Mn2a-g. Förhållandet mellan plantornas vikt och mangan i matjorden 0–30 cm. Proverna i figur Mn2g kommer från dokumentationsprojektet 2002–2005 där man tagit prov på jord och plantsaft samtidigt under säsongen. Proverna på kinakål, blomkål, broccoli och isberg kommer från växtnärsstudier i norra Sverige 1989–2004. För moröt, purjolök och vitkål är det en kombination av prover från dokumentationsprojektet 1999–2004 och prover från norra Sverige. Siffrorna anger gårdsnummer för proverna i dokumentationsprojektet. För proverna från växtnärsstudier i norra Sverige anger bokstäverna typ av gödsling: A = mineralgödsel, B = organisk gödsel, C = mineral + organisk gödsel. Proverna på plantsaft och jorden i samband med plantsaften är tagna under tidsperioden slutet av juni till slutet av augusti. Övriga jordprov är tagna i mitten av säsongen. Jordproverna är analyserade enligt Modifierad Spurway (1:6 jord:HAc 0,1%, 30 minuter).

# MANGAN



Figur Mn3a-g. Förhållandet mellan plantornas vikt och mangan i plantorna. Proverna i figur Mn3g kommer från dokumentationsprojektet 2002–2005 där man tagit prov på jord och plantsaft samtidigt under säsongen. Proverna på kinakål, blomkål, broccoli och isberg kommer från växtnäringssstudier i norra Sverige 1989–2004. För morot, purjolök och vitkål är det en kombination av prover från dokumentationsprojektet 1999–2004 och prover från norra Sverige. Siffrorna anger gårdsnummer för proverna i dokumentationsprojektet. För proverna från växtnäringssstudier i norra Sverige anger bokstäverna typ av gödsling: A = mineralgödsel, B = organisk gödsel, C = mineral + organisk gödsel. Proverna på plantsaft och jorden i samband med plantsaften är tagna under tidsperioden slutet av juni till slutet av augusti.



## Bor

Många grönsaksjordar är fattiga på bor och tillförsel med specialgödselmedel är förmodligen nödvändigt i många fall. Borbrist hämmar rottillväxten (Dell & Hwang, 1997) och medför därmed försämrat upptag av vatten och näring. Bor blir mindre tillgängligt för plantorna med stigande pH och då behövs större tillförsel för att få effekt. Växternas behov av bor anses öka med ökande kalciumhalter i växten genom att mera bor då binds i en inaktiv form (Bergmann, 1992). Bor har på senare år visat sig vara viktigt även för människor och god tillgång till bor för grödorna höjer alltså näringsvärdet i produkten. Låga värden för bor både i jorden och i produktproverna uppmärksammades tidigt i dokumentationsprojektet och borgödsling med 1–2 kg rent bor per ha i samband med vårbruket har införts till de flesta grönsakskulturerna i växtföljden. Eftersom marginalen till skadliga effekter av höga borhalter i jorden anses liten bör man följa värdena i jorden vid regelbunden tillförsel. Kål, morötter, sallat, lök, kålrot, bondbönor, rödbetor, mangold, sockerbeta och lucern anses höra till de växtslag som är minst känsliga för höga borhalter. Känsligast anses bönor, jordgubbar, svartvinbär, hallon och många fruktträd vara. Däremellan placeras majs, ärt, rädisa, potatis, tomat, vete, korn och havre (Bergmann, 1992). Enligt Branson (1976, ref i Bergmann, 1992), innebär borhalter i jorden under 0,5 mg/l inga problem ens för de känsligaste växterna. Vid halter över 5 mg/l börjar även ganska toleranta växter ta skada.

## Morot

Innehållet av B i jordproverna varierar mellan 0,01–1,1 mg/liter (Fig. B1a, B2a). Det är en svag tendens till att B i rötterna ökar med stigande B i jorden. Det är ett visst positivt samband mellan skörden och B i jorden (Fig. B2a). Som helhet är det ett svagt negativt samband mellan skörden och B i morötterna men ett svagt positivt samband mellan skörden och B i blasten (Fig. B3a). De högsta skördarna har tagit vid B i morötterna på 15–25 mg/kg ts och B i blasten på 20–35 mg/kg ts. Den nedre gränsen för referensvärdena för B i morötter ligger kring 20 mg/kg ts och i blasten vid skörd på 30 mg/kg ts (Tab. 10 och 11, s 14). Av proverna som tagits på plantsaften ligger ca 70 % under LMI:s riktvärde på 2,5 mg/l (Fig. B1g). Sambandet mellan B i plantsaften och B i jorden är svagt. Sambanden mellan skörden och B i jorden är också svagt för de här proverna (Fig. B2g). Det är en viss tendens till ökad skörd med stigande B i plantsaften (Fig. B3g). Lämpligt värde för B i jorden bedöms ligga på 0,5–1,5 mg/l.

## Vitkål

Innehållet av B i jordproverna varierar mellan 0,07–1,2 mg/liter och det är en viss tendens till att B i vitkålen ökar med stigande B i jorden (Fig. B1f, B2f). Det finns en viss tendens till positivt samband mellan skörden, B i jorden och B i plantorna (Fig. B2f, B3f). Tillgängliga referensvärden tyder på att vitkålshuvudena bör ha ca 20 mg B/kg ts (Tab. 13, s 15). Av proverna som tagits på plantsaften ligger ca hälften under LMI:s riktvärde på 1,3 mg/l (Fig. B1g). Det är en tydlig tendens till att B i plantsaften ökar med stigande B i jorden. Sambandet mellan skörden och B i jorden är svagt för de här proverna (Fig. B2g). Sambandet mellan B i plantsaften och skörden är positivt och de högsta skördarna har tagits där B i plantsaften inte avviker alltför mycket från riktvärdet (Fig. B 3g). Lämpligt värde för B i jorden bedöms ligga på 1,0–1,5 mg/l.

## Broccoli och blomkål

I broccoli varierar B i jorden mellan 0–1,4 mg/l men de flesta ligger på 0,1–0,3 mg/l (Fig. B1c). B i plantorna ökar med stigande B i jorden, men det är snarast ett negativt samband mellan skörden och B i jorden (Fig. B2c). Det är en tendens till ökad skörd med stigande B i huvudet och i skörderesten (Fig. B3c). I blomkål varierar B i jorden mellan 0,1–1,4 mg/l, men de flesta ligger på 0,2–0,3 mg/l (Fig. B1d). Det är en tendens till ökad huvudvikt med stigande B i jorden (Fig. B2d). Det är en tydlig tendens till ökad skörd med stigande B i huvudet och med stigande B i skörderesten (Fig. B3d). Troligen ligger B i jorden under optimum eftersom de flesta proverna tagits där man inte borgödslat och 1–1,5 mg/l bedöms lämpligt i både broccoli och blomkål.

## Purjolök

Bor i plantorna ökar med stigande B i jorden. Sambandet mellan skörd och B i jorden är svagt (Fig. B2b). Sambandet mellan skörden och B i plantorna är också svagt (Fig. B3b). De högsta skördarna har tagit vid B i jorden på 0,15–0,3 mg/l och B i plantorna vid skörd på 15–25 mg/kg ts.

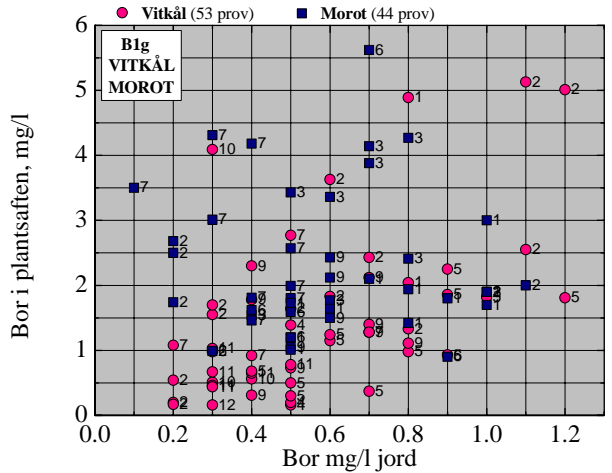
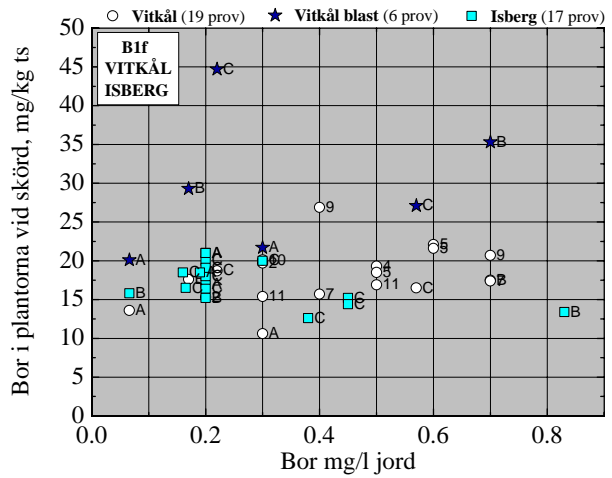
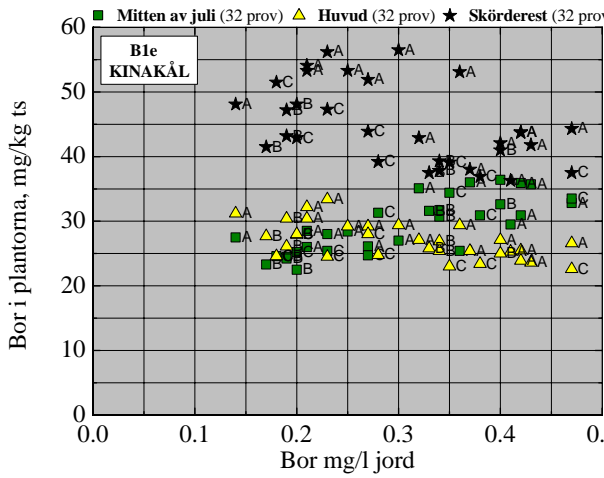
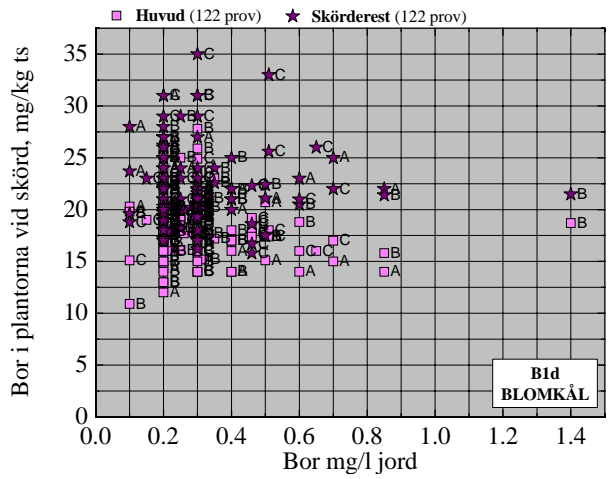
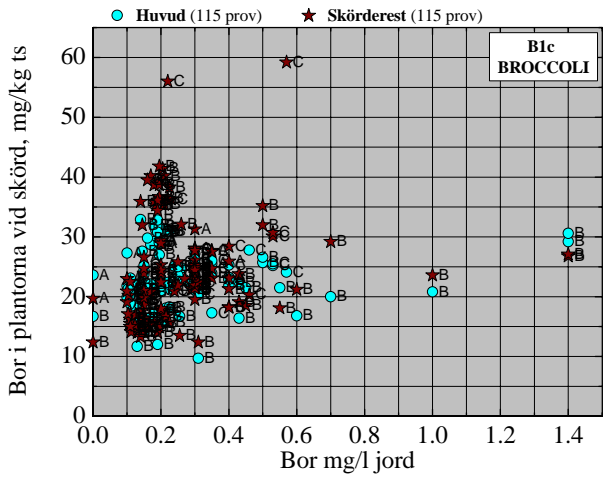
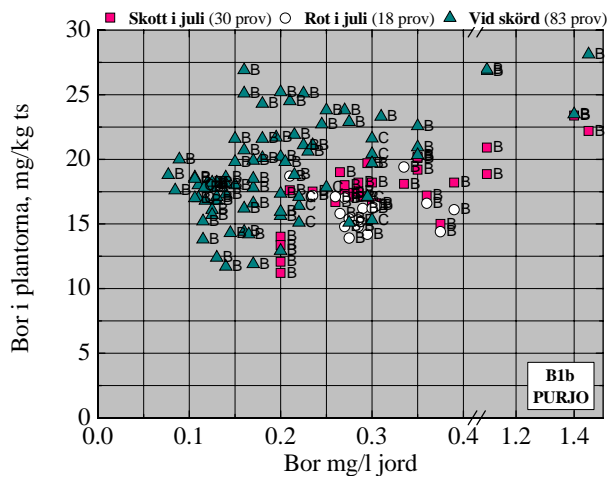
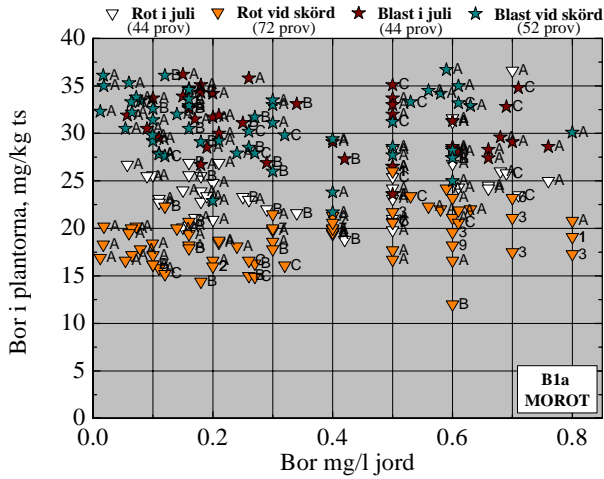
## Kinakål

Bor i jorden varierar mellan 0,14–0,47 mg/l och det är en tendens till att B i plantorna i juli ökar med stigande B i jorden (Fig. B1e). Det är en viss tendens till ökad plantvikt med stigande B i jorden (Fig. B2e). Det är en tendens till ökad skörd med stigande B i plantorna i juli och i skörderesten (Fig. B3e).

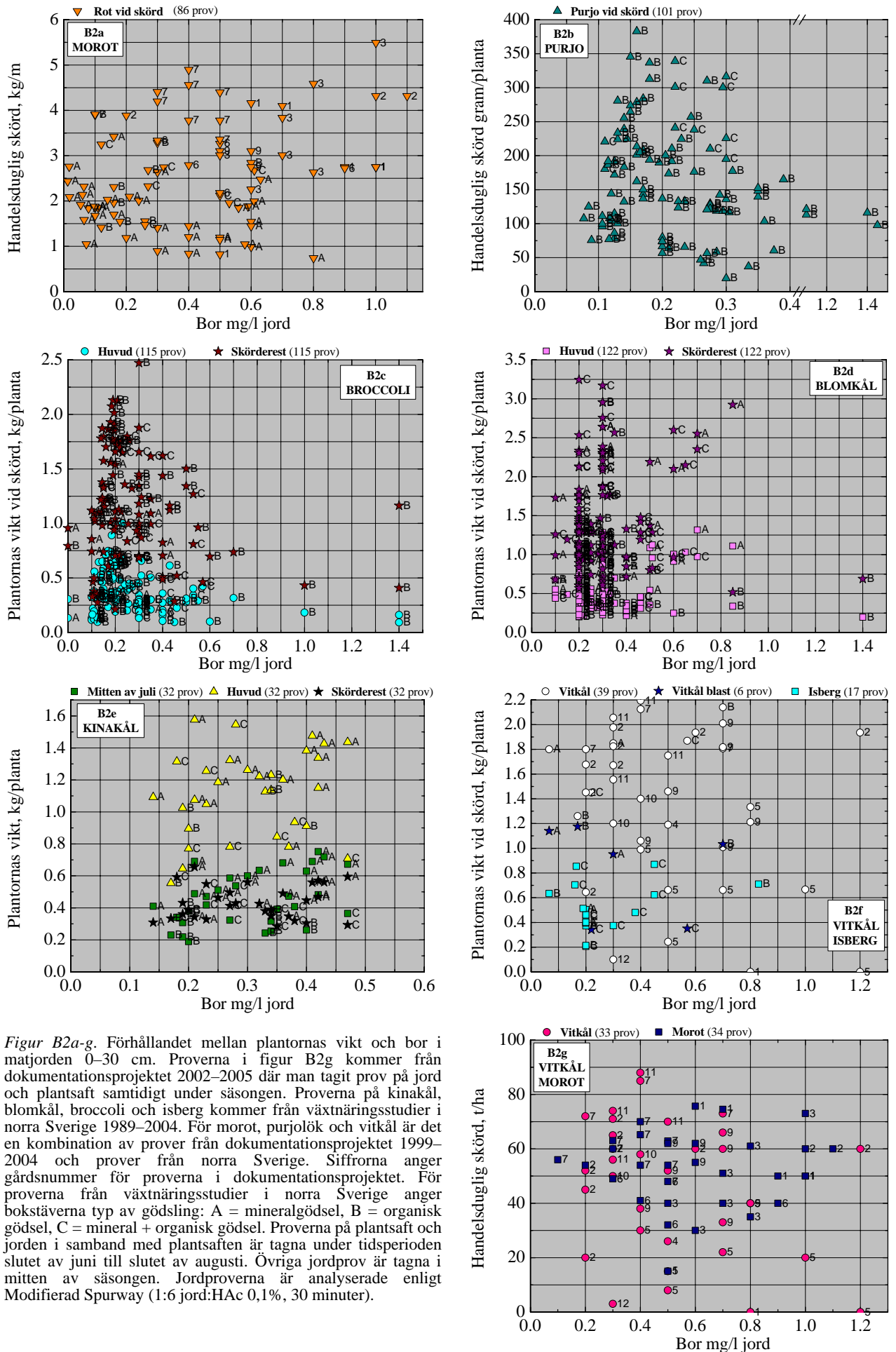
## Isbergssallad

Sambandet mellan B i plantorna och B i jorden är svagt (Fig. B1f). Det är en tendens till ökad skörd med stigande B i jorden (Fig. B2f) men sambandet mellan skörden och B i plantorna är svagt (Fig. B3f).

# BOR

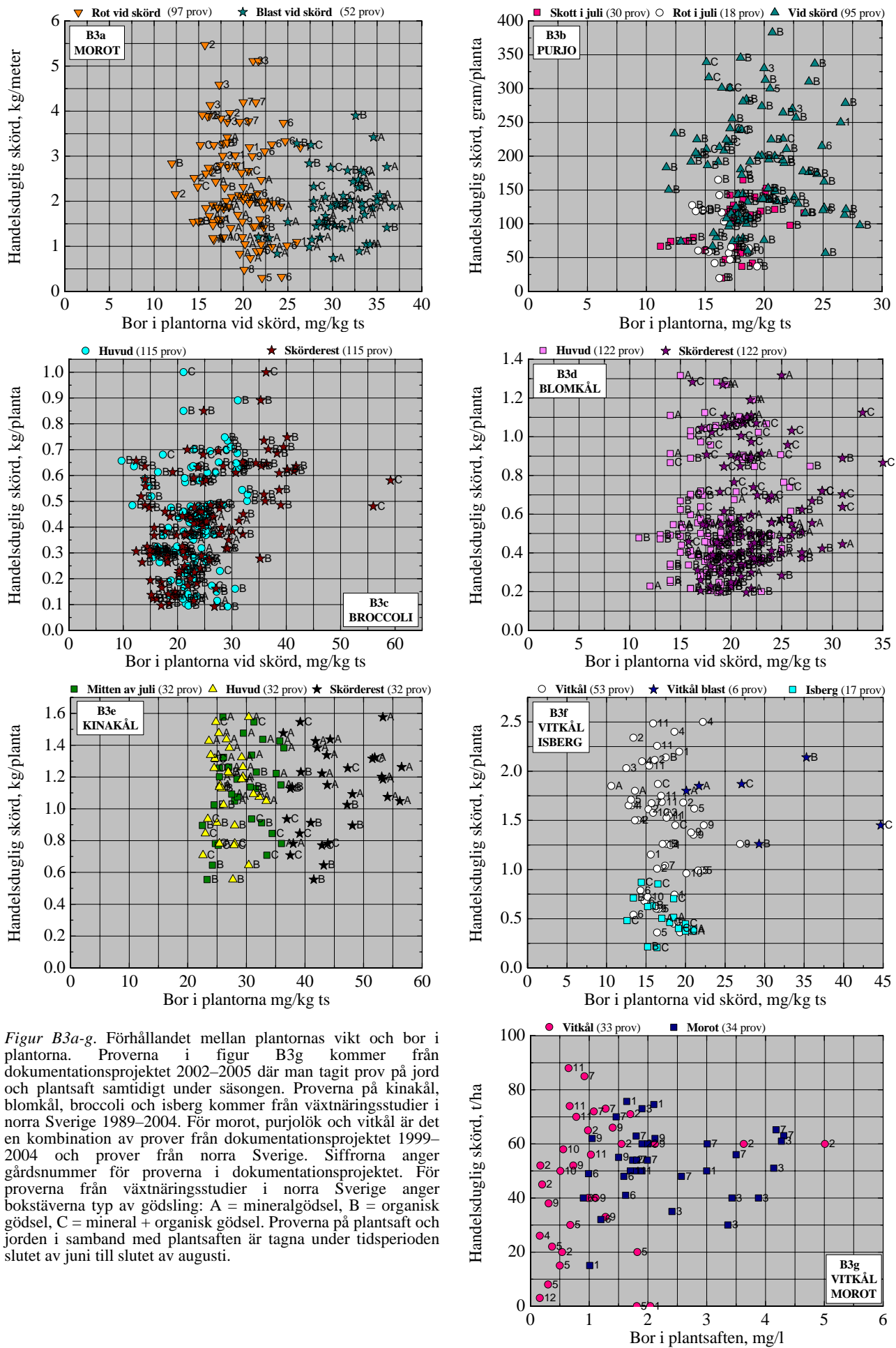


Figur Bla-g. Förhållandet mellan bor i plantorna och bor i matjorden 0–30 cm. Proverna i figur B1g kommer från dokumentationsprojektet 2002–2005 där man tagit prov på jord och plantsaft samtidigt under säsongen. Proverna på kinakål, blomkål, broccoli och isberg kommer från växtnäringssstudier i norra Sverige 1989–2004. För moröt, purjolök och vitkål är det en kombination av prover från dokumentationsprojektet 1999–2004 och prover från norra Sverige. Siffrorna anger gårdsnummer för proverna i dokumentationsprojektet. För proverna från växtnäringssstudier i norra Sverige anger bokstäverna typ av gödsling: A = mineralgödsel, B = organisk gödsel, C = mineral + organisk gödsel. Proverna på plantsaft och jorden i samband med plantsaften är tagna under tidsperioden slutet av juni till slutet av september. Övriga jordprov är tagna i mitten av säsongen. Jordproverna är analyserade enligt Modifierad Spurway (1:6 jord:HAc 0,1%, 30 minuter).



Figur B2a-g. Förhållandet mellan plantornas vikt och bor i matjorden 0–30 cm. Proverna i figur B2g kommer från dokumentationsprojektet 2002–2005 där man tagit prov på jord och plantsaft samtidigt under säsongen. Proverna på kinakål, blomkål, broccoli och isberg kommer från växt-näringsstudier i norra Sverige 1989–2004. För morot, purjolök och vitkål är det en kombination av prover från dokumentationsprojektet 1999–2004 och prover från norra Sverige. Siffrorna anger gårdsnummer för proverna i dokumentationsprojektet. För proverna från växt-näringsstudier i norra Sverige anger bokstäverna typ av gödning: A = mineralgödning, B = organisk gödning, C = mineral + organisk gödning. Proverna på plantsaft och jorden i samband med plantsaften är tagna under tidsperioden slutet av juni till slutet av augusti. Övriga jordprov är tagna i mitten av säsongen. Jordproverna är analyserade enligt Modifierad Spurway (1:6 jord:HAc 0,1%, 30 minuter).

# BOR

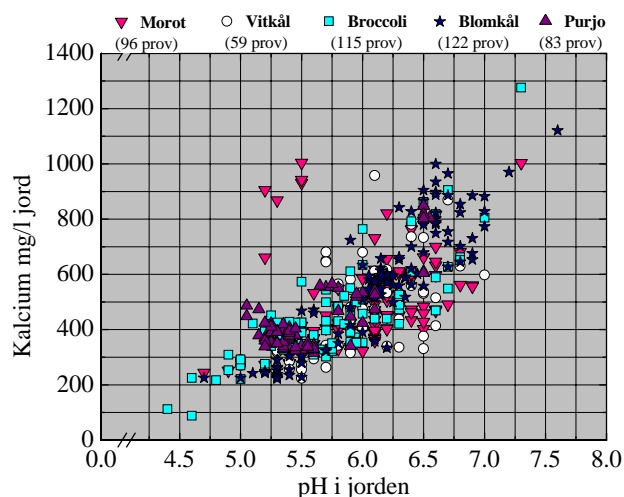


Figur B3a-g. Förhållandet mellan plantornas vikt och bor i plantorna. Proverna i figur B3g kommer från dokumentationsprojektet 2002–2005 där man tagit prov på jord och plantsaft samtidigt under säsongen. Proverna på kinakål, blomkål, broccoli och isberg kommer från växtnäringssstudier i norra Sverige 1989–2004. För morot, purjolök och vitkål är det en kombination av prover från dokumentationsprojektet 1999–2004 och prover från norra Sverige. Siffrorna anger gårdsnummer för proverna i dokumentationsprojektet. För proverna från växtnäringssstudier i norra Sverige anger bokstäverna typ av gödsling: A = mineralgödsel, B = organisk gödsel, C = mineral + organisk gödsel. Proverna på plantsaft och jorden i samband med plantsaften är tagna under tidsperioden slutet av juni till slutet av augusti.

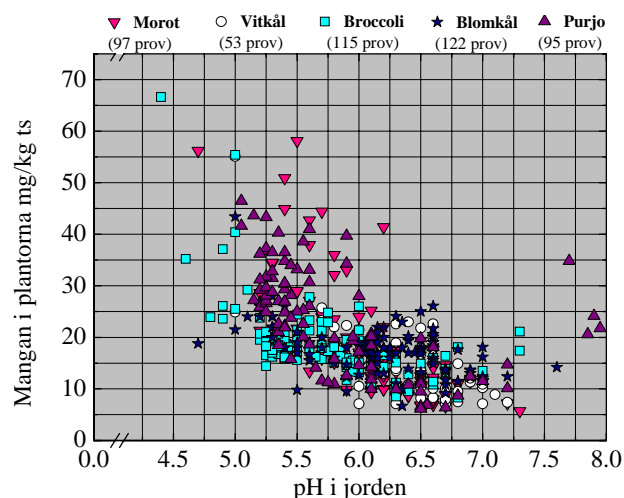


## pH

Jordens pH-värde hänger väldigt nära ihop med innehållet av kalcium i jorden (Fig. pH1). De kraftigast avvikande morotsproverna kommer från mulljordar. Höga och låga skördar förekommer i hela pH-området 5,0–7,0 (Fig. pH2). Ett viktigt skäl att inte hålla för höga pH-värden är risken för brist på många mikronäringsämnen (Magnusson, 2000). Uptaget av mangan i plantorna försämras snabbt med stigande pH (Fig. pH3). Gränsen för allvarlig manganbrist går vid 10–20 mg/kg ts i plantorna för de flesta växtslag, oftast är det positivt med halter i plantorna upp till 50–100 mg/kg ts (Tab. 9–14, s 14–15). I jämförelse med värdena i tabellerna är det genomgående låga manganhalter i våra prover. I konventionell odling motverkas negativa effekter av höga pH-värden genom användandet av försurande gödselmedel och man har större möjligheter att lösa



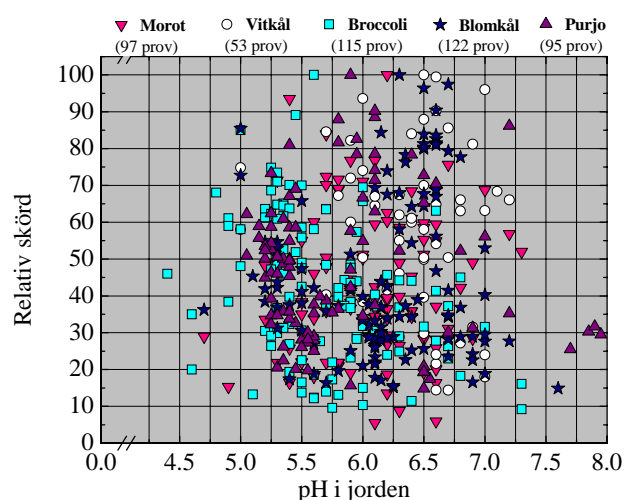
Figur Ph1. Förhållandet mellan pH i jorden och kalcium i jorden. Jordproverna är analyserade enligt Modifierad Spurway (1:6 jord:HAc 0,1%, 30 minuter).



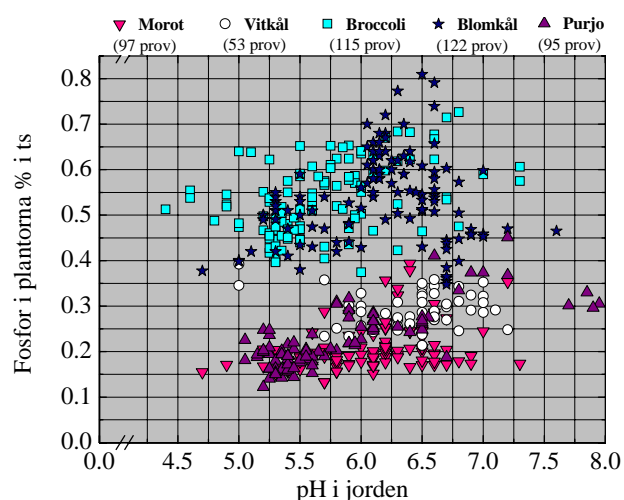
Figur Ph3. Förhållandet mellan pH i jorden och innehållet av mangan i plantorna vid skörd.

problem med fastlagda mikronäringsämnen med bladgödsling jämfört med i ekologisk odling. Effekten av jordens pH på fosforinnehållet i plantorna är svagt (Fig. pH4). För purjolök kan man se en trend med ökat fosforinnehåll med stigande pH upp till drygt 7, men den trenden är inte kopplad till skörden (Fig. pH2). I blomkål finns de högsta fosforvärden kring pH 6,5, men de ligger över optimum på 0,4–0,6 % i ts (Tab. 14, s15).

Det är lätt att höja pH-värdet, men mycket svårt att sänka det, särskilt i ekologisk odling. Därför är det viktigt att inte kalka slentrianmässigt utan göra en noggrann bedömning av behovet. För ekologisk grönsaksodling är ett pH på 5,5–6,5 lämpligt. Farhågor att kvävefixeringen försämras för vissa baljväxter kan vara ett skäl att inte låta pH-värdet sjunka för långt under 6,0. Fungerar odlingen bra vid 5,5 finns ingen anledning att höja pH.



Figur Ph2. Förhållandet mellan pH i jorden och relativ skörd för 5 olika grödor. Den högsta skörden för respektive växtslag har satts till 100.



Figur Ph4. Förhållandet mellan pH i jorden och innehållet av fosfor i plantorna vid skörd.

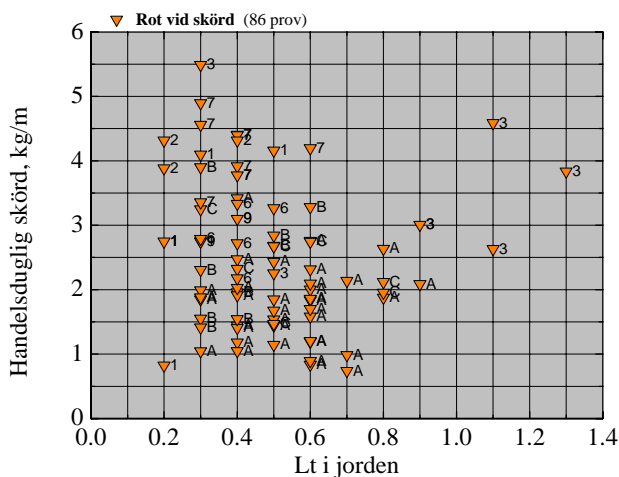
## Ledningstal, Lt

Det man oftast kallar ledningstal i jorden betyder egentligen markvätskans förmåga att leda elektrisk ström. Ju större mängd upplösta salter markvätskan innehåller, desto bättre leder den ström och desto högre blir också Lt-värdet. Ledningstalet mäts i en blandning av 10 ml jord + 90 ml vatten och är enhetslöst. (När man mäter direkt i lösningar som t.ex. näringslösningar/gödselblandningar använder man begreppet elektrisk konduktivitet som har enheten mS/cm). I odlingsjordar påverkas ledningstalet främst av nitrat, sulfat och klorid. I en välgödslad jord förväntar man sig att nitrat dominerar och därför räknar man oftast med att ledningstalet i stort sett avspeglar kvävetillgången i jorden. Om ledningstalet är högt i förhållande till

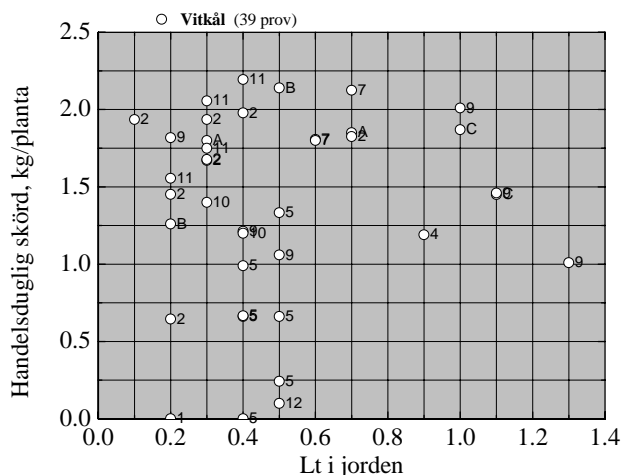
innehållet av nitratkväve beror det främst på höga halter av klorid och svavel.

En ökning av vattnets salthalt ökar det osmotiska trycket i markvätskan, och växterna får svårare att ta upp vatten. Generellt anses inte ledningstal upp till ca 3 innebära några problem för normalt känsliga växter.

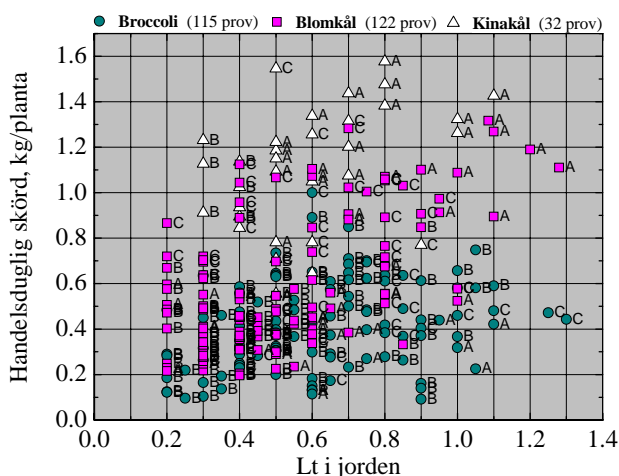
I figurerna Lt1–4 nedan har skörden plottats mot ledningstalet i jorden. Ledningstalet har varierat mellan 0,2–1,3. För broccoli, blomkål och kinakål är det ett klart positivt förhållande mellan skörd och ledningstal, särskilt för blomkål och kinakål (Fig. Lt3). För morot (Fig. Lt1), vitkål (Fig. Lt2) och purjolök (Fig. Lt4) är relationen oklar.



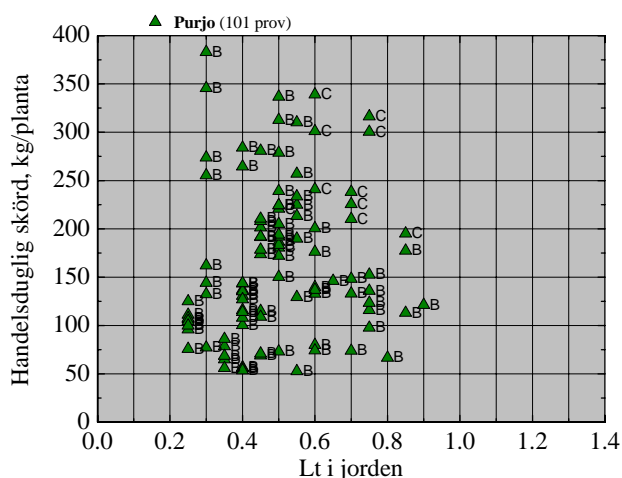
Figur Lt1. Förhållandet mellan ledningstalet i jorden och handelsduglig skörd av morötter. Siffrorna anger gårdsnummer för proverna i dokumentationsprojektet (34 prov). För proverna från växtnäringstudier i norra Sverige anger bokstäverna typ av gödsling (52 prov): A = mineralgödsel, B = organisk gödsel, C = mineral + organisk gödsel.



Figur Lt2. Förhållandet mellan ledningstalet i jorden och handelsduglig skörd av vitkål. Siffrorna anger gårdsnummer för proverna i dokumentationsprojektet (33 prov). För proverna från växtnäringstudier i norra Sverige anger bokstäverna typ av gödsling (6 prov): A = mineralgödsel, B = organisk gödsel, C = mineral + organisk gödsel.



Figur Lt3. Förhållandet mellan ledningstalet i jorden och handelsduglig skörd av broccoli, blomkål och kinakål. Alla proverna är från växtnäringstudier i norra Sverige och bokstäverna anger typ av gödsling: A = mineralgödsel, B = organisk gödsel, C = mineral + organisk gödsel.



Figur Lt4. Förhållandet mellan ledningstalet i jorden och handelsduglig skörd av purjolök. Alla proverna är från växtnäringstudier i norra Sverige och bokstäverna anger typ av gödsling: A = mineralgödsel, B = organisk gödsel, C = mineral + organisk gödsel.

Förhållandet mellan ledningstal och skörd liknar ganska mycket förhållandet mellan kväve i jorden och skörd för respektive gröda (Fig. N2a–f, s 19).

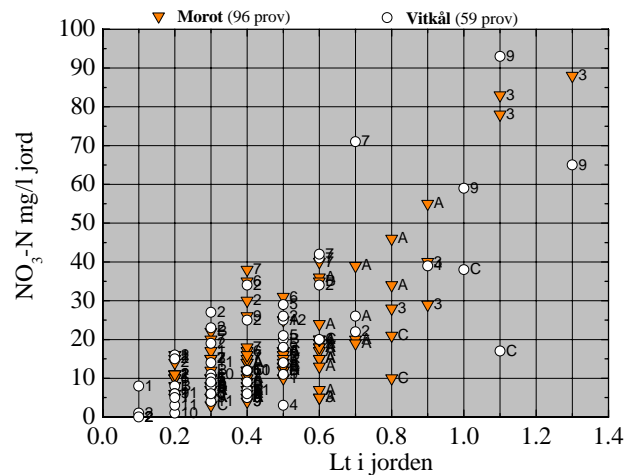
I figur Lt5 har nitratkvävet i jorden plottats mot ledningstalet i jorden för morot och vitkål. Det finns en tydlig relation mellan högt Lt och högt nitratkväve men spridningen i nitratkväve vid samma Lt är stor, särskilt vid låga Lt. De prov som avviker kraftigt kan antas ha höga halter av klorid och/eller svavel.

Lägger man ihop nitratkväve, svavel och klorid i jorden och plottar mot Lt blir det ett betydligt tydligare samband (Fig. Lt6). Eftersom det är antalet joner i lösning som avgör ledningsförmågan, inte deras vikt, skulle man få ett ännu bättre samband om

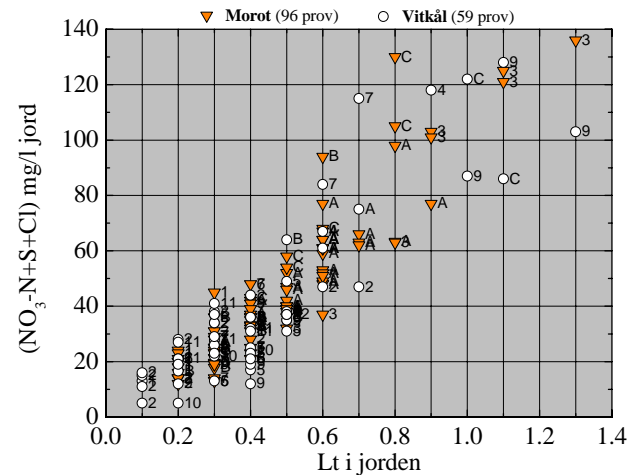
man tar hänsyn till det. Kloridjonen har störst effekt på ledningstalet i förhållande till vikten och sulfatjonen minst.

Samma relationer återfinns för broccoli, blomkål och kinakål (Fig. Lt7–8). Avvikande prover i figur Lt7 som har beteckning B eller C har oftast höga kloridhalter i jorden som kommer från marktäckning med grönmassa.

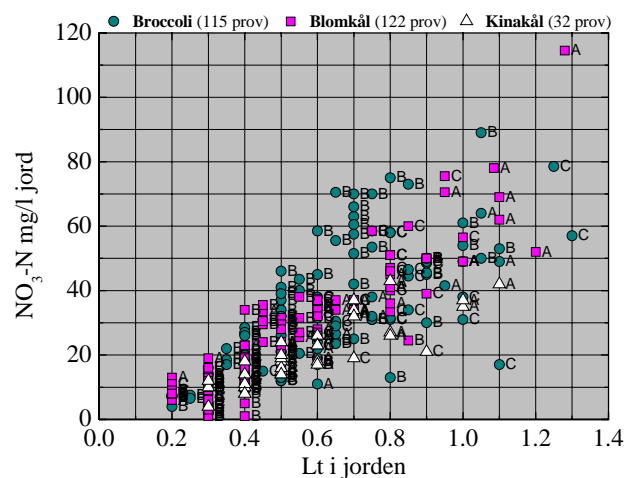
För kvävetillgången har även ammoniumkvävet betydelse. Ammoniumkväve kan ha en större betydelse i ekologisk odling än i konventionell eftersom kväve i organisk form omvandlas till ammonium först och sedan till nitrat. De flesta växter tar upp ammoniumkväve före nitratkväve (Marschner, 1995). Dock visar de flesta studier att



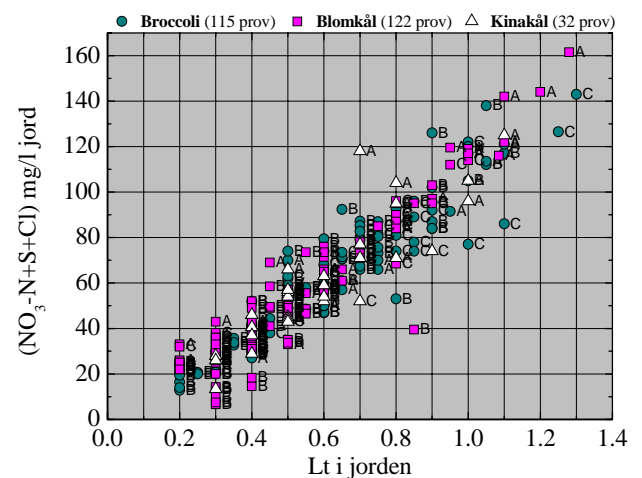
Figur Lt5. Förhållandet mellan ledningstalet i jorden och nitratkväve i jorden. Siffrorna anger gårdsnummer för proverna i dokumentationsprojektet (44 prov). För proverna från växtnäringstudier i norra Sverige anger bokstäverna typ av gödsling (52 prov): A = mineralgödsel, B = organisk gödsel, C = mineral + organisk gödsel.



Figur Lt6. Förhållandet mellan ledningstalet i jorden och summan av nitratkväve, svavel och klorid i jorden. Siffrorna anger gårdsnummer för proverna i dokumentationsprojektet (44 prov). För proverna från växtnäringstudier i norra Sverige anger bokstäverna typ av gödsling (52 prov): A = mineralgödsel, B = organisk gödsel, C = mineral + organisk gödsel.



Figur Lt7. Förhållandet mellan ledningstalet i jorden och nitratkväve i jorden. Alla proverna är från växtnäringstudier i norra Sverige och bokstäverna anger typ av gödsling: A = mineralgödsel, B = organisk gödsel, C = mineral + organisk gödsel.



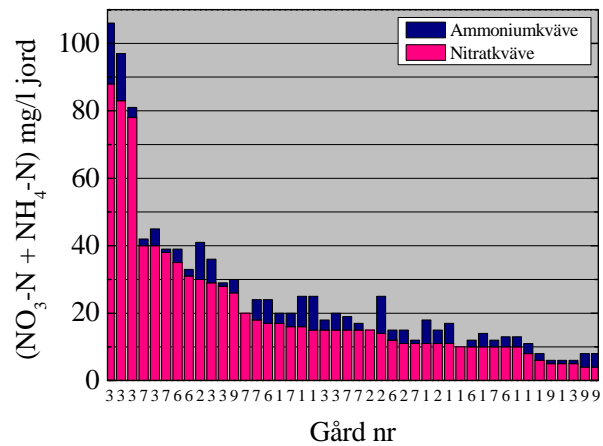
Figur Lt8. Förhållandet mellan ledningstalet i jorden och summan av nitratkväve, svavel och klorid i jorden. Alla proverna är från växtnäringstudier i norra Sverige och bokstäverna anger typ av gödsling: A = mineralgödsel, B = organisk gödsel, C = mineral + organisk gödsel.

## Lt

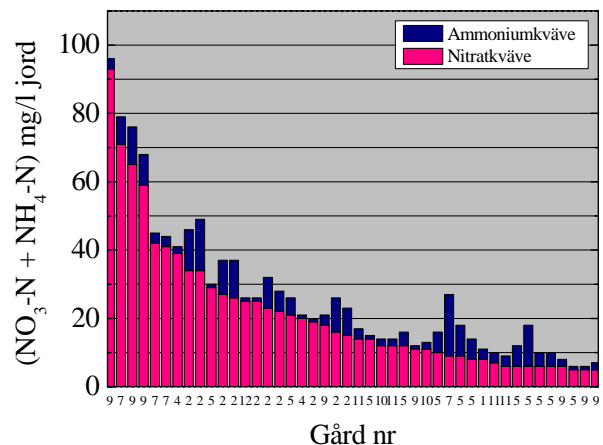
för stor andel av kvävet som ammonium får negativa effekter, var gränsen går varierar för olika växtslag. I den typen av studier har man arbetat med rena näringslösningar vilket knappast motsvarar förhållandena i jorden där mineraliseringen av organiskt kväve sker kontinuerligt samtidigt som det tas upp av växterna.

Vanligen ligger ammoniumkvävet på halter mellan 0–10 mg/l jord. Figur Lt9–10 visar att ammoniumkvävet ibland kan utgöra en betydande andel av totala kvävet i de ekologiska odlingar som studerats. Mycket höga halter ammoniumkväve kan vara ett tecken på syrebrist i jorden.

Sammanfattningsvis är det inte motiverat med särskilt höga ledningstal i ekologisk odling. Kvävetillgången bedömer man bättre genom att titta på värdena för kväve på analysen. Lt mellan 0,5–1,0 bör vara fullt tillräckligt för morötter, för vitkål kan det behöva ligga något högre, på ca 0,5–1,5.



Figur Lt9. Nitratkväve och ammoniumkväve i morotsjordar i Dokumentationsprojektet. Totalt 44 provtagningar under perioden juni–september, 2002–2005. Jordproverna är analyserade enligt Modifierad Spurway (1:6 jord:HAc 0,1%, 30 minuter).



Figur Lt10. Nitratkväve och ammoniumkväve i vitkålsjordar i Dokumentationsprojektet. Totalt 53 provtagningar under perioden juni–september, 2002–2005. Jordproverna är analyserade enligt Modifierad Spurway (1:6 jord:HAc 0,1%, 30 minuter).

## Plantsaft - tidpunkt och gödsling

Denna typ av plantsaftanalys är utarbetad hos AB LMI, Helsingborg. Den används idag främst inom konventionell trädgårds- och potatisodling. Analyserna är då ofta underlag för beslut om tillskottsgödsling under säsongen. Analysresultaten presenteras i grafikform och förutom halter är balansen mellan olika näringsämnen viktig vid avgörandet för olika åtgärder. Höga värden för ett näringsämne kan ha samband med att plantan lider brist på ett annat ämne. Analyserna ger bättre beslutsunderlag efter upprepade prover under några år, då odlaren och laboratoriet sett vilka värden som passar just för de gårdsspecifika förutsättningarna. Enligt LMI är precisionen för plantsaftanalysen högre jämfört med ts-analyser genom att det optimala värdet är smalare och stabilare under säsongen. LMI anser i princip att det inte borde vara någon skillnad i idealvärden mellan konventionell och ekologisk odling. Vid utvärdering av analyser på laboratoriet finns för de större grödorna inlagda en variation av halterna i tiden i dataprogrammet som gör grafiken.

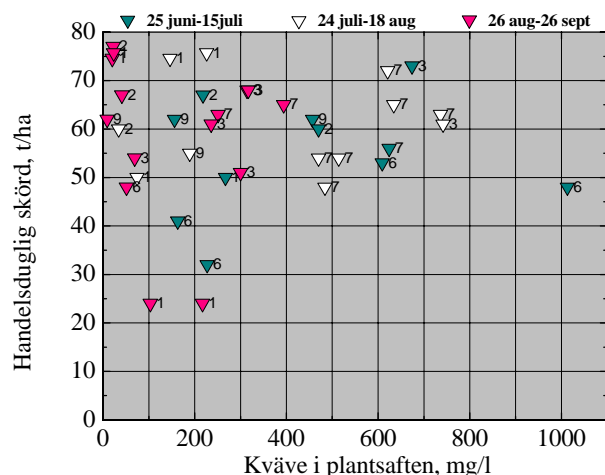
För både morot och vitkål från Dokumentationsprojektet har proverna här indelats i tre olika grupper för att se hur provtagningstidpunkten och eventuell gödsling inverkar.

### Morot (Fig. M1–M5)

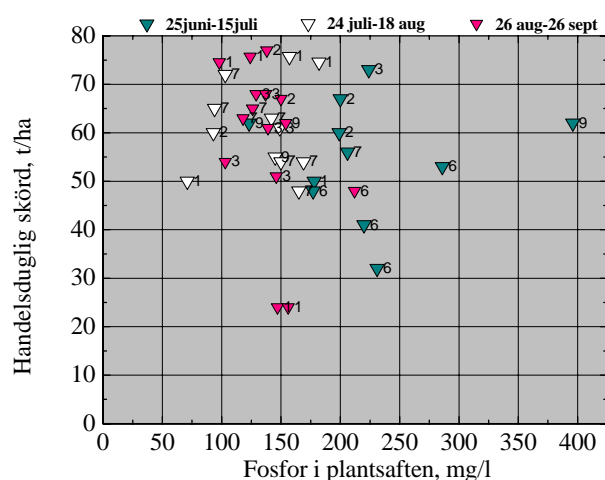
Det är en tendens till att kvävehalterna i plantsaften från den senaste delen av säsongen är lägre än i de prov som tagits tidigare under säsongen (Fig. M1). LMI har angett ungefärligt börvärde i början av säsongen på 320 mg/l och senare från september 200 mg/l. För god tillgång till kväve och därmed höga halter i plantsaften kan resultera i för höga halter av nitrat i morötterna. Plantsaftanalysen används t.ex. av konventionella odlare av morötter till barnmat för att styra att halterna av nitrat inte blir för höga i morötterna.

De tidigaste proverna uppvisar något högre halter av fosfor i plantsaften än de senare omgångarna (Fig. M2). Flertalet av de tidigare proverna har fosforhalter i plantsaften över LMI:s börvärde på 150 mg/l medan flertalet av de senare proverna är under börvärdet. Möjligen kan en tendens till lägre skörd skönjas vid högre halt i plantsaften.

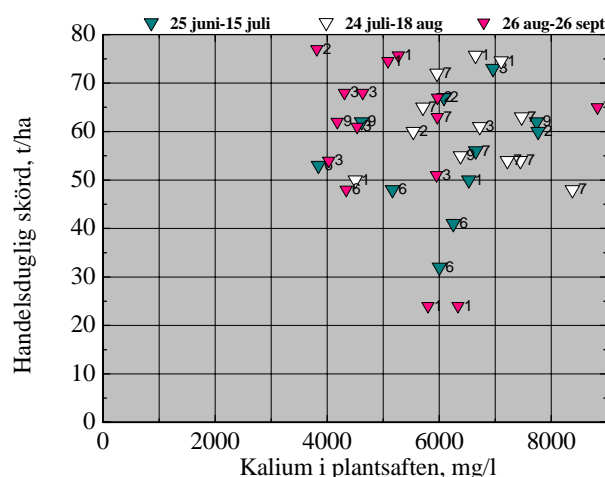
Det är en viss tendens att kaliumhalterna i plantsaften från den senaste delen av säsongen är lägre än i de prov som tagits tidigare under säsongen (Fig. M3). Nästan alla tidiga prover är över LMI:s börvärde på 5000 mg/l medan en del av de senare proverna är under börvärdet.



Figur M1. Förhållandet mellan kväve i plantsaften vid olika tidpunkter och skörden för morötter i 38 prov från Dokumentationsprojektet 2002–2005. Siffrorna anger gårdsnummer.



Figur M2. Förhållandet mellan fosfor i plantsaften vid olika tidpunkter och skörden för morötter i 38 prov från Dokumentationsprojektet 2002–2005. Siffrorna anger gårdsnummer.



Figur M3. Förhållandet mellan kalium i plantsaften vid olika tidpunkter och skörden för morötter i 38 prov från Dokumentationsprojektet 2002–2005. Siffrorna anger gårdsnummer.

Det är en viss tendens att halterna av kalcium i plantsaften från den senaste delen av säsongen är högre än i de prov som tagits tidigare under säsongen (Fig M4). Det är enbart prover tagna vid den sena tidpunkten som är över LMI:s börvärde på 2500 mg/l.

Det är en tydlig tendens till att halterna av natrium i plantsaften från den senaste delen av säsongen är högre än i de prov som tagits tidigare under säsongen (Fig M5). De flesta tidiga prover är under LMI:s börvärde på 600 mg/l.

### Vitkål (Fig. V1–V7)

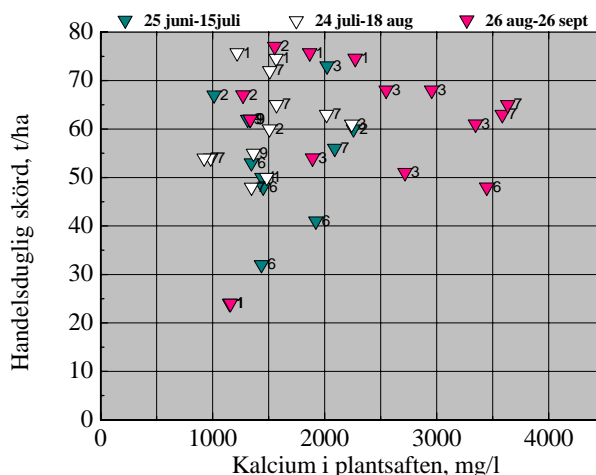
Tidig provtagning = 24 juni–16 juli

Sen provtagning = 4 augusti–3 oktober

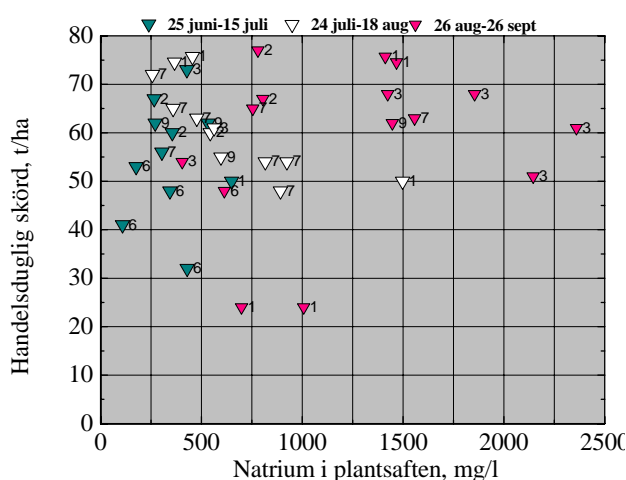
Bland de prov som inte fått någon tillskottsgödsling efter provtagningen verkar det vara ett tydligt samband att högre kvävehalter i plantsaften har givit högre skörd både i tidiga och senare prover (Fig. V1). Detta är det tydligaste positiva sambandet mellan skörd och plantsaftanalys bland de ämnen vi diskuterar i detta avsnitt. De prov som vid den tidiga provtagningen hade låga kvävehalter har efter en tillskottsgödsling fått en bra skörd (beteckning: tidig provt.–tillsk.gödsling). Vid den senare provtagningen 4 augusti–3 oktober visar flera prov mycket låga värden. Under 2003 gjordes extra studier av Ernst Witter SLU på några av gårdarna (Ögren & Rölin, 2003). Då framkom att brist på kväve i början av säsongen var skördebegränsande i vitkål.

De högsta halterna av fosfor i plantsaften återfinns bland de prover som togs i juni–juli utan ytterligare gödsling (Fig. V2). För övrigt är det inte någon större skillnad i halter mellan olika provtagningstidpunkter. Endast tre prover överstiger LMI:s börvärde på 250 mg/l. De högsta halterna återfinns i prover med sämre skörd och kommer alla från samma gård. Den sämre skörden kan kopplas till låga kvävevärden i plantsaften (Fig. V1). Det finns ingen tendens till ökad skörd med stigande fosforhalt i plantsaften, snarare tvärtom. Med tanke på tidigare resonemang om fosfor kan riktvärdet vara väl högt.

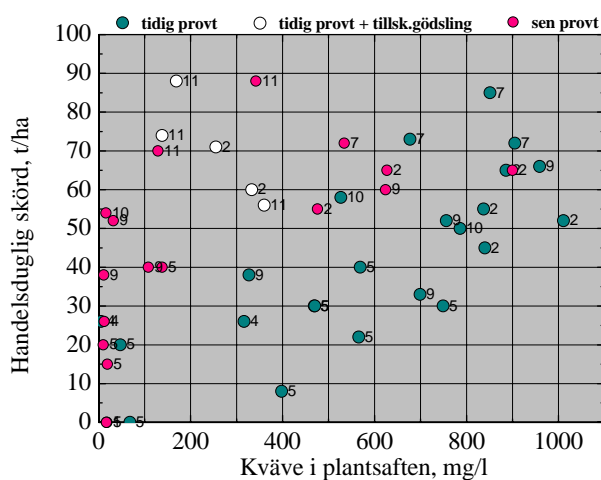
Det verkar finnas ett samband mellan ökad skörd och stigande halter av kalium i plantsaften i de tidigt tagna proverna (Fig. V3). Till skillnad från kväve har de prover som gödslats under säsongen inte sämre kaliumhalt vid den tidiga provtagningen före tillskottsgödsling. De högsta skördarna har tagits vid kaliumhalter i plantsaften som inte avviker alltför mycket från LMI:s börvärde på 3200 mg/l.



Figur M4. Förhållandet mellan kalcium i plantsaften vid olika tidpunkter och skörden för morötter i 38 prov från Dokumentationsprojektet 2002–2005. Siffrorna anger gårdsnummer.



Figur M5. Förhållandet mellan natrium i plantsaften vid olika tidpunkter och skörden för morötter i 38 prov från Dokumentationsprojektet 2002–2005. Siffrorna anger gårdsnummer.



Figur V1. Förhållandet mellan kväve i plantsaften vid olika tidpunkter och skörden för vitkål i 45 prov från Dokumentationsprojektet 2002–2005. Siffrorna anger gårdsnummer.

högsta kaliumhalterna i plantsaften återfinns bland tidiga prover.

De högsta svavelhalterna återfinns i de sena proverna (Fig. V4). Ökad halt har ett positivt samband med skörden även ganska långt över LMI:s börvärde på 900 mg/l. I flera fall kan svavel ha varit en skördebegränsande faktor.

Alla prover utom ett har kalciumhalter i plantsaften över LMI:s börvärde på 2600 mg/l (Fig. V5). De flesta prover har halter mellan ca 4000–6000 mg/l. Störst variation är det i de sena proverna.

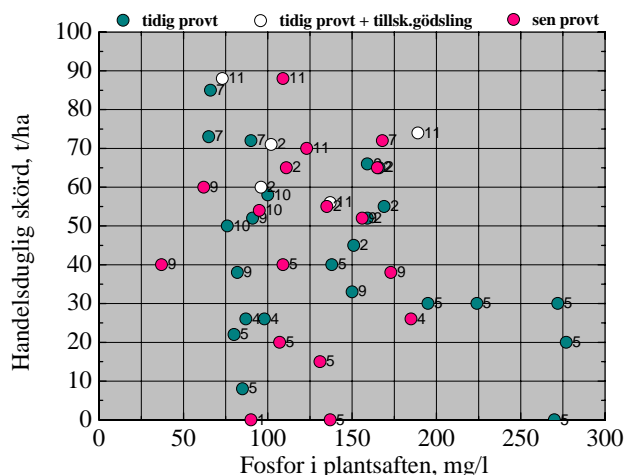
Det är inte någon tydlig skillnad i halterna av mangan i plantsaften vid olika tidpunkter (Fig. V6). Intressant att notera i diagrammet är att de prov som har värden under ca 2 mg/l har haft lägre skörd än de som haft högre halter. LMI:s börvärde på 2,7 mg/l ser här ut att vara mycket relevant. Plantsaftanalys kan vara ett intressant verktyg för odlaren att uppmärksamma brist under säsongen som kan åtgärdas med bladgödsling.

För de tidiga proverna är det en tydlig tendens till ökad skörd med ökande bor i plantsaften upp till mellan 1,0–1,5 mg/l vilket sammanfaller väl med LMI:s börvärde på 1,3 mg/l (Fig. V7). En stor andel av proverna ligger under börvärdet. Det är större spridning för bor i plantsaften i de sena proverna än i de tidigare.

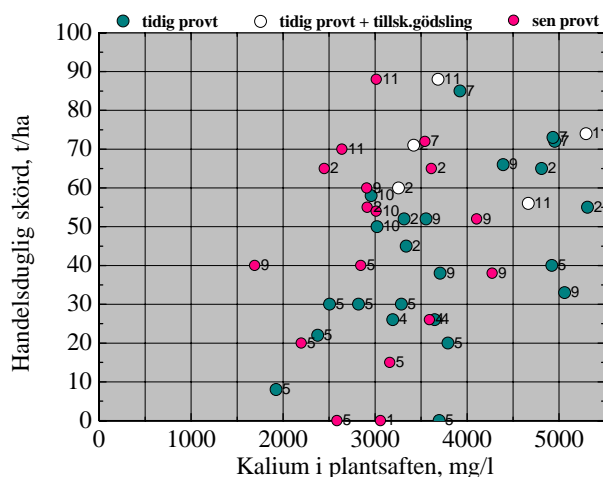
Plantsaften visar enligt LMI tillståndet i växten under en kort tid, ungefär 2 v bakåt i tiden och 1 v framåt i tiden. Rekommendationen är oftast att man samtidigt tar ett Spurway-prov som ger vägledning även längre fram i tiden. Höga och låga värden i plantsaften behöver inte vara kopplade till innehållet i jorden. Förmåga att ta upp näringsämnen kan störas av t.ex. brist på vatten eller andra brister i odlingsförutsättningarna. Därför är det viktigt att känna till förutsättningarna vid tolkning av en analys, och innan ett eventuellt beslut om tillskottsgödsling tas.

### Andra växtsaftanalyser

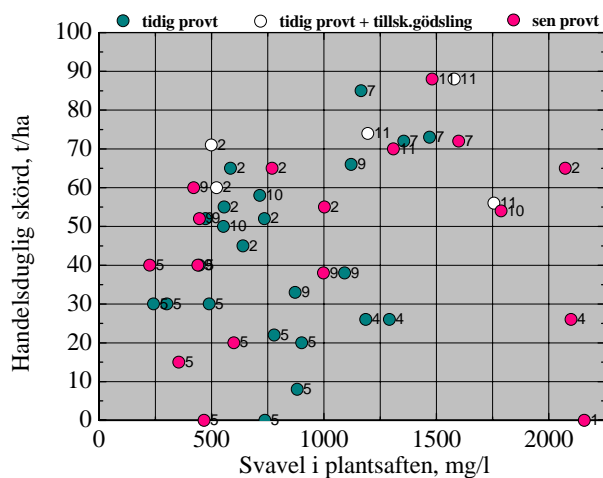
En typ av växtsaftanalys är användning av nitratstickor som mäter nitrathalten i växtsaften. Den kan användas i fält. Nitratstickan som ändrar färg kan läsas av i ett speciellt instrument (Nitratecheck reflektometer). Metoden har visat goda korrelationer med laboratoriemetod (Carlsson et. al., 1996). Under 80-talet och framåt gjordes en hel del arbeten för att ta reda på olika halter under säsongen. I Sverige gjorde Harry Linnér stora arbeten och presenterade bl.a. börvärden som än idag används av potatisrådgivare (Svensson, 1991; Svensson &



Figur V2. Förhållandet mellan fosfor i plantsaften vid olika tidpunkter och skörden för vitkål i 45 prov från Dokumentationsprojektet 2002–2005. Siffrorna anger gårdsnummer.

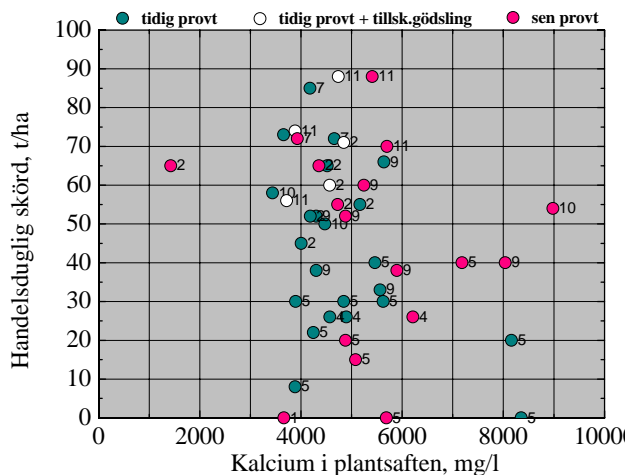


Figur V3. Förhållandet mellan kalium i plantsaften vid olika tidpunkter och skörden för vitkål i 45 prov från Dokumentationsprojektet 2002–2005. Siffrorna anger gårdsnummer.

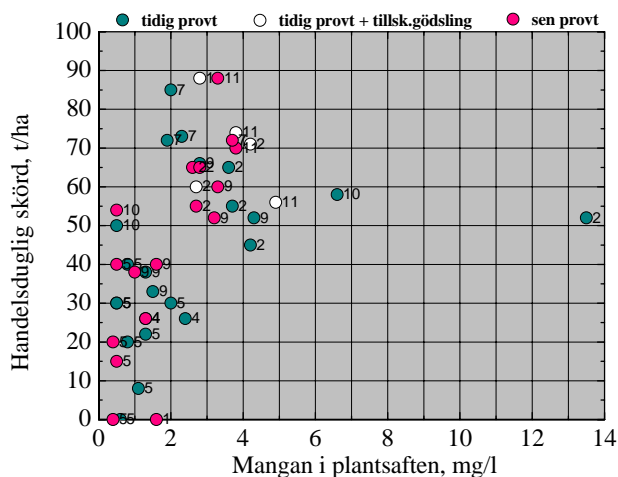


Figur V4. Förhållandet mellan svavel i plantsaften vid olika tidpunkter och skörden för vitkål i 45 prov från Dokumentationsprojektet 2002–2005. Siffrorna anger gårdsnummer.

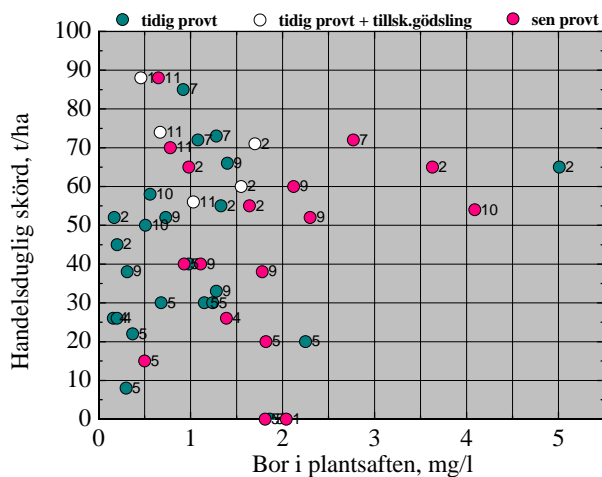
Linnér, 1992). Börvärden för kväve är högt i början av säsongen och avtar under säsongen. Många undersökningar i potatis har visat att nitrathalten i bladskafte är en känslig indikator för grödans kväveförsörjning. Starka samband mellan nitrathalten i bladskafte under växtperioden och knölskorde har redovisats. (Carlsson et. al., 1996). Vid mätning med nitratstickan i potatis tas växtsaft från de yngsta fullt utvecklade bladen. I plantsaftanalysen (LMI) tas prov på bladskafte i det äldsta aktiva bladet.



Figur V5. Förhållandet mellan kalcium i plantsaften vid olika tidpunkter och skörde för vitkål i 45 prov från Dokumentationsprojektet 2002–2005. Siffrorna anger gårdsnummer.



Figur V6. Förhållandet mellan mangan i plantsaften vid olika tidpunkter och skörde för vitkål i 45 prov från Dokumentationsprojektet 2002–2005. Siffrorna anger gårdsnummer.



Figur V7. Förhållandet mellan bor i plantsaften vid olika tidpunkter och skörde för vitkål i 45 prov från Dokumentationsprojektet 2002–2005. Siffrorna anger gårdsnummer.



## Relation mellan Spurway- och Al-metoden

I dokumentationsprojektet gjordes endast några få gånger markkarterings och Spurwayanalys på samma jordprov, däremot togs ofta markkarteringsanalys vår eller höst på samma fält som Spurway-analyser gjordes under säsongen. I figur 1–6 har jämförelser mellan de två analysmetoderna gjorts där proverna delats in i tre grupper:

”Samma prov” = båda analyserna har utförts på samma jordprov (5 prov).

”Olika tid (samma g) = proverna är tagna vid olika tillfällen under säsongen för respektive analys, men ingen gödsling har gjorts däremellan (16 prov).

”Olika tid (olika g) = proverna är tagna vid olika tillfällen under säsongen för respektive analys, och jorden har gödslats däremellan (14 prov). I 12 av dessa prov är Al tagen på våren och Spurway under sommaren. Medan vid 2 prov på gård 11 är Al tagen på hösten och Spurway under sommaren.

För att räkna om värdena från de båda analysmetoderna till samma enhet behöver man veta volymvikten. Om den är 1 kan Al-värdena multipliceras med 10 för att få mg/l. För mulljordar blir omräkningsfaktorn lägre.

### pH

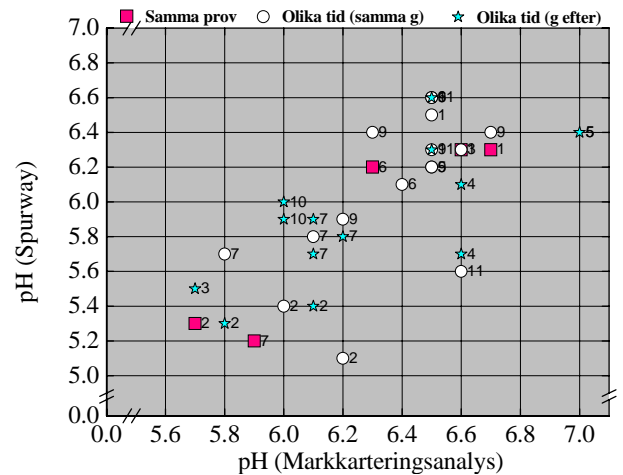
Tendensen för pH (Fig. 1) är att pH värdena i Spurway-proven är något lägre än i markkarteringsanalysen. Eftersom Markkarteringsanalysen oftast görs vår eller höst medan Spurway tas under säsongen är den skillnaden väntad. Det är normalt att pH varierar och det brukar vara lägre under växtsäsongen än vår och höst. Mellan en halv och en enhet är inte ovanligt. I de 5 prov som tagits samtidigt är pH-värdet i Spurway också lägre än i markkarteringsanalysen. Det kan vara motiverat att sätta börvärdet för pH i Spurway under säsong lägre än för markkarteringsanalyser.

### Fosfor

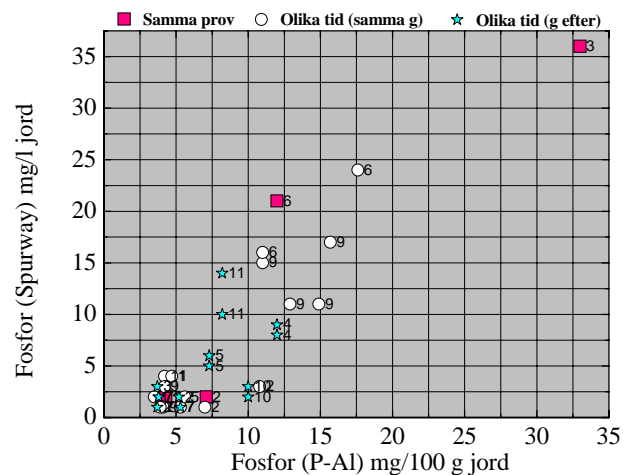
Värdena för fosfor i Spurway-proven tenderar att öka vid ökad P-Al (Fig.2). Med tanke på målsättning att minska uppgödsling av fosfor verkar dagens riktvärden i uppgödsad jord från analyslaboratorierna för Spurway ligga onödigt högt (Analycen 30–60 mg P/l och LMI 30–70 mg/l). Vid ett det föreslagna riktvärdet för morötter på 1–10 mg/l och 2–15 mg/l för vitkål har motsvarande markkarteringsanalyser varierat mellan 4–16 mg P/l.

### Kalium

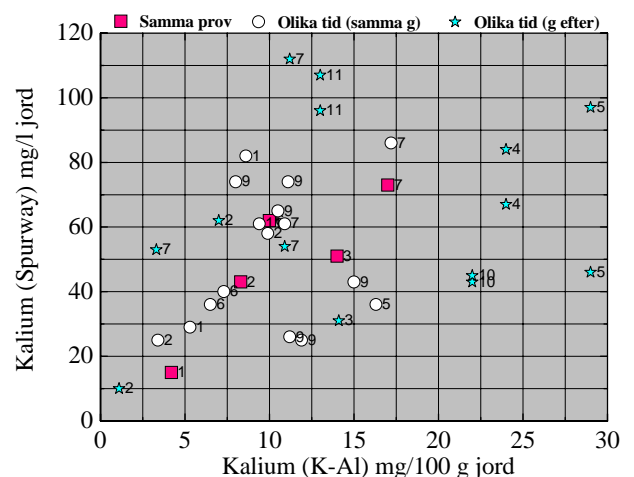
För de fem jämförbara proverna är sambandet tydligt (Fig. 3). För övriga prov är bilden spretig vilket är naturligt eftersom kalium i jorden ändras kraftigt



Figur 1. Förhållandet mellan pH i jorden analyserat enligt Modifierad Spurway respektive Markkarteringsanalys i 35 prover på vitkåls och morotsjordar i Dokumentationsprojektet 2002–2005. Siffrorna anger gårdsnummer.



Figur 2. Förhållandet mellan fosfor i jorden analyserat enligt Modifierad Spurway respektive Al-analys i 35 prover på vitkåls och morotsjordar i Dokumentationsprojektet 2002–2005. Siffrorna anger gårdsnummer.



Figur 3. Förhållandet mellan kalium i jorden analyserat enligt Modifierad Spurway respektive Al-analys i 35 prover på vitkåls och morotsjordar i Dokumentationsprojektet 2002–2005. Siffrorna anger gårdsnummer.

både med gödsling och med grödornas upptag under säsongen. Proverna kommer från jordar med K-Al på 4–16 (klass II–III). Vissa av de prover som gödslats mellan Al- och Spurway-proverna har höga värden i Al men förhållandevis låga i Spurway. Gård 4,5,10 som ligger högre i Al än i Spurway är alla lerjordar, [kan det vara att Al tar fram förhållandevis med ur lerjorden än Spurway?](#) Nuvarande riktvärden för Spurway är (Analycen 65–150 mg K/l och LMI 120–140 mg/l). Föreslaget riktvärde är 40–100 mg/l.

### Magnesium

För Mg är det ett klart samband mellan Spurway och Mg-Al (Fig. 4). För Al analysen är riktvärdet 4–10 mg/100g beroende på jordart. Den lägre siffran är nedre gräns för jordar med låga och den högre är nedre gräns för jordar med höga lerhalter. Riktvärde i Spurway är (Analycen 30–50 mg/l och LMI 70–90 mg/l) och ingen skillnad anges beroende på jordart. Istället anges olika riktvärden för olika grödor. Ett riktvärde på 20–60 mg/l motsvarar 4–10 mg/100g. Då grönsaker odlas på jordar med lägre lerhalter bör nog den övre gränsen vara lägre, och vi föreslår 20–50 mg/l.

### Kalcium

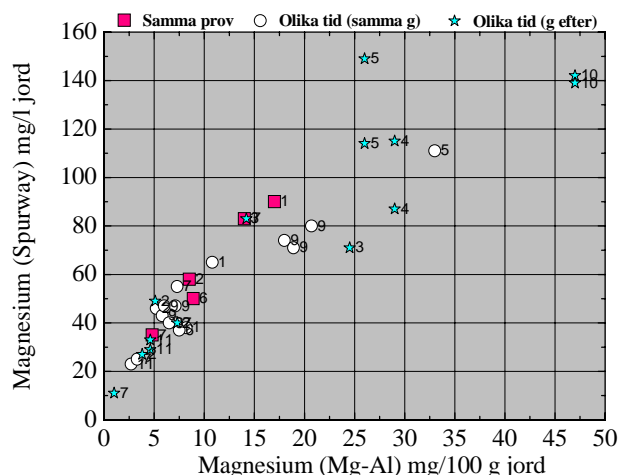
Det är ett klart samband mellan Ca-Al och Ca i Spurway (Fig. 5). Dagens riktvärden från laboratorierna för Ca i Spurway är (Analycen 500–1000 mg/l och LMI 800–1000 mg/l). Vid ett sänkt riktvärde till 400–800 mg Ca/l motsvarar detta Ca-Al på mellan 100–300 mg/100g jord.

Enligt riktlinjer för gödsling och kalkning 2006 (Jordbruksverket, 2005) är brist på kalcium i jorden ovanlig. Störst risk för brist är på mulljord och lätta jordar. Som känsliga grödor nämns vallbaljväxter och potatis. Båda dessa grödor är vanliga i ekologiska grönsaksväxtföljder. Med tanke på att förebygga rostfläckighet i potatis för känsliga sorter anges ett riktvärde på 100 mg/100g jord.

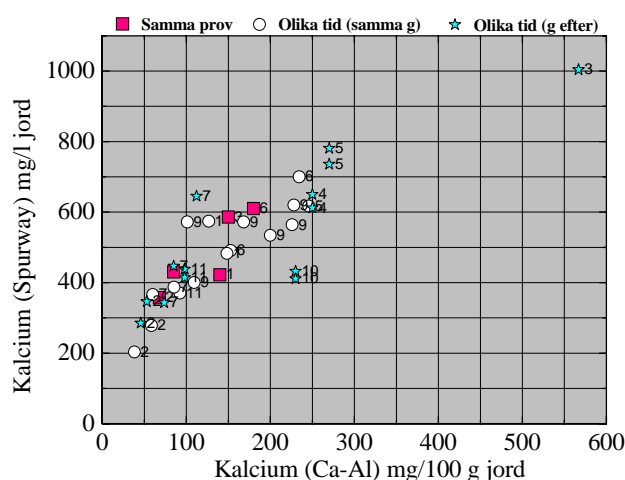
### Bor

Det är en tendens till något lägre värden i Spurway för de fem jämförbara proverna (Fig. 6). I flera av jämförelserna är det gödslat med bor mellan markkarteringsprovet och Spurway-provet. Trots detta ser det ut att värdet i Spurway i flertalet fall något lägre än i markkarteringen.

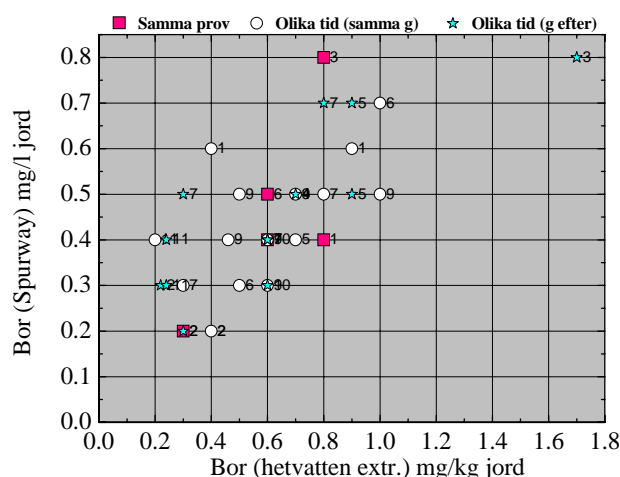
För borkrävande lantbruksgrödor varierar gränsvärden i markkartering mellan olika jordtyper. Sandjord 0,5, lerig jord 0,6–0,7 och lerjordar 0,8–1,0 mg B/kg. Riktvärden för Spurway är idag (Analycen 0,5–1 mg/l och LMI 1,2–1,6 mg/l). Vårt förslag är 0,5–1,5 mg/l.



Figur 4. Förhållandet mellan magnesium i jorden analyserat enligt Modifierad Spurway respektive Al-analys i 35 prover på vitkåls och morotsjordar i Dokumentationsprojektet 2002–2005. Siffrorna anger gårdsnummer.



Figur 5. Förhållandet mellan kalcium i jorden analyserat enligt Modifierad Spurway respektive Al-analys i 35 prover på vitkåls och morotsjordar i Dokumentationsprojektet 2002–2005. Siffrorna anger gårdsnummer.



Figur 6. Förhållandet mellan bor i jorden analyserat enligt Modifierad Spurway respektive extraktion med hetvatten i 35 prover på vitkåls och morotsjordar i Dokumentationsprojektet 2002–2005. Siffrorna anger gårdsnummer.

## Litteratur

- Barber S.A (1995) Soil nutrient bioavailability: A mechanistic approach. 2nd Ed. New York: John Wiley & Sons Inc.
- Bergmann W (1992) Nutritional disorders of plants - development, visual and analytical diagnosis. Jena: Fisher Verlag.
- Bergmann W & Neubert P (1976). Pflanzendiagnose und Pflanzenanalyse. Jena: VEB Gustav Fisher.
- Bertilsson G, Rosenqvist H & Mattsson L (2005). Fosforgödsling och odlingsekonomi med perspektiv på miljömål. Naturvårdsverket, Rapport 5518, 60 s.
- Carlsson H., Larsson K., Linnér H (1996). Växtnäringsstyrning i potatis. Avdelningsmeddelande SLU, Institutionen för markvetenskap, avd. för lantbrukets hydroteknik nr 3.
- Cooke G.E (1972). Fertilizing for maximum yield. London: Crosby Lockwood and Son Ltd.
- Dell B & Huang L (1997). Physiological response of plants to low boron. In Boron in soils and plants: Reviews, ed. Dell B, Brown P.H pp. 103–120. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Geraldson C.M, Klacan G.R & Lorenz O.A (1973) Plant analysis as an aid in fertilizing vegetable crops. In Soil testing and plant analysis, ed. Walsh L.M & Beaton J.D, pp. 365–379. Madison: Soil Sci. Soc. America.
- Ghiorse W.C (1988) The biology of manganese transforming microorganisms in soil. In Manganese in soils and plants, ed. Graham R.D, Hannam R.J & Uren N.C, pp. 75–85. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Graham R.D & Webb M.J (1991). Micronutrients and disease resistance and tolerance in plants. In Micronutrients in agriculture. 2nd ed, ed. Morvedt J.J, Cox F.R, Shuman L.M & Welch R.M, pp. 329–370. Madison: SSSA Book Series No.4.
- Hossner L.R, Freeouf J.A & Folsom B.L (1973) Solution phosphorus concentration and growth of rice (*Oryza sativa* L.) in flooded soils. Proc Soil Sci Soc Am 37, 405–408.
- Hässelby-Skälby Trädgårdslaboratorium (1979). Riktvärden för blomster- och grönsakskulturer samt frilandsjord.
- Jonsson I (1987). Gödsling av frilandsodlade grönsaker. ODL 21, Lantbruksstyrelsen, Jönköping.
- Jordbruksverket (2005). Riktlinjer för gödsling och kalkning 2006. Rapport 2005:21.
- Karlsson N (1955) Om kemisk analys av trädgårdsjord. Statens Lantbrukskemiska Kontrollanstalt. Sthlm. Medd. 16, 18-24.
- Karlsson N (1960). Om undersökning av trädgårdsjord. Statens Lantbrukskemiska Kontrollanstalt. Sthlm. Medd. 21, 19-46.
- Karlsson N (1963). Standardisering av jordanalysmetoder för trädgårdsodling. N.J.F. Supplement 8. Del I, 103-108.
- Karlsson N (1964). Metodik för undersökning av trädgårdsjord. Statens Lantbrukskemiska Kontrollanstalt. Sthlm. SLK-MI-7.
- Karlsson N (1968). Undersökning av trädgårdsjord, utvärdering av analysresultaten och åtgärder, metoder för analysens utnyttjande. Statens Lantbrukskemiska Laboratorium, Uppsala. Medd. 32, 1-27.
- Klougart A (1953). Jordens frugtbarhed. Udgivet ved Udenrigsministeriets foranstaltning. Teknisk bistand under Marshallplanen. Köpenhamn.
- Livsmedelsverket (1986). Livsmedelstabeller. Liber Tryck AB, Stockholm.
- Livsmedelsverket (2002). Livsmedelstabell, energi och näringsämnen. Levanders Grafiska AB, Kalmar.
- Lundsten T (1951) Simplex-Jordanalyse. Gartner Tidende 67, 32:347-349.
- Marschner H (1995). Mineral nutrition of higher plants, 2nd ed. San Diego CA: Academic Press.
- Magnusson M (2000). Soil pH and nutrient uptake in cauliflower (*Brassica oleracea* L. var. botrytis) and broccoli (*Brassica oleracea* L. var. italica) in northern Sweden. Multielement studies by means of plant and soil analyses. Acta Universitatis Agriculturae Sueciae. Agraria 220, Umeå. 564 s.
- Magnusson M (2002a). Mineral fertilizers and green mulch in Chinese cabbage (*Brassica pekinensis* [Lour.] Rupr.): effect on nutrient uptake, yield and internal tipburn. Acta Agric. Scand., Sect. B, Soil and Plant Sci. 52, 25–35.
- Magnusson M (2002b). Manganbrist smyger sig på. Fakta Trädgård 3. SLU, Uppsala.
- Magnusson M & Rölin Å (2005). Soil and plant analyses in organic vegetable production - evaluation of grower's use of analyses in a documentation project. In "Fertilisation strategies for improved use of plant nutrients in potato and field vegetable production" NJF-seminarium Malmö 12–13 oktober 2005. NJF:s website <http://www.njf.nu/>
- Magnusson M, Rölin Å & Ögren E (2005). Samband mellan odlingsförutsättningar, växtnärning och skörderesultat i ekologisk grönsaksodling. Utvärdering av en serie dokumentationsprojekt genomförda i ekologiska grönsaksodlingar i mellansverige 1999–2004. Hushållningssällskapet Värmland, 46 s.
- Moraghan J.T & Mascagni H.J (1991). Environmental and soil factors affecting micronutrient deficiencies and toxicities. In

- Micronutrients in agriculture. 2nd ed, ed. Mortvedt J.J, Cox F.R, Shuman L.M & Welch R.M, pp. 371–425. Madison: SSSA Book Series No.4.
- Mengel K & Kirkby E.A (1987). Principles of plant nutrition. 4th ed. Bern: International Potash Institute.
- Mills H.A & Jones J B (1996). Plant analysis handbook II. A practical sampling, preparation, analysis and interpretation guide. Athens: Micro-Macro Publishing Inc.
- Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. (2000). Fertiliser recommendations for Agricultural and Horticultural Crops (RB209) 7:e upplagan.
- Månsson L (1958). Gödsling av Köks- & Prydnadsväxter. Generell vägledning för tolkning av driftsanalys. Odlarinformation från F:a Lennart Månsson, Hälsingborg.
- Neyroud J-A & Lischer P (2003). Do different methods used to estimate soil phosphorus availability across Europe give comparable results? *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 166, 422-431.
- Piggott T.J (1986). Vegetable crops. In *Plant analysis. An interpretation manual*, ed. Reuter D.J & Robinson J.B, pp. 148–187. Melbourne: Inkata Press.
- Shorrocks V.M (1997). The occurrence and correction of boron deficiency. In *Boron in soils and plants: Reviews*, ed. Dell B, Brown P.H & Bell R.W, pp. 121–148. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Spurway C H & Lawton K (1949). Soil testing. A practical system of soil fertility diagnosis. *Techn. Bull.* 132, Michigan State College, East Lansing, 30 p.
- Svensson E (1991). Fortsatta försök med växtanalys. Fabrikspotatiskommitten, sammandrag från 1991 års försök, 6-8.
- Svensson E & Linnér Harry (1992). Växtanalysförsök 1992. Fabrikspotatiskommitten, sammandrag från 1992 års försök, 6-8.
- Vahtras K & Johansson P O (1979). Undersökning av trädgårdsjordarnas näringstillstånd. *Laborationskompendium i Marklära*, SLU, Uppsala.
- Varo P, Lähelmä O, Nuurtamo M, Saari E & Koivistoinen P (1980). Mineral element composition of finnish food. VII. Potatoe, Vegetables, Fruits, Berries, Nuts and Mushrooms. *Acta Agric Scand Suppl* 22, 89–113.
- Warman P R & Havard K A (1997). Yield, vitamin and mineral contents of organically and conventionally grown carrots and cabbage. *Agric. Ecosyst. Environ.* 61, pp 155-162.
- Wikesjö K (1962). Växtnäringsproblem vid köksväxtodling under glas och på friland. *Växtnärings-Nytt* 18, 4:22-31.
- Wikesjö K (1964). Gödsling av köksväxter vid fältmässig odling *Växtnärings-Nytt* 20, 3:17-22.
- Wikesjö K/Jonsson I (1970/1980). Information betr. Jordanalyser och gödsling till köksväxtkulturer på friland. *ODL* 48, Lantbruksnämnden i Malmöhus län. 1:a utgåvan 1970, omarbetad 1980.
- Wiklander L (1976). *Marklära*. Lantbrukshögskolan, Uppsala.
- Ögren E (1999). Växtnäringsberäkningar och växtnäringsutnyttjande i ekologisk grönsaksodling på friland - ett dokumentationsprojekt under år 1999. Länsstyrelsen i Västmanlands län, 40 s.
- Ögren E (2000). Växtnäringsberäkningar och växtnäringsutnyttjande i ekologisk grönsaksodling på friland - ett dokumentationsprojekt under år 2000. Länsstyrelsen i Västmanlands län, 54 s.
- Ögren E & Rölin Å (2001). Växtnäringsberäkningar och växtnärings-utnyttjande i ekologisk grönsaksodling på friland – ett dokumentationsprojekt genomfört under 2001 i Västmanland, Sörmland, Värmland, Västra Götaland och Örebro län samt sammanfattning av projektperioden 1999–2001. Länsstyrelsen i Västmanlands län, 92 s.
- Ögren E & Rölin Å (2002). Faktorer som ökar odlingssäkerheten och växtnäringsutnyttjandet för ekologisk grönsaksodling sett ur ett helhetsperspektiv – ett dokumentationsprojekt under 2002. Länsstyrelsen i Västmanlands län, 80 s.
- Ögren E & Rölin Å (2003). Faktorer som ökar odlingssäkerheten och växtnäringsutnyttjandet för ekologisk grönsaksodling sett ur ett helhetsperspektiv – ett dokumentationsprojekt under 2003. Länsstyrelsen i Västmanlands län, 123 s.
- Ögren E & Rölin Å (2004). Faktorer som ökar odlingssäkerheten och växtnäringsutnyttjandet för ekologisk grönsaksodling sett ur ett helhetsperspektiv – ett dokumentationsprojekt under 2004. Länsstyrelsen i Västmanlands län, 72 s.
- Ögren E, Rölin Å & Magnusson M (2005). Utvärdering av dokumentationsprojekt i ekologisk grönsaksodling 1999–2005. Åtta odlares tankar kring växtnärings. Länsstyrelsen i Västmanlands län, 92 s.
- Ögren E & Rölin Å (2006). Ökad odlingssäkerhet i ekologisk grönsaksodling på friland med fokus på växtnäringsutnyttjande – fördjupning inom markstruktur och morotsbladloppa år 2006. Länsstyrelsen i Västmanlands län.

#### **Personlig kommunikation**

Ingemar Månsson, AB LMI, Helsingborg  
 Björn Gustavsson, Lantmännen Analycen AB, Kristiansstad  
 Irene Mattisson, Livsmedelsverket