

# På jakt efter den perfekta moroten

Lägesrapport 2007-06-30

Lars Kjellenberg  
Biodynamiska Forskningsinstitutet  
Skilleby, 153 91 Järna

Fakulteten för landskapsplanering, trädgård och jordbruk  
Sveriges Lantbruksuniversitet 230 53 Alnarp

# Innehåll

Bakgrund .....	3
Stöd och hjälp.....	3
Hypotes.....	3
Syfte .....	3
Uppläggnig .....	3
Begrepp .....	3
Värderingar.....	4
Analysmetoder .....	4
Kulturåtgärder .....	4
Omfattning .....	4
Genomförande och preliminära resultat.....	4
Litteraturstudier .....	4
Smaktester .....	5
Sensoriska egenskaper och ekologisk odling.....	6
Bearbetning av resultat från tidigare fältförsök.....	7
Samband mellan egenskaper .....	7
Multivariat analys.....	8
Undersökningar av morötter och potatis odlad på olika platser i Sverige .....	9
Jämförelse av samma morotssort odlad på olika gårdar runt om i Norden.....	12
Upprepad provtagning på olika gårdar .....	14
Fältförsök .....	15
Inverkan av gödselslag .....	16
Inverkan av gödselmängd.....	18
Inverkan av de biodynamiska preparaten.....	19
Lagringsstudier och försök med mjölksyrning.....	21
Diskussion .....	23
Litteratur.....	25

## Bakgrund

Projektet ”Jakten på den perfekta moroten” försöker identifiera såväl begreppsmässiga, metodiska som tekniska hinder till förverkligandet av en god kvalitet på de biodynamiska morötter som når konsumenten. Projektet påbörjades år 2004. Sedan hösten 2005 genomförs delar av projektet som ett doktorsarbete vid Sveriges Lantbruksuniversitet. Denna rapport beskriver projektets status den siste juni 2007.

## Stöd och hjälp

Projektet har gjorts möjligt genom ekonomiskt stöd från Ekhagastiftelsen i Stockholm, Fakulteten för landskapsplanering, trädgård och jordbruk, SLU Alnarp, Software-stiftung i Darmstadt, Gyllenbergsstiftelsen i Helsingfors, Stiftelsen Biodynamiska Produkter i Järna, Nordisk Forskningsring för biodynamisk odling samt från Stiftelsen Biodynamiska Forskningsinstitutet. I det dagliga arbetet har många personer på olika sätt bidragit till arbetet i projektet. Speciellt viktigt har insatserna från Per Henriksen, Karl- Erik Gustafsson samt handledarna Eva Johansson och Marie Olsson varit. Ett varmt tack riktas här till alla som på olika sätt stött och hjälpt till i projektet!

## Hypotes

Sensorisk och kemisk analys är viktiga verktyg för att beskriva morötters egenskaper. Önskvärda egenskaper hos morötterna går att säkra med hjälp av ökad kunskap, anpassade kulturåtgärder samt ett väl fungerande samarbete mellan forskare och odlare.

## Syfte

- Att finna och testa metoder för att fastställa egenskaperna hos morötter
- Att studera betydelsen av naturgivna faktorer samt olika kulturåtgärder för egenskaperna hos morot
- Att bidra till en kvalitetssäkring av ekologiskt/biodynamiskt odlade grödor
- Att beskriva hur odlare utformat samspelet mellan odlingsåtgärder och naturgivna faktorer
- Att med resultaten från den föregående odlingssäsongen som grund tillsammans med odlaren formulera en strategi som syftar till förbättrade egenskaper hos morötterna samt att följa upp utfallet av denna strategi
- Att beskriva odlares och konsumenters föreställningar och erfarenheter om ekologiska/biodynamiska morötters egenskaper
- Att medverka till information och att stimulera till samtal om livsmedlens egenskaper

## Uppläggnig

Projektet försöker belysa hur olika faktorer längs morotens väg från ”jord till bord” inverkar på dess egenskaper.

## Begrepp

Den begreppsmässiga beskrivningen av morötternas egenskaper utvecklas med hjälp av litteraturstudier, samtal med andra aktörer samt genom eget utvecklingsarbete. De termer som används för att beskriva begreppen anpassas till målgruppen. Ambitionen är att projektet skall kunna ge bidrag till beskrivningen av kvalitet hos morot som är anpassade till odlare, konsumenter och forskare.

## **Värderingar**

Forskare, odlare och konsumenterna bygger sina föreställningar inte bara på tankemässiga begrepp utan även på mer känslomässiga värderingar. Dessa värderingar fastställs genom intervjuer, enkäter och smaktest

## **Analysmetoder**

Ambitionen med projektet är att belysa sambanden mellan olika typer av analysmetoder. Detta sker främst genom att egenskaperna hos morötter fastställs med olika metoder och att resultaten jämförs med varandra. Några flitigt använda metoder utvärderas mer ingående. Detta gäller till exempel de metoder som ingår i kvalitetsindex enligt Pettersson. Speciell uppmärksamhet riktas på sambandet mellan sensoriska och kemiska metoder

## **Kulturåtgärder**

Med kulturåtgärder menas här alla de ansträngningar människor gör fram till dess moroten konsumeras. Detta omfattar en mängd åtgärder och alla kan inte studeras närmare i detta projekt. Med hjälp av morotsprover odlade på olika gårdar i Norden samt i fältförsök studeras inverkan av plats, årsmån, jord gödsling, sortval, såtid, skördetid, lagring. I viss mån har även vidareförädlingen av morötter tagits med i projektet.

## **Omfattning**

Projektet genomförs numera som ett doktorandarbete vid Sveriges Lantbruksuniversitet. Disputationen är planerad till sensommaren 2009. Arbetet inom projektet har under det senaste året bedrivits inom följande områden:

1. Litteraturstudier
2. Bearbetning av tidigare genomförda fältförsök och analyser
3. Fältförsök
4. Undersökningar av morötter och potatis odlad på olika platser i Sverige
5. Upprepad provtagning på tre gårdar i Syd- och Mellansverige
6. Lagringsstudier och försök med mjölksyrning
7. Jämförelse av samma morotssort odlad på olika gårdar runt om i Norden

En del av arbetet i projektet under tidigare år finns presenterat i två rapporter utlagda på följande länk: [Jakten på den perfekta moroten](#)

## **Genomförande och preliminära resultat**

Det som beskrivs i det följande är till största delen arbetsresultat som kommer att bearbetas ytterligare under projektets gång. Delar av projektet är planerade för publikation i vetenskapliga tidskrifter under år 2007, 2008 och 2009. En publiceringsplan för detta finns presenterad i bilaga 1. Odlare som deltar i projektet har fått löpande ta del av resultaten från produktundersökningarna. Under hösten 2006 och våren 2007 har två seminarier som presenterar projektet anordnats vid SLU, Alnarp.

## **Litteraturstudier**

Under året har en större litteraturgenomgång utförts. Den omfattar gjorda erfarenheter om morotens fysiologi, främst dess sensoriska egenskaper samt av metoder som använts för att undersöka dessa. Dessutom omfattar studien en beskrivning av egenskaperna hos ekologiska morötter samt en skildring av smaksinnets fysiologi och psykologi. Delar av denna studie

publiceras under hösten 2007 som en introduktionsuppsats inom SLU. En mera omfattande, intern version av studien bifogas som bilaga 2 till denna rapport. Här följer ett sammandrag av vissa avsnitt ur studien:

### *Smaktester*

Människans smaksinne har länge använts i vetenskapligt arbete. För att leva upp till ställda vetenskapliga krav behövs förhållandevis omfattande analysrutiner. Några dessa rutiner finns standardiserade i t.ex. ISO 5492, ISO 6564, ISO 8589, ISO 3972, ASTM E-2454, ASTM E-1885. Mera information om standardrutiner finns på [www.ansi.org](http://www.ansi.org), [www.iso.org](http://www.iso.org) och [www.astm.org](http://www.astm.org). Smakinnets fysiologi är sådant att egentligen endast dubbelblind tester torde vara acceptabla.

Sensoriska tester med hjälp av smaken kan vara antingen diskriminerande eller deskriptiva. Diskriminerande tester avgör om det finns någon skillnad i smak mellan två prover. Det sker vanligen genom triangeltest där två av proverna är identiska och det tredje avvikande. Deskriptiva metoder försöker beskriva smaksensationen. Detta kan ske genom preferensbedömning eller genom analytisk bedömning. Preferensbedömningen används för att beskriva konsumenters reaktion på ett livsmedel. Vanligen fastställs ett värde för smakprovet utmed en niogradig skala mellan ändpunkterna tycker mycket om/ tycker mycket illa om.

Den analytiska bedömningen strävar efter att beskriva smaken på ett livsmedel oavsett preferensen hos den som utför smaktestningen. För att kunna göra en analytisk bedömning måste smakpanelen enas om vilka parametrar som skall beskrivas. Även här finns standardiserade termer att använda. Smakpanelen kan även enas om att använda egna termer anpassade till provets natur. Exempel på vanligt använda smaktermer är morotssmak, jordsmak, bismak, sötma, bitterhet, surhet och sälta. För att kalibrera smakupplevelsen kan två metoder användas. Antingen används standardlösningar av aktuella smakämnen. Detta är vanligt om ett fåtal smakkvaliteter skall utvärderas. Eller också provsmakas först det samlade materialet för att ge ett mått på spridningen mellan proverna. Detta är vanligt om den totala smaken av ett livsmedel skall beskrivas.

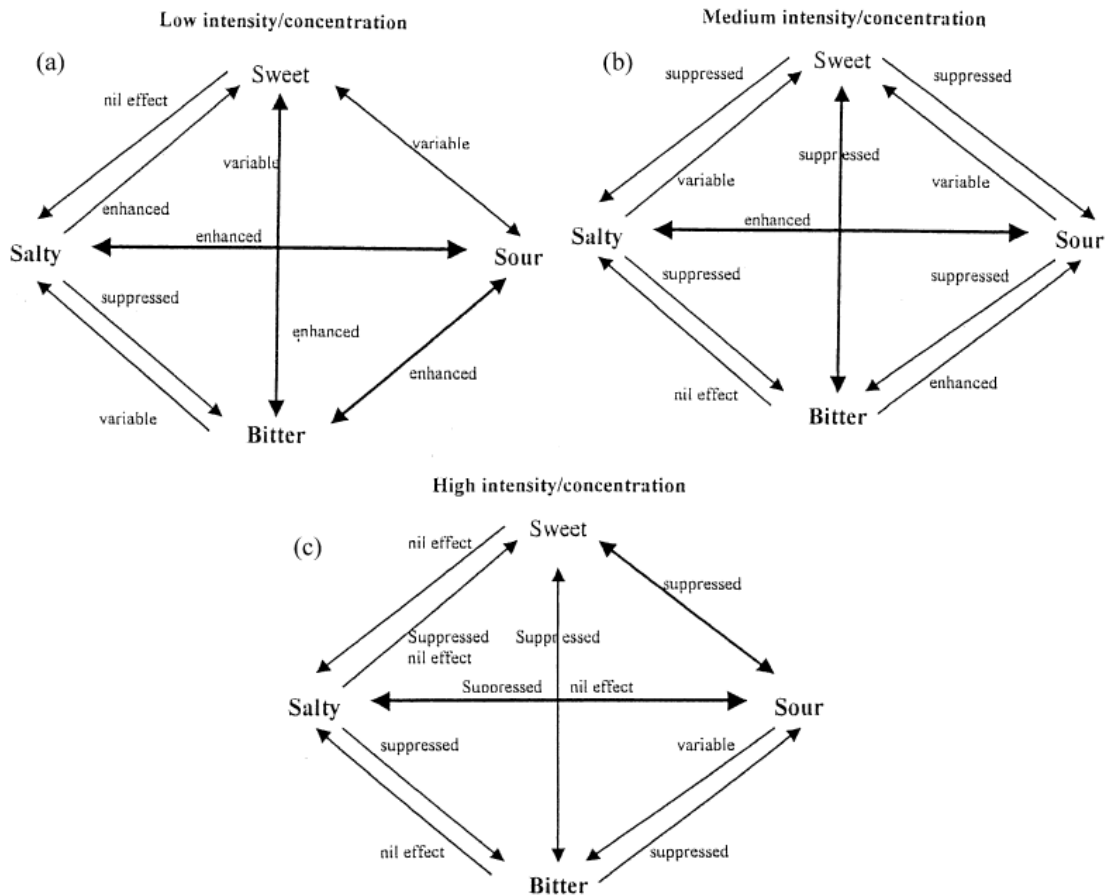
Diskriminerande tester och preferensbedömningar kan utföras med oskolade smakpaneler. Ofta består dessa paneler av ett hundratal personer. Analytiska smakbeskrivningar genomförs vanligen av skolade smakpaneler bestående av 7-12 personer.

Förutom smaksinnet används vanligen även syn, lukt, känsel, hörsel och värmesinnet vid sensorisk bedömning av livsmedel.

Ju flera parametrar som en panel förväntas registrera desto svagare blir vanligen utslaget. En panel som skall registrera bitter smak som en bland nio olika faktorer ger lägre värden än en panel som enbart skall registrera bitter smak,

De olika smakkvaliteterna kan dessutom förstärka eller ta ut varandra beroende på deras intensitet. Salt smak minskar alltid upplevelsen av bitter smak. En översikt av dessa samband ges i figur 1.

Figur 1 Schematisk framställning av binära smakinteraktioner. Ur {Keast and Breslin, 2002}



Smaken påverkas också av provets konsistens och textur. En sammanfattning av erfarenheter vid sensoriska tester finns i {Lawless and Heymann, 1999}.

### Sensoriska egenskaper och ekologisk odling

Produkter från ekologisk odling har bedömts sensoriskt, resultaten finns beskrivna i bland annat; {Rautavaara, 1973; Schuphan, 1974; Schutz and Lorenz, 1976; Pettersson, 1978; Wistinghausen, 1979; Fjeldsenden, Martens et.al., 1981; Hansen, 1981; Dlouhy, 1981; Vetter, Kampe et.al., 1983; Abele, 1987; Evers, 1989; Matthies, 1991; Lieblein, 1993; Woese, Lange et.al., 1995; Hogstad, Risvik et.al., 1997; Alföldi, Bickel et.al., 1998; Worthington, 1998; Haglund, 1998}.

I triangeltest har deltagarna i smakpanelen korrekt kunnat peka ut de ekologiskt odlade produkterna, {Hansen, 1981; Vetter, Kampe et.al., 1983; Matthies, 1991}. Däremot kunde inte panelerna enas vid preferensbedömningen.

Ekologiskt odlade morötter har fått bättre {Rautavaara, 1973} och sämre {Schutz and Lorenz, 1976} sensoriska värden. De ekologiska morötterna har beskrivits som sötare, {Lieblein, 1993; Hogstad, Risvik et.al., 1997}, mer bittra {Haglund, 1998}, mindre bittra {Hogstad, Risvik et.al., 1997} än deras konventionellt odlade motsvarighet. Skillnaden i smak har beskrivits som mer accentuerad efter lagring {Pettersson, 1982; Evers, 1989}. Dessutom har det rapporterats att smakpanelens bedömning starkt påverkas om den har fått information om hur provet har odlats {Johansson, Haglund et.al., 1999}.

## **Bearbetning av resultat från tidigare fältförsök**

Här skall några resultat hämtade från det så kallade Ultuna-Järna försöket beskrivas. Försöket finns beskrivet {Dlouhy, 1981; Pettersson, B. D., 1982} men har här bearbetats ytterligare statistiskt.

### *Samband mellan egenskaper*

En analys av sambanden mellan mätmetoderna visar att det finns ett visserligen svagt men ändå positivt samband mellan skördemängd och smakvärde. Däremot visar halterna av protein och fria aminosyror negativa samband med smaken, liksom mörkfärgning och extraktnedbrytning samt även kokfel. Positivt korrelerad med smaken är halten askorbinsyra och i viss mån halten torrsubstans. Också kvalitetsindex enligt Pettersson visar positiva samband med smakvärdet.

	Smak, december	Sign.	Smak, april	Sign.
Fältskörd, dt/ha	0,38		-0,08	
Knölskörd, 20 % ts, dt/ha	0,53 **		0,14	
Ts-halt, %	0,41		0,43 *	
Hanteringsförluster, %	-0,25		-0,43 *	
Kvarvarande skörd i april, 20 % ts, dt/ha	0,51		0,38	
Antal sidostjälkar/ 100 stånd	-0,49 *		-0,61 **	
Råproteinhalt, % av ts	-0,67 **		-0,49 *	
Renprotein, % av ts	-0,66 **		-0,37	
Relativt renprotein, % av råprotein	0,26		0,46 *	
Fria aminosyror, % av råprotein	-0,07		-0,13	
Fria aminosyror, mekv/100 g Ts	-0,43 *		-0,24	
EAA-index	0,39		0,47	
Askorbinsyra mg/100g frv	0,59 **		0,59 **	
Mörkfärgning av vävnad, rD	-0,43 *		-0,56 **	
Mörkfärgning av extrakt, E48	-0,61 **		-0,51 *	
Extraktnedbrytning, Rd/R0	-0,56 **		-0,42 *	
Felenheter, kristallisation	-0,27		0,14	
Kvalitetsindex	0,60 **		0,48 *	
Smak, poäng, december	1,00		0,35	
Smak, poäng, april	0,35		1,00	
Kokfel, poäng, december	-0,40		-0,24	
Kokfel, poäng, april	-0,29		-0,80 **	

\*= signifikans på 0,05- nivån  
\*\*= signifikans på 0,01- nivån

**Tabell 1. Korrelation, Pearson-koefficienter, mellan olika egenskaper hos potatis i UJ-försöket. Sammanställning från samtliga försöksled åren 1971-1979.**

Intressant är den starka negativa korrelationen mellan antal sidostjälkar och smakvärdet. Om detta bekräftas i flera undersökningar innebär det att smakvärdet skulle kunna förutsägas redan i fält. Skillnaden mellan utseendet av potatisplantor av olika typ framgår av figur 2. Planta a visar ett potatisstånd med många huvudstjälkar och få sidostjälkar, planta c ett potatisstånd med många sidostjälkar.

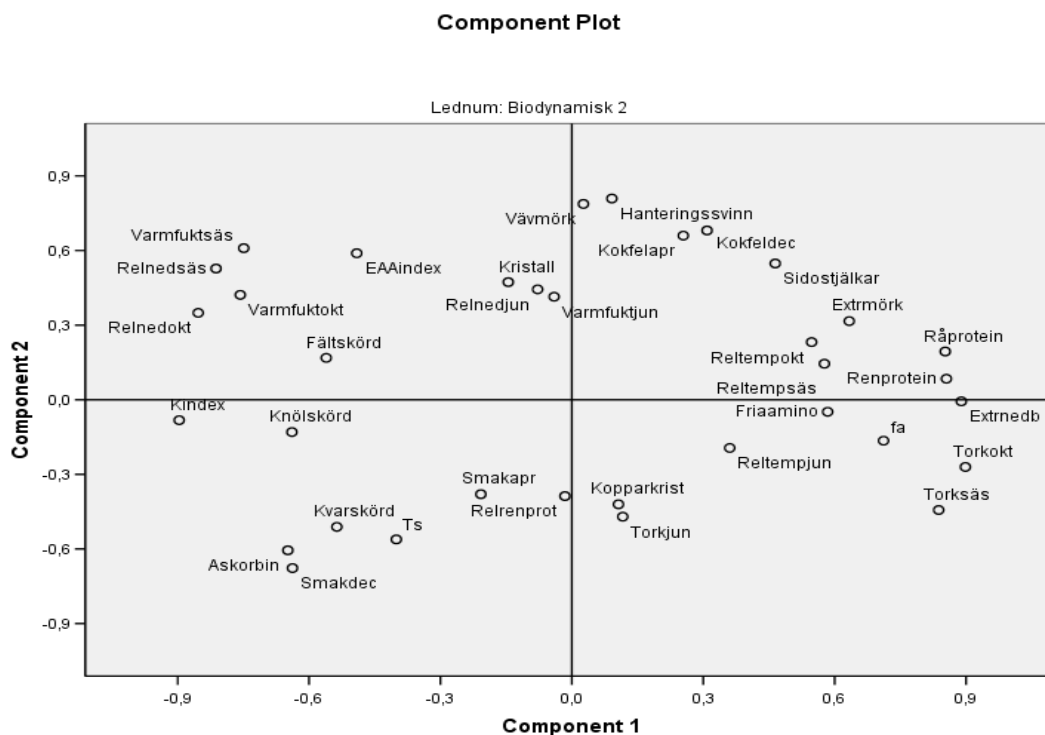
Figur 2. Utseendet av olika typer av potatisstånd beroende på antalet huvud- respektive sidostjälkar



### Multivariat analys

Ett annat sätt att studera samband mellan olika faktorer är multivariat analys. Resultaten från en sådan analys, PCA, framgår av figur 3. Här finner vi de olika faktorerna beskrivna utefter två komponentaxlar. Axlarna bestäms av den samlade variansen hos mätresultaten. Komponent 1 särskiljer faktorerna i horisontalt led och komponent 2 i vertikalt led. Smakvärdena vid decembertestet (smakdec) är negativt korrelerat till såväl komponent 1 som komponent 2. Egenskaper med likartad varians kommer att hamna i närheten av varandra. Egenskaper med negativ korrelation till varandra kommer att befinna sig diagonalt motsatt varandra. Samvariationen mellan halten askorbinsyra och smak i december är alltså stor medan antalet sidostjälkar tycks starkt negativt korrelerat till smakvärden.

Figur 3. Multivariat analys av potatisgrödan i biodynamiskt försöksled, B2, UJ-försöken 1971-1979.



Knölsköörden varierar på ett likartat sätt i förhållande till komponent 1 som smakvärdena i december, smakdec, medan den inte tycks vara korrelerad alls till komponent 2. För variabeln kopparkrist, är förhållandet det omvända. Denna variabel anger ett mått på avsaknad av fel i bilden vid kopparkristallisation. Komponent 1 är tydligt relaterad till väderförhållandena.

Regniga förhållanden under säsongen, framför allt dess senare del, är negativt korrelerade, medan varma säsonger är positivt korrelerade, till komponent 1. Skördemängden och proteinhalterna är tydligt kopplade till komponent 1. Däremot är det svårare att sammanfatta karaktären hos komponent 2. Lagringsegenskaper och balansen mellan olika ämnen tycks slå igenom mera i förhållande till denna komponent. De tre analyserna i Petterssons kvalitetsindex, se nästa avsnitt, extrnedb, fa och extrmörk, följer komponent 1 relativt starkt och tycks hänga starkt ihop med kvävestatus. De torde därför vara lämpligare att särskilja gödslingsystem än smakegenskaper. Till sist skall nämnas att EAA-index, som är ett uttryck för om aminosyrasammansättningen påminner om den hos ägg ligger relativt nära antalet felenheter i kopparkristallisationsbilden, kristall. En ”mer ideal” aminosyrasammansättning samvarierade alltså med värdena hos kristallbilder med många ”fel”.

### ***Undersökningar av morötter och potatis odlad på olika platser i Sverige***

Mer än 1400 prover har samlats in från gårdar runt om i Sverige sedan 1970. Förutom morötter har även potatis undersökts. Metoderna som används vid undersökningarna har tillämpats sedan 40 år för att analysera potatis och morötter. Först mäts hur mycket vatten proverna innehåller, sedan hur mycket socker som finns. Så undersöks hur mycket det finns av fria aminosyror och till sist hur snabbt en saft bryts ned. Det sista kallas extraktnedbrytning. Med hjälp av vattenhalten kan också *torrsubstanshalten* räknas ut. I potatis mäts inte halten av socker utan istället hur kraftigt en potatissaft mörknar. Detta värde kallas för *mörkfärgning*.

Resultaten sammanfattas i ett *kvalitetsindex enligt Pettersson*. Ju högre detta index är desto bättre anses kvaliteten på morötterna vara enligt vår erfarenhet. En morot av normal kvalitet har ett indexvärde på omkring 100.

Under de drygt 35 år som undersökningarna pågått har vissa svaga trender kunnat skönjas. Indexvärdet enligt Pettersson har stigit svagt i morot medan det sjunkit i potatis. Anledningen till de något bättre indexvärdena i morot är något högre sockerinhåll samt en något lägre extraktnedbrytning. I såväl morot som potatis har halten fria aminosyror stigit svagt. Trenden till lägre indexvärden i potatis orsakas framför allt av en ökad grad av mörkfärgning.

Från 2006 års skörd har ett drygt hundratal prover genomförts, huvudsakligen med morot. Vädret under säsongen erbjöd stora växlingar med en mycket torr försommar och en regnig sensommar.

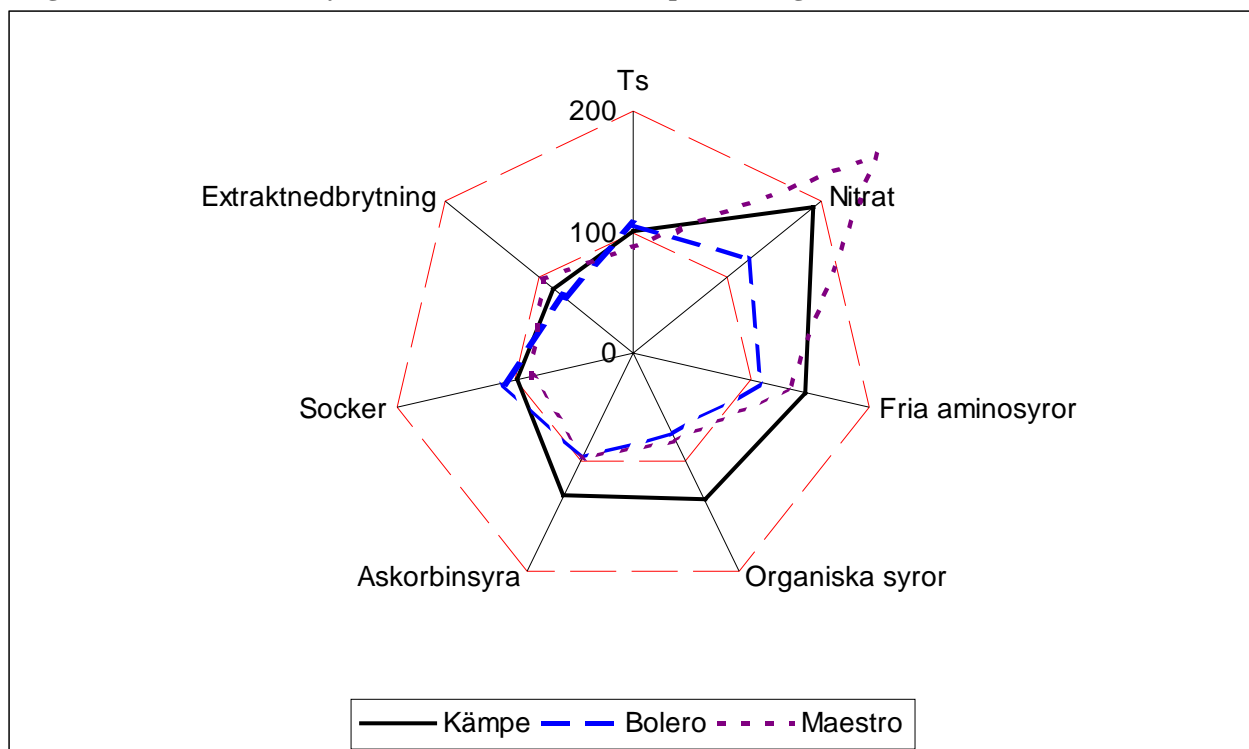
Morötterna från olika odlingar uppvisade ett indexvärde som låg något bättre än medel. Detta berodde framför allt på mycket låga värden på extraktnedbrytning. Halterna av fria aminosyror var höga medan halten av socker och torrsubstans låg lägre än medelvärdet för de gångna 37 åren.

I potatis var mönstret likartat. Låg extraktnedbrytning och låga halter av torrsubstans. Mörkfärgningen av extrakt var mycket låg medan halterna av fria aminosyror låg mycket över det mångåriga medelvärdet. Sammantaget gav detta ett indexvärde som låg strax under medel.

Det tycks som om den torra försommaren och den regniga sensommaren fått grödorna att fortsätta ta upp kväve ur marken och växa långt in på hösten.

Flera av odlarna sände in olika sorter. Ett exempel på skillnader mellan sorter odlade på samma gård visas i figur 4.

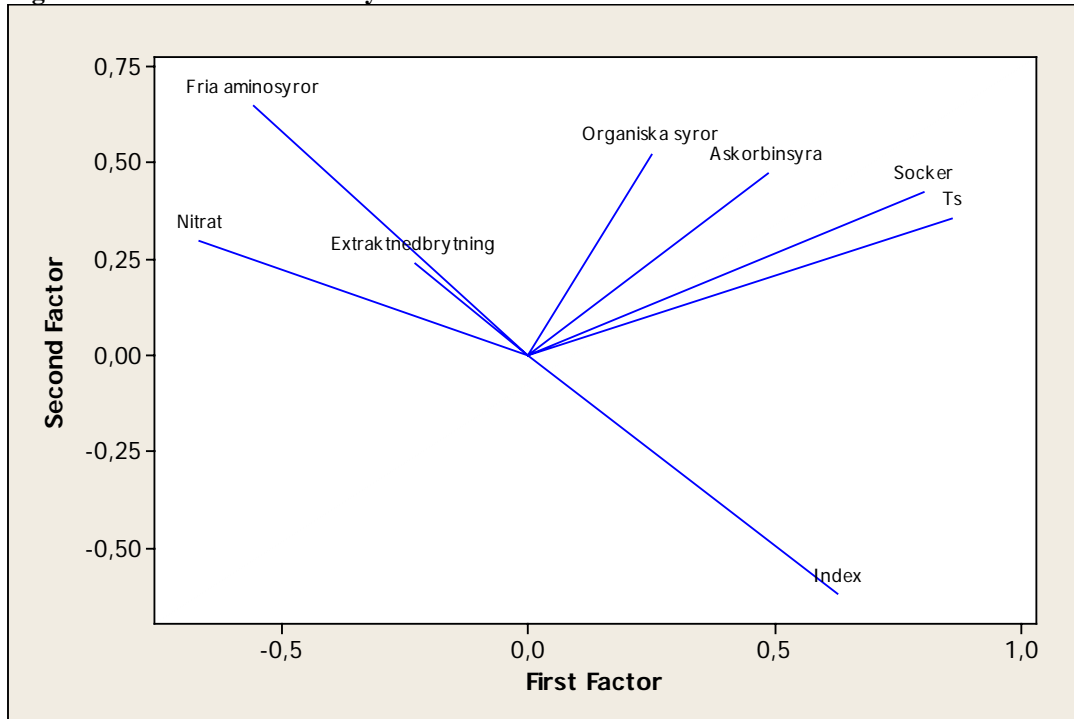
**Figur 4. Resultat från analys av tre morotssorter odlade på samma gård**



Skillnaderna mellan sorterna är stor. Maestro visar flera höga negativa värden medan Bolero ligger omkring medel i de flesta analyserna.

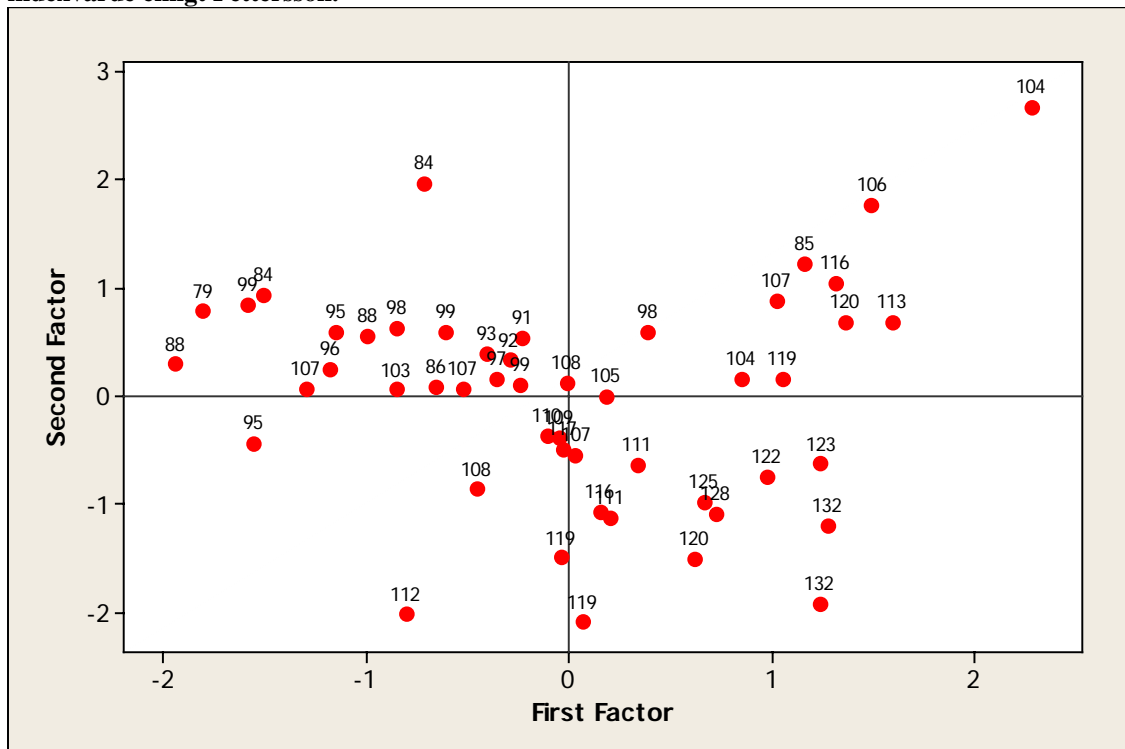
En multivariat analys av mätvärdena från morot 2006 ger de resultat som visas i figur 5. Indexvärdet ligger här, som väntat diametralt mot extraktnedbrytning, samt halterna av nitrat och fria aminosyror. Värdena för sockerhalt och torrsubstans ligger i en grupp medan halterna av askorbinsyra och organiska syror bildar en mellangrupp. Om morötter följer samma mönster som potatis borde smakvärdena hamna i en grupp mellan askorbinsyra index. En första undersökning av detta ges i avsnittet om lagringsstudier och mjölksyrning lite senare i denna rapport. De preliminära resultaten från denna analys stämmer inte helt med förväntningarna...

**Figur 5. Multivariat faktoranalys av 2006 års mätvärden i morot.**



I figur 6 visas de enskilda provernas placering vid samma faktoranalys. Värden i diagrammet anger provernas indexvärde enligt Pettersson. Som väntat hamnar prover med höga indexvärden nere till höger och de med låga indexvärden mera upp till vänster. Prover upp till höger kännetecknas av höga halter socker. Resultaten förstärker bilden att kvalitetsindex enligt Pettersson främst sammanfattar grödornas reaktion på kvävetillgången.

**Figur 6. Multivariat faktoranalys av samtliga prover vid 2006 års provtagning i morot. Siffrorna anger indexvärde enligt Pettersson.**

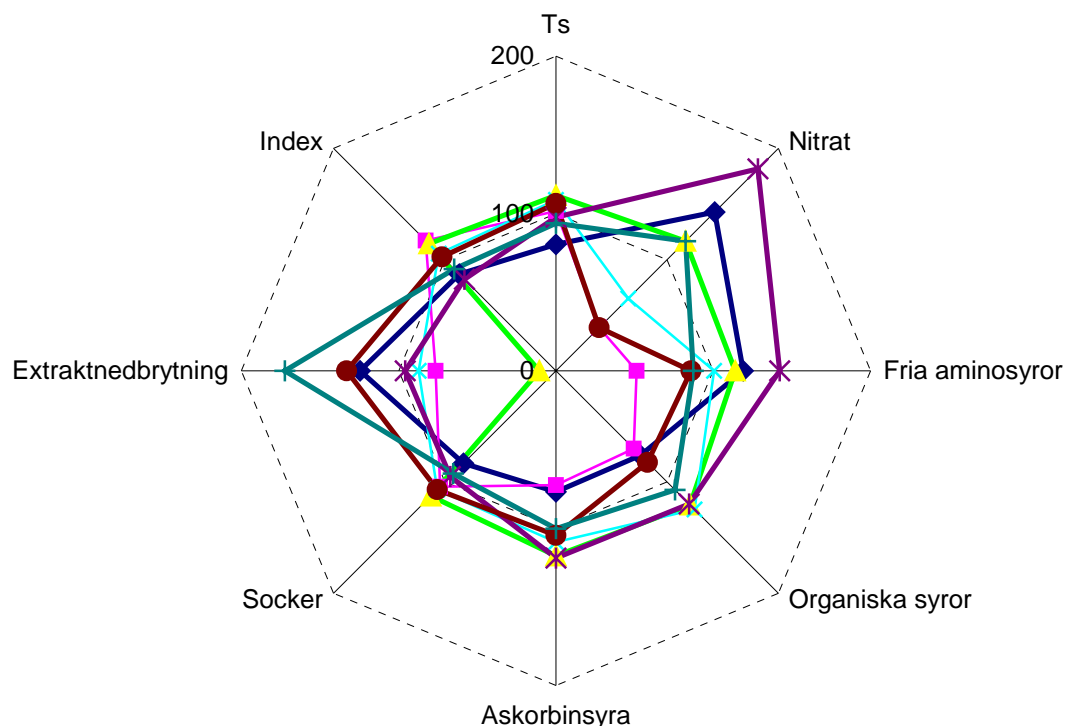


### **Jämförelse av samma morotssort odlad på olika gårdar runt om i Norden**

Inför odlingssäsongen 2006 sändes utsäde av sorten Kämpe ut till ett 30-tal ekologiska odlare runt om i Skandinavien. Den besvärliga säsongen bidrog till att endast 7 odlingar sände tillbaka färdiga morotsprover för analys. Värdena här nedan måste därför betraktas som enbart orienterande.

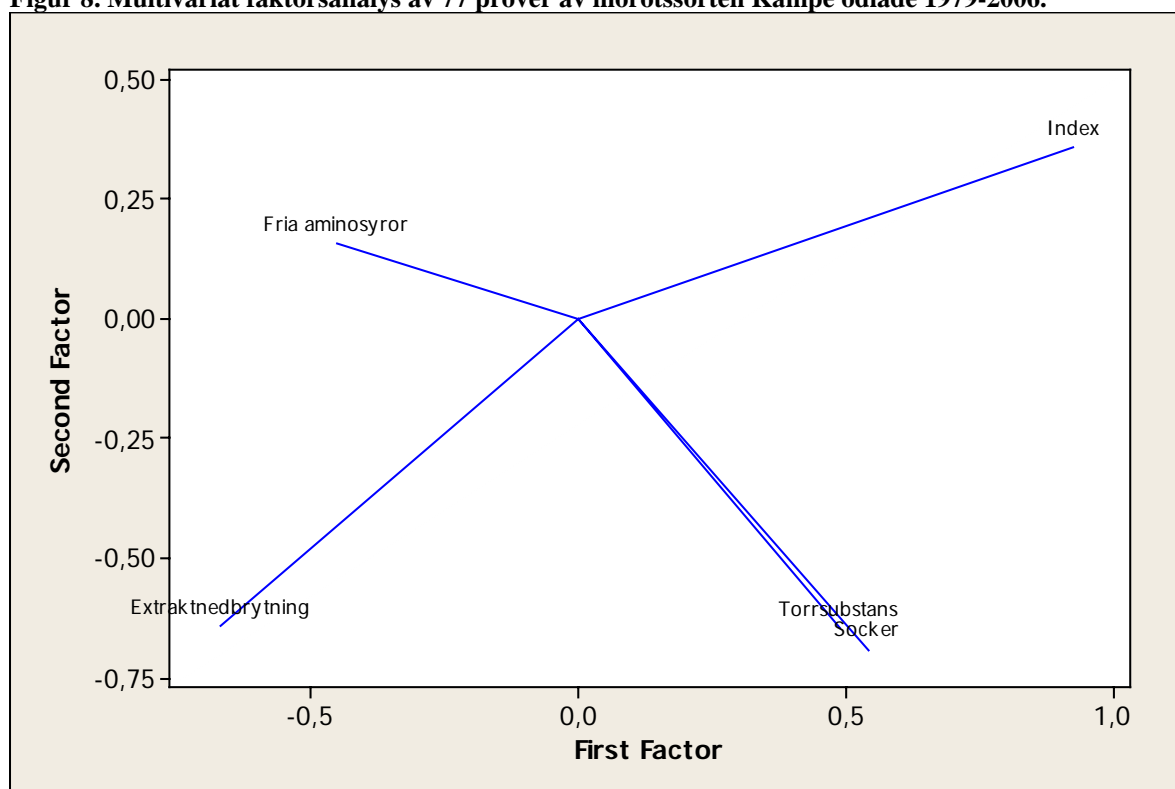
Som framgår av figur 7 varierade egenskaperna hos dessa prover relativt kraftigt. Framför allt skilde sig proverna åt i halterna av nitrat och fria aminosyror samt extraktnedbrytning. Det är därför troligen gödslingens samspel med den lokala årsmånen som starkast bidragit till variationen.

**Figur 7. Egenskaper hos morotssorten Kämpe odlad på 7 olika platser runt om i Norden**

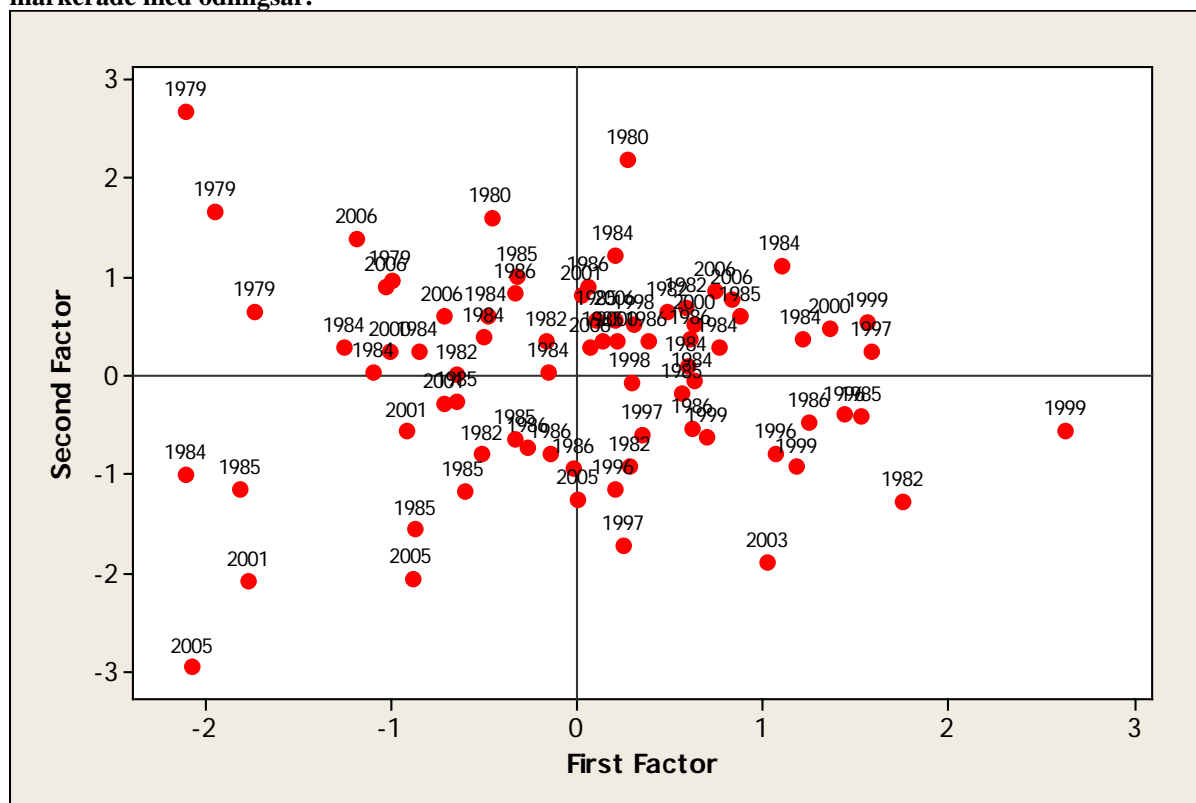


En preliminär analys av 77 prover från sorten Kämpe odlade under åren 1979- 2006 visas i figur 8 och 9. Indexvärdet är här beroende av framför allt extraktnedbrytningen. År 2001 och 2005 gav ofta upphov till prover med höga värden på extraktnedbrytning. Halterna av fria aminosyror påverkar indexvärdet starkt i potatis men inte så starkt i morot. År 1979 men även år 2006 var det vanligt med höga halter av fria aminosyror i morötter av sorten Kämpe.

**Figur 8. Multivariat faktorsanalys av 77 prover av morotssorten Kämpe odlade 1979-2006.**



**Figur 9. Multivariat faktorsanalys av 77 prover av morotssorten Kämpe odlade 1979-2006. Proverna markerade med odlingsår.**



Om resultaten presenterade i figur 3 går att överföra till morötter borde de prover som finns representerade i diagrammets nedre högra del erbjuda de mest smakrika morötterna.

### **Upprepad provtagning på olika gårdar**

För att studera hur innehållet av socker och vissa bitterämnen i morot varierar under odlingsperioden har morötter skördats på tre olika gårdar, belägna utanför Enköping, Södertälje respektive Kalmar. Samtliga tre gårdar har odlat sorten Kämpe. På gården utanför Kalmar togs prover även av sorten Bolero. Prover har tagits var fjortonde dag med början i mitten av augusti. På grund av extrem torka kunde inga morötter skördas under 2006 från gården utanför Enköping. Hittills har prover tagits vid följande tillfällen:

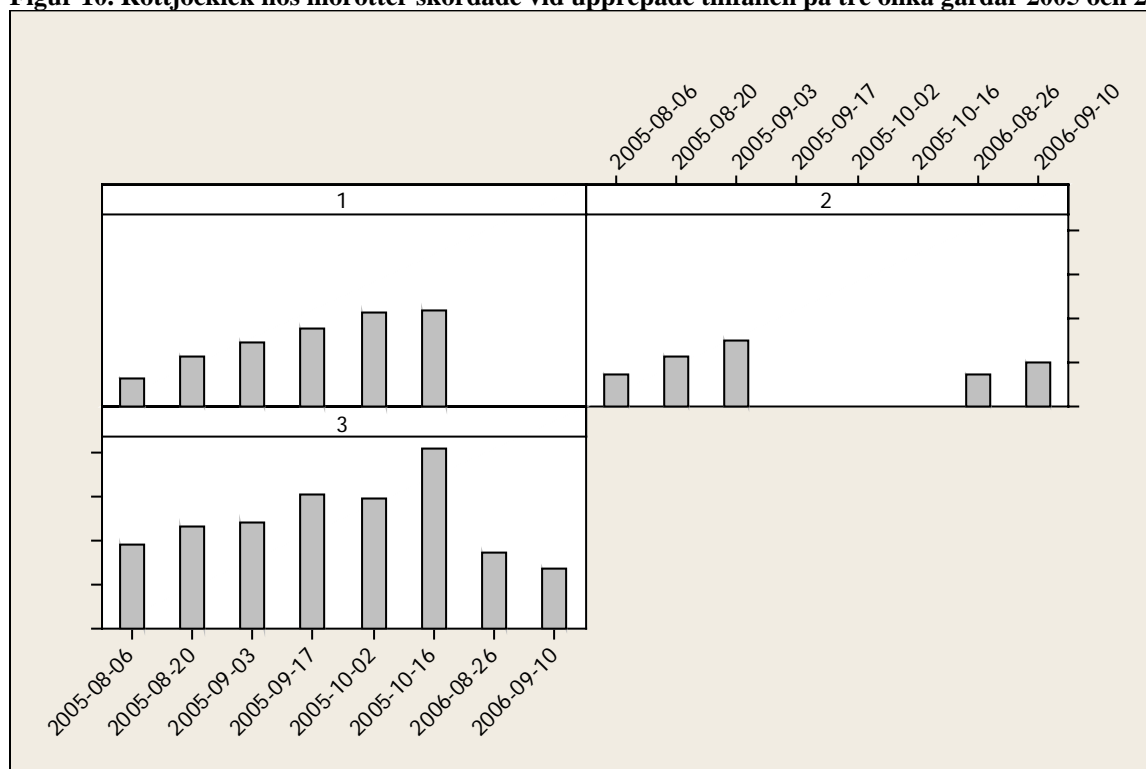
Provtagning	Enköping	Södertälje	Kalmar
6 augusti 2005	X	X	X
20 augusti 2005	X	X	X
4 september 2005	X	X	X
18 september 2005	X		X
2 oktober 2005	X		X
16 oktober 2005	X		X
10 augusti 2006		X	X
24 augusti 2006		X	X
9 september 2006		X	X
23 september 2006		X	X
8 oktober 2006		X	X

**Tabell 2. Datum för provtagning av morötter på tre olika gårdar.**

Direkt efter provtagningen bestäms en rad morfologiska karaktärer, enligt {Bleasdale and Thompson, 1963}. Samtliga prover frystorkades före analys. Halterna av fruktos, glukos och sukros bestäms liksom halterna av vissa bitterämnen, såsom falcarindiol.

En enkel jämförelse av rottjockleken redovisad i figur 10 visar att tillväxten under senare delen av oktober på gård 3 var mycket kraftig. Däremot ser tjockleken ut att minska mellan de två provtillfällena 2006. Det beror på det kraftiga regnen som fick de stora morötterna att spricka och de små att stanna i tillväxt. Analysen av de fortsatta provtagningarna ger vid handen att morötterna på denna gård aldrig återhämtade sig under den senare delen av säsongen 2006. Bearbetningen av resultaten från dessa undersökningar pågår just nu och rottjockleken är endast ett exempel på vad som undersöks.

**Figur 10. Rottjocklek hos morötter skördade vid upprepade tillfällen på tre olika gårdar 2005 och 2006**



### Fältförsök

Under åren 2004 och 2006 har morötter odlats i ett långliggande fältförsök på Skilleby försöksgård i Järna. Studierna kommer att fortsättas även under åren 2007 och 2008. Här skall några resultat från 2006 års provtagning redovisas.

Fältförsöket har legat i 15 år med samma grunduppläggning. I morotsstudierna tillkommer ett försöksled med pelleterad höns gödsel. Försöket omfattar följande gödslingsled:

- Ogödslat sedan 15 år, 0
- Färsk stall gödsel 25 ton/ ha, F2
- Färsk stall gödsel 50 ton/ha, F3
- Komposterad stall gödsel motsvarande 25 ton/ha, K2
- Komposterad stall gödsel motsvarande 50 ton/ha, K3
- Pelleterad höns gödsel, i kväve motsvarande den högre gödselgivan, H.

Samtliga parceller är genom split-plot-design uppdelade i två rutor med, +, respektive utan, -, behandling med de biodynamiska preparaten, . Försöket innehåller 12 försöksled i fyra upprepningar, totalt 48 parceller. I försöket tas skördeprover från samtliga parceller vid tre-fem tillfällen under säsongen. Proverna undersöks vad gäller morfologi, smak samt innehåll av socker och vissa bitterämnen, polyacetylen.

Gödslingen av stall gödsel skedde hösten innan, strax före sådd av höstvetet. Vetet frästes sedan bort före morotssådden. Den pelleterade höns gödseln tillfördes i samband med sådden av morot i tidigare ogödslade rutor.

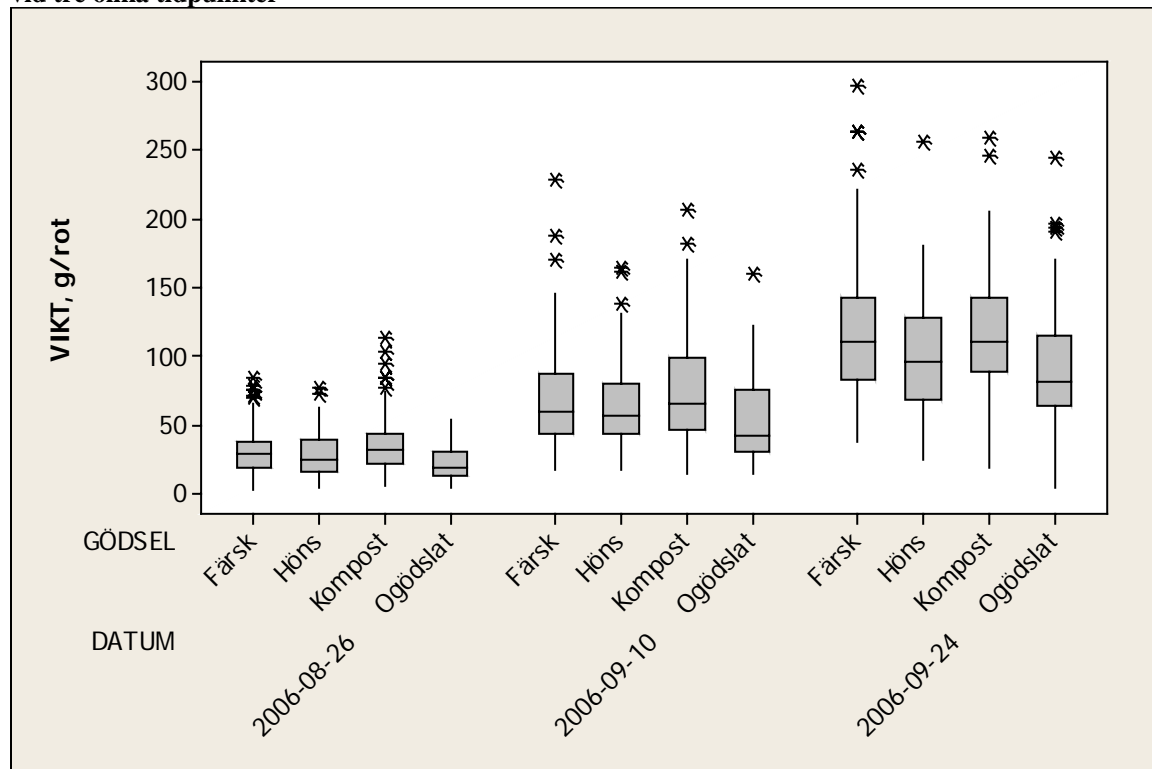
På grund av torka kom morötterna upp tämligen sent. Morötterna såddes vid två tillfällen med en månads mellanrum. Morötterna som såddes sent kom knappt upp alls varför jämförelsen

mellan såtider slopades. Den dåliga uppkomsten gjorde att antalet provtagningar begränsades till tre.

### *Inverkan av gödselslag*

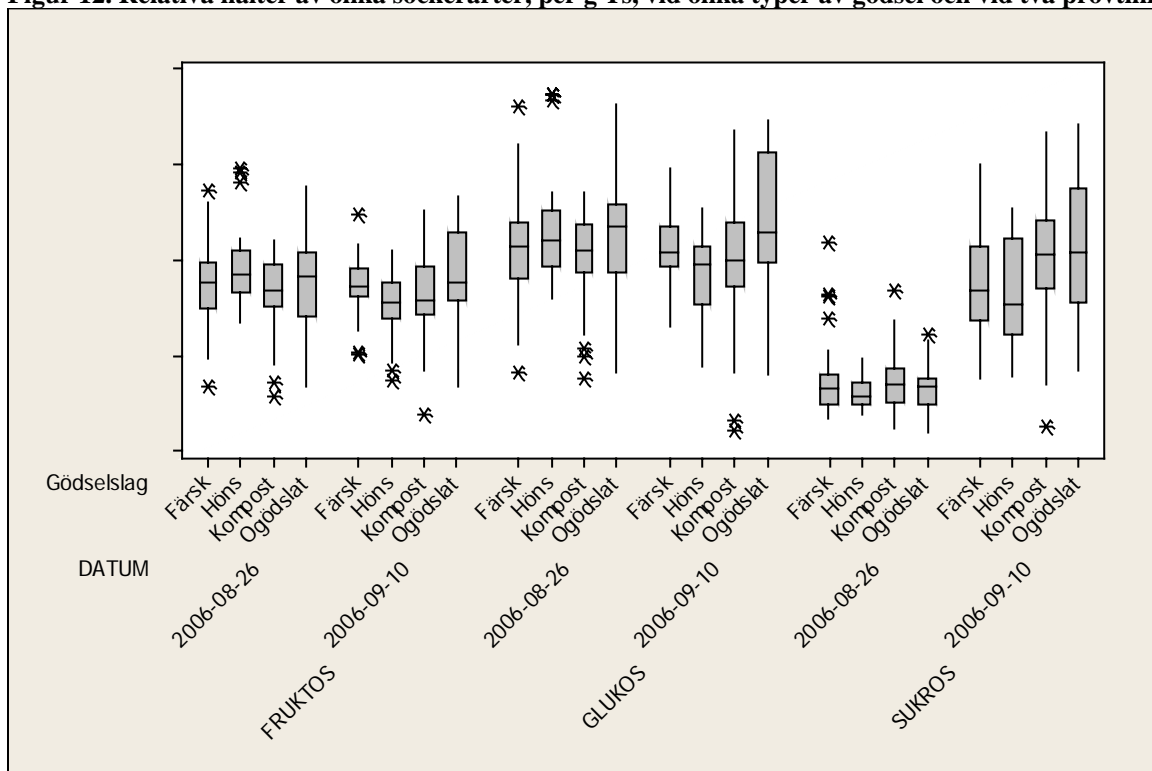
Vikten av morötterna tilltog under säsongen och skulle med all säkerhet fortsatt att öka om rötterna tillåtit växa några veckor till. Morötterna som gödslats med färsk stallgödsel och med kompost uppvisar de tyngsta morötterna medan morötterna i de ogödslade parcellerna var genomgående lättast. Skillnaden mellan leden var relativt liten vilket framgår av figur 11.

**Figur 11. Vikten, g/rot hos morötter odlad i jord gödslad med olika typer av organisk gödsel och skördade vid tre olika tidpunkter**



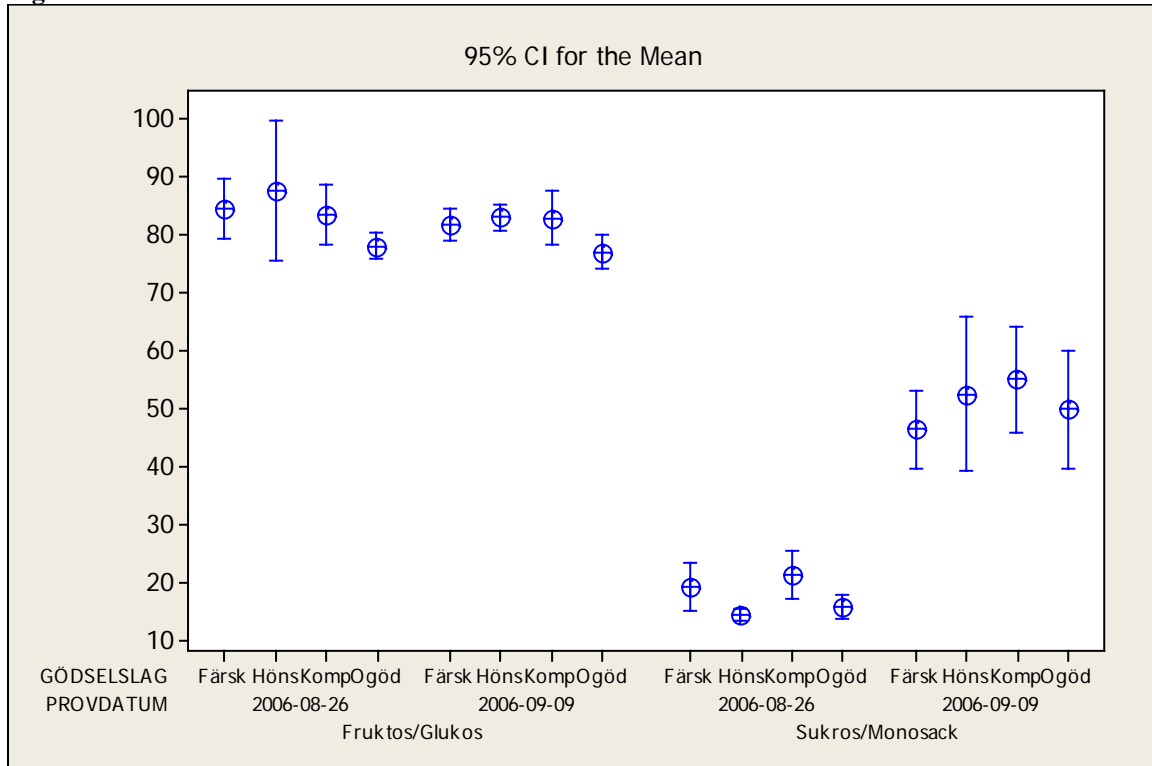
Hos morötter bildas först monosackariderna glukos och fruktos och först en bit in på säsongen disackariden sukros. Mönstret framgår av figur 12 som också visar skillnaderna i halten socker mellan de olika gödselslagen. Skillnaderna mellan leden är liten. Det ogödslade ledet ligger förhållandevis högt i sockerinhåll, beräknat i förhållande till torrsubstansen. När det gäller halten enkla sockerarter, fruktos och glukos ligger morötterna gödslade med höns gödsel aningen högre medan de kompostgödslade morötter har aningen högre halter av sukros. Värden kommer att kompletteras med provtagningen den 24 september samt analyseras ytterligare statistiskt.

**Figur 12. Relativa halter av olika sockerarter, per g Ts, vid olika typer av gödsel och vid två provtillfällen.**



Utvecklingen mot större andel sukros i morötter framgår också av figur 13. Även här är skillnaderna små. Kvoten mellan halterna av fruktos och glukos är förhållandevis konstant även om det gödslade ledet tycks ha något mera glukos i förhållande till fruktos. Kvoten sukros/monosackarider stiger från det första till det andra provtagningsstillfallet. Här ligger de kompostgödslade morötterna något högre och de ogödslade något lägre. En hög kvot i detta avseende brukar sägas spegla en mer mogen morot.

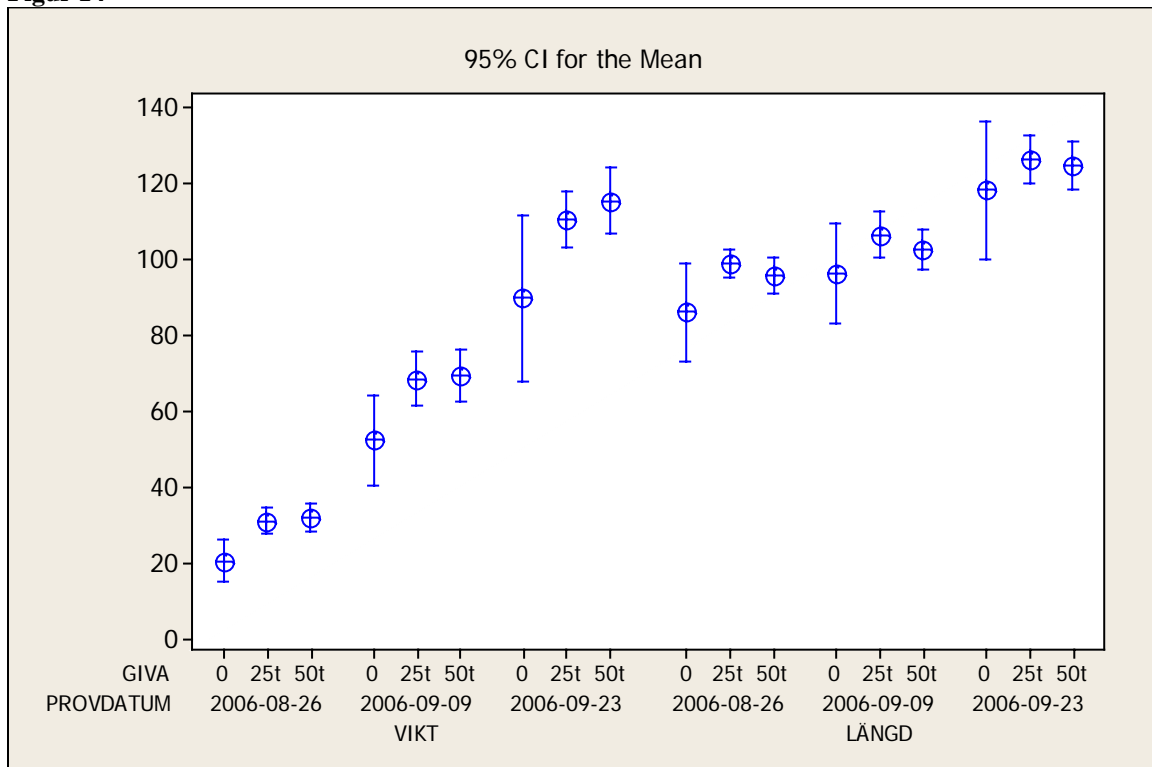
**Figur 13.**



*Inverkan av gödselmängd*

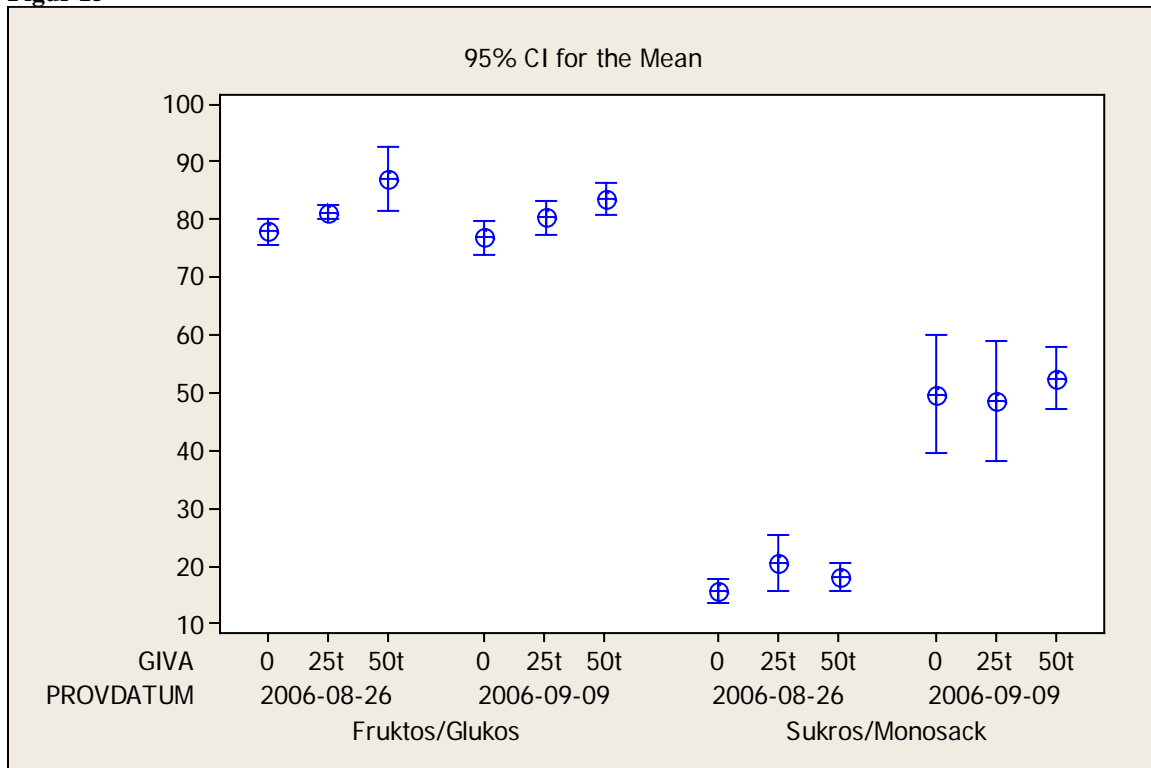
En stegring av mängden gödsel ökar såväl vikt som längd av morötterna. Längden ökar enbart upp till en viss gräns medan vikten fortsätter att stegras senare in på säsongen vid den högsta gödslingsnivån. Resultaten visas i figur 14.

**Figur 14**



En stegring av gödningen tycks höja halten fruktos i förhållande till glukos medan andelen sukros av totalsocker inte påverkas så starkt. Detta framgår av figur 15 som kommer att kompletteras med värdena från provtagningen den 23 september.

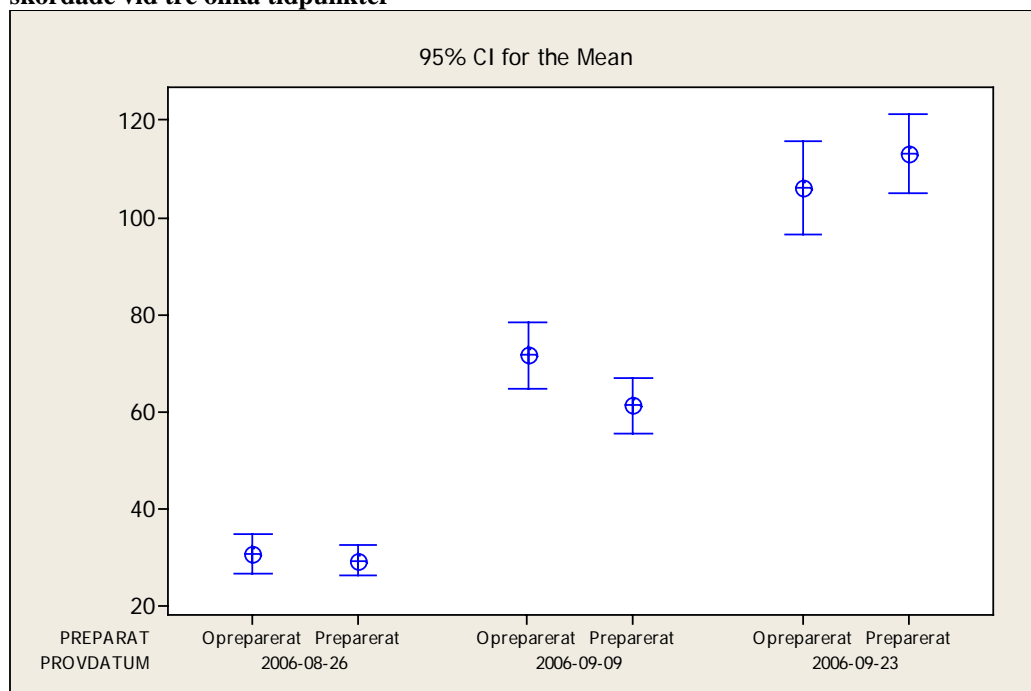
**Figur 15**



### *Inverkan av de biodynamiska preparaten*

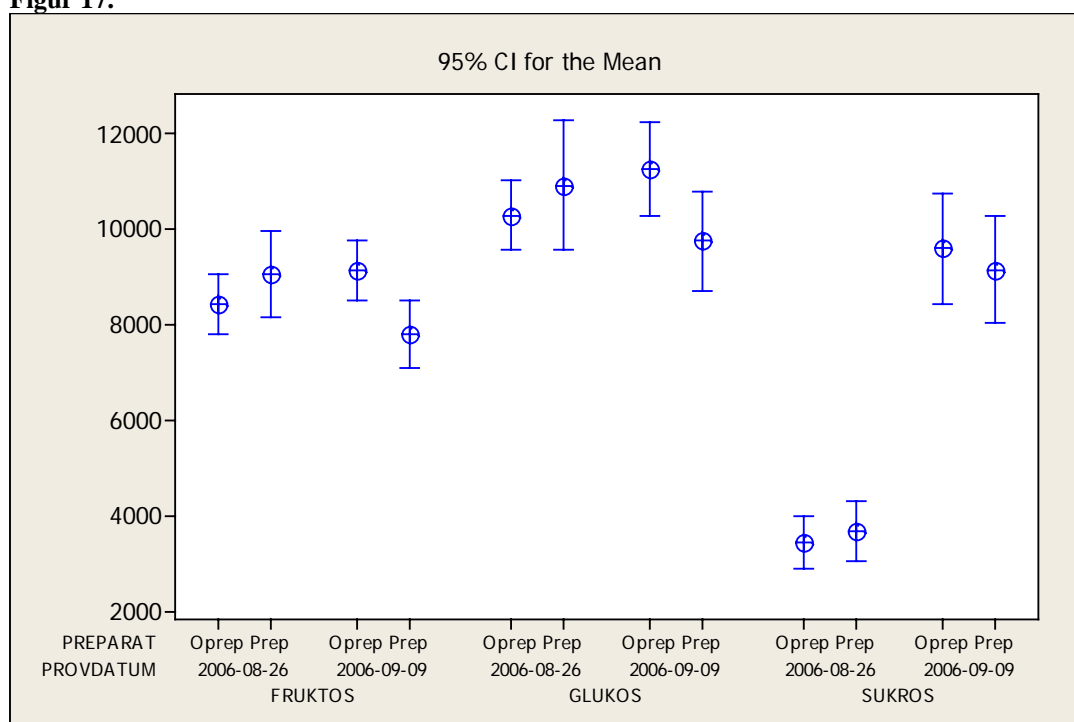
De biodynamiska preparaten har använts i hälften av parcellerna. Samtliga gödslingsvarianter kan på så sätt studeras. Vikten av morötterna påverkades en aning av de biodynamiska preparaten. Tendensen tycks vara att utvecklingsrytmen påverkas. Morötterna tilltog i vikt något långsammare i de parceller som behandlats med preparat medan de vid slutsörden vägde aningen mera. De slutliga skillnaderna är små. Värdena återges i figur 16.

**Figur 16. Vikten, g/rot hos morötter med eller utan behandling av de biodynamiska preparaten och skördade vid tre olika tidpunkter**



Inverkan av preparaten på halterna av socker framgår av figur 17. Även här kommer de att kompletteras med värdena från provtagningen den 23 september. Tendensen tycks vara att preparaten ger något högre halter av socker i början av säsongen medan halterna blir jämförelsevis lägre under den senare delen. Då värdena anges i förhållande till mängden torrsbstans kan skillnaderna möjligen hänföras till de tidigare beskrivna skillnaderna i rotvikt.

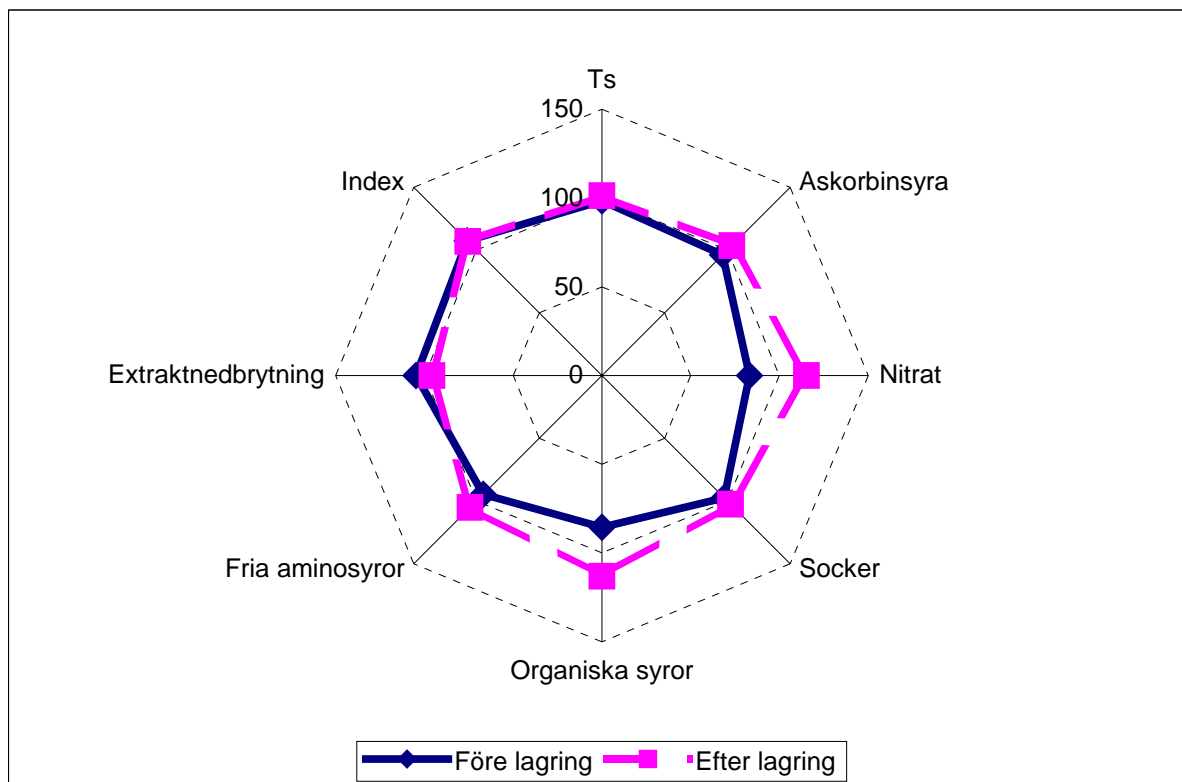
**Figur 17.**



## Lagringsstudier och försök med mjölksyrning

Morotsproverna som sändes in från odlarna analyserades vid ankomst samt lagrades under 5 månader. Skillnaderna mellan de två grupperna framgår av figur 18. Skillnaderna var relativt små. Halterna av nitrat, fria aminosyror och organiska syror var något högre efter lagring.

Figur 18. Egenskaper hos morotsprover före och efter lagring



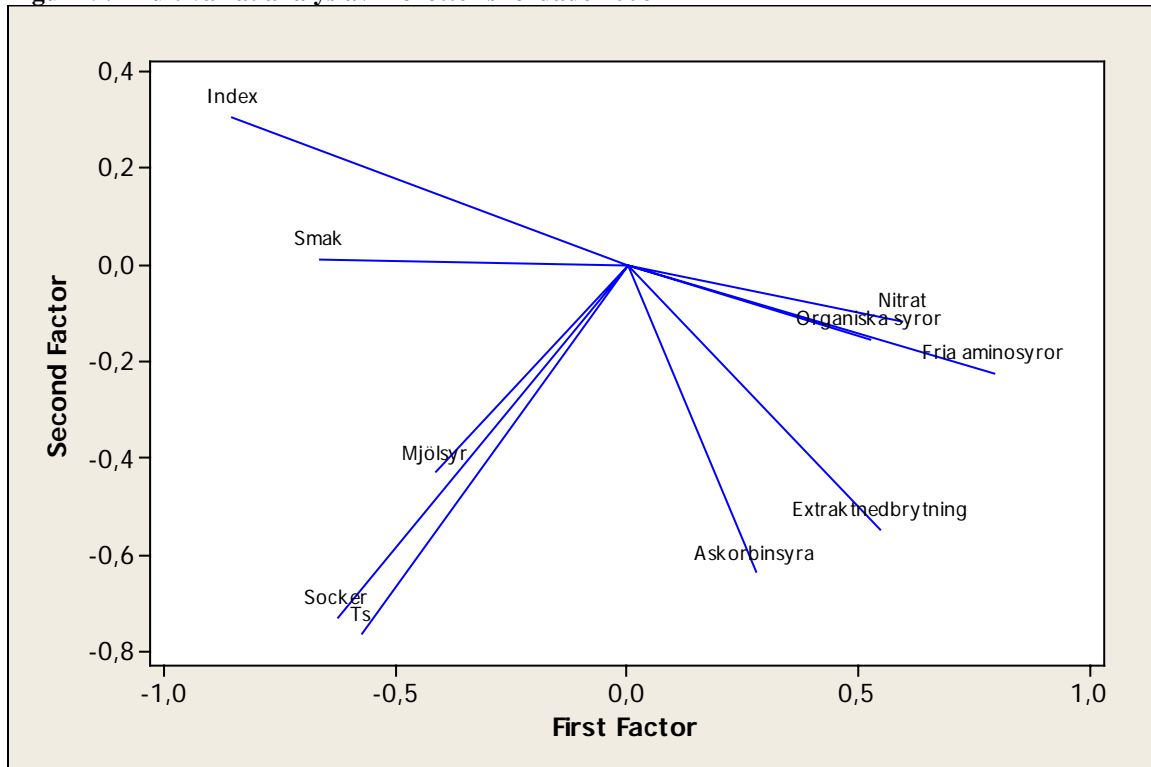
På samtliga prover genomfördes en enkel smakttest. Några prover mjölksyrades under tre månader för att sedan provsmakas. En första sammanställning av sambanden mellan de olika undersökningarna visas i tabell 3. Dessa preliminära resultat pekar på ett positivt samband mellan indexvärde och smak vad gäller fräska men även mjölksyrade morötter.

	Index enligt Pettersson	Smak mjölksyrade	Smak fräska	Ts	Nitrat	Fria aminosyror	Org. syror	Askorbinsyra	Socker
Smak mjölksyrade	0,175								
Smak fräska	0,526	0,217							
Ts	0,242	0,486	0,274						
Nitrat	-0,405	0,132	-0,189	-0,324					
Fria aminosyror	-0,827	-0,044	-0,492	-0,289	0,567				
Organiska syror	-0,208	-0,317	-0,245	-0,23	0,537	0,3			
Askorbinsyra	-0,275	-0,257	-0,134	0,295	0,106	0,192	0,483		
Socker	0,358	0,56	0,394	0,913	-0,241	-0,273	-0,096	0,297	
Extraktnedbrytning	-0,807	-0,013	-0,339	0,116	0,183	0,395	0,115	0,382	-0,075

Tabell 3. Korrelationsbestämning mellan olika egenskaper hos morötter,

Sambanden mellan de olika egenskaperna framgår även av figur 19. Även här tycks smaken hos mjölksyrade morötter mera hänga ihop med halten av socker och torrsubstans medan smaken av färska morötter tycks visa ett starkare negativt samband till mängden kvävehaltiga ämnen och organiska syror. Det måste återigen betonas att dessa undersökningar endast är preliminära.

**Figur 19. Multivariat analys av morötter skördade 2006**

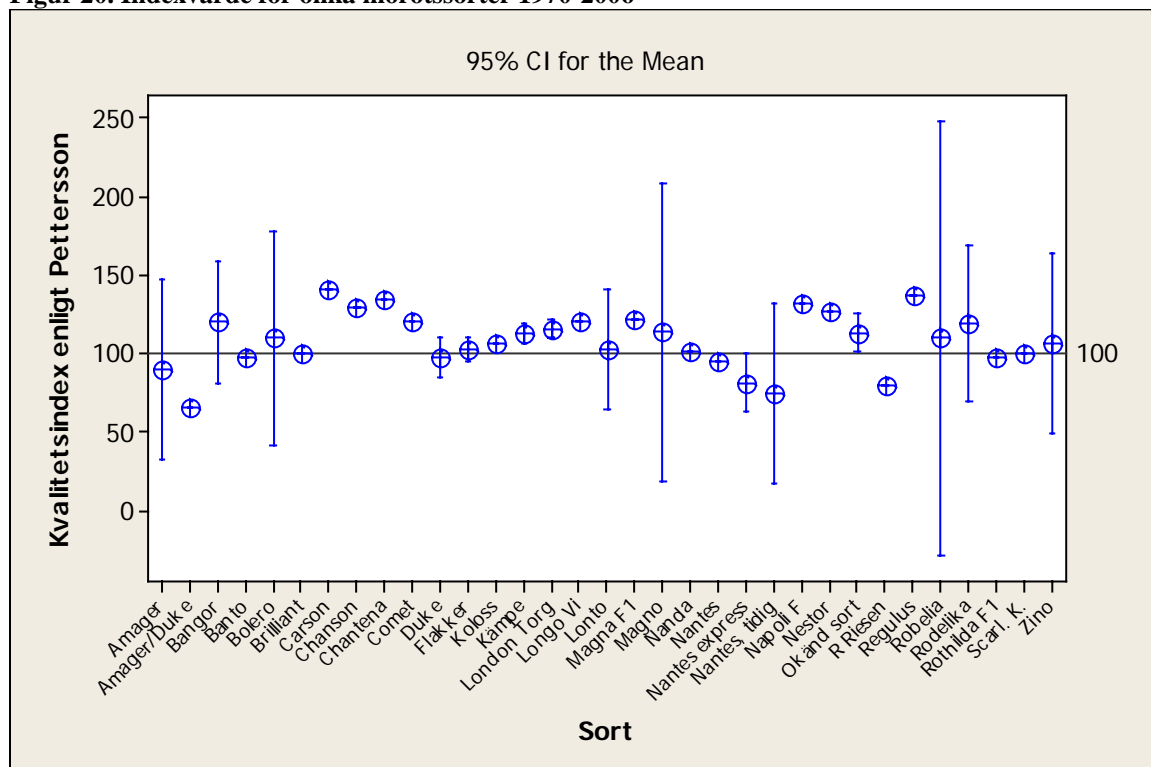


## Diskussion

Morötternas egenskaper växer fram i samspelet mellan plantmaterialet, årsmånen, odlingsplatsen och kulturåtgärderna. Val av sort och årsmån tycks ha det mest avgörande inflytandet. Kulturåtgärderna omfattar såväl odling, lagring, vidareförädling, distribution, tillagning och konsumtion. Sammantaget kan denna kedja av åtgärder ha ett avgörande inflytande på morötternas egenskaper. Felaktig tillagning kan ruinera en god morots egenskaper samtidigt som en välavvägd kryddning kan dölja brister i smak. Att slutligt fastställa alla dessa faktorer sammanlagda inflytande torde vara omöjligt.

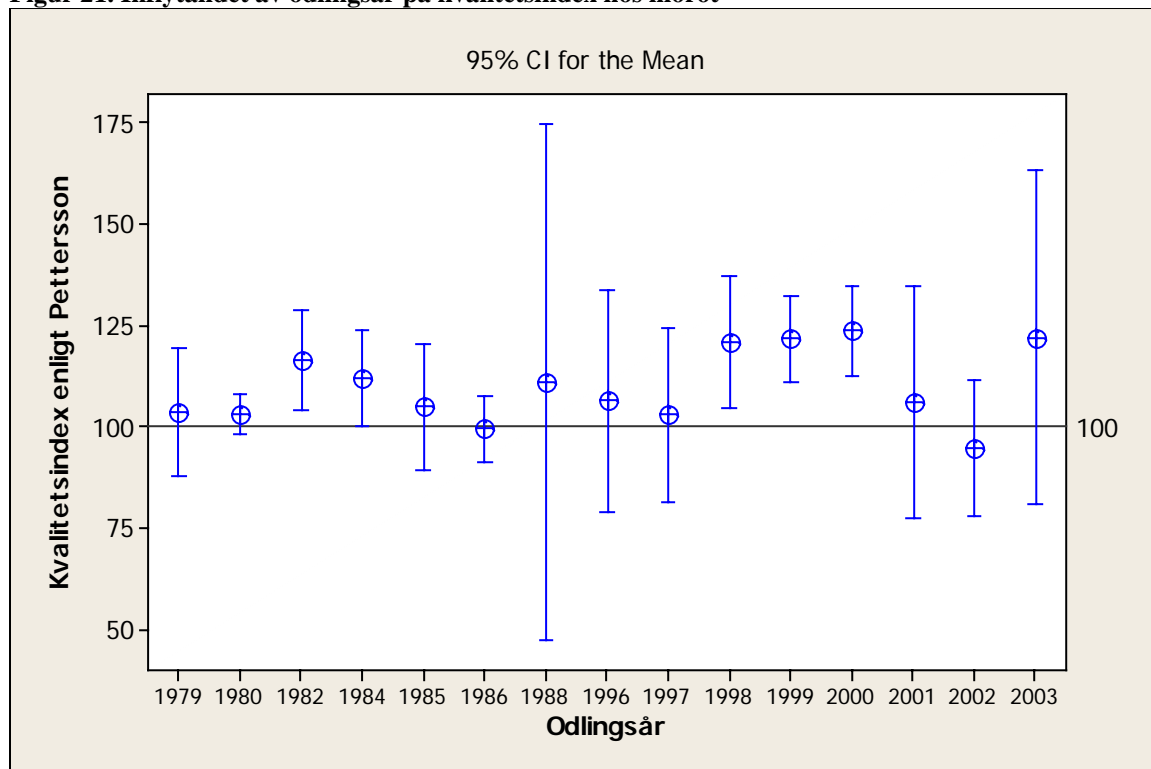
Betydelsen av sortvalet har framträtt allt tydligare under projektets gång. I figur 20 framgår hur olika sorters egenskaper har återspeglats sig i indexvärdet enligt Petterson. De stora variationerna i indexvärden hos vissa sorter som till exempel Bolero visar att även årsmån och odlingsförhållanden är avgörande för resultatet. Då den ekologiska odlingen i allmänhet och den biodynamiska i synnerhet visar helt andra markegenskaper än konventionell odling borde sorter speciellt anpassade för ekologisk/ biodynamisk odling kunna betyda oerhört mycket för morötternas egenskaper. Ett första sortförsök med olika morotssorter speciellt framtagna för biodynamisk odling har inom ramen för detta projekt lagts ut under 2007.

Figur 20. Indexvärde för olika morotssorter 1970-2006



Årsmånen är svårare att påverka. Rapporten från år 2004 inom detta projekt har undersökt årsmånens inflytande närmare. I figur 21 återges indexvärdets variation under perioden 1979-2003. Som framgår av figuren är variationen inom ett odlingsår olika stor. Orsakerna till detta behöver studeras ytterligare.

Figur 21. Inflytandet av odlingsår på kvalitetsindex hos morot



De olika odlingsåtgärdernas inflytande studeras bäst i fältförsök. Resultaten från den sista provtagningen 2006 kommer att ytterligare belysa hur mycket odlingsresultatet är en konsekvens av förändringar i grödornas utvecklingsrytm. De preliminära resultaten visar att morötternas uppvisar förändringar i utvecklingsrytmen hos flera egenskaper när odlingsåtgärderna varieras. Målet att kunna skörda en mogen gröda är inte alltid liktydigt med att påskynda utvecklingsrytmen. En fördröjning av utvecklingsförloppen skapar inte heller alltid de mest gynnsamma egenskaperna hos morötterna. Konsten i odlandet borde i stället vara att kunna balansera utvecklingsrytmen så att den anpassas till årsmån och odlingsbetingelser i övrigt. I vad mån detta gynnas av olika odlingsåtgärder återstår att dokumentera.

## Litteratur

- Abele, U. **1987** Produktqualität und Düngung- mineralisch, organisch, biologisch-dynamisch. Münster-Hiltrup.
- Alföldi, T., Bickel, R., and Weibel, F. **1998**. Vergleichende Qualitätsuntersuchungen zwischen biologisch und konventionell angebauten Produkten: Eine kritische Betrachtung der Forschungsarbeiten zwischen 1993 und 1998. Frick, Schweiz: Forschungsinstitut für Biologischen Landbau (FiBL)..
- Bleasdale, J. K. A. and Thompson, R. **1963**. An objective method of recording and comparing the shapes of carrot root. Journal of Horticultural Science .: 38:232-241.
- Dlouhy, J. **1981**. Alternativa odlingsformer- växtprodukters kvalitet vid konventionell och biodynamisk odling. Uppsala: Swedish University of Agriculture.
- Evers, A. M. **1989**. Effects of different fertilization practices on the glucose, fructose, sucrose, taste and texture of carrot. Journal of Agricultural Science in Finland .61:113-122.
- Fjeldsenden, B., Martens, M., and Russwurm, H. Jr. **1981**. Sensory quality criteria of carrots, swedes and cauliflower. Lebensm. Wiss. U. Technol.14:237-241.
- Haglund, A. **1998**. Sensory quality of tomato, carrot and wheat. Influences of growing systems. Acta universitatis upsaliensis: Uppsala.
- Hansen, H. **1981**. Comparison of chemical composition and taste of biodynamically and conventionally grown vegetables. Qualitas Plantarum Plant Foods Hum. Nutr. 30:203-211.
- Hogstad, S., Risvik, E., and Steinsholt, K. **1997**. Sensory quality and chemical composition in carrots: a multivariate study. Acta Agric Scand. Section B, Soil and Plant Science .747: 4:253-264.
- Johansson, L., Haglund, A., Berglund, L., Lea, P., and Risvik, E. **1999**. Preference for tomatoes, affected by sensory attributes and information about growth conditions. Food Quality and Preference.10:289-298.
- Keast, R. S. J. and Breslin, P. A. S. **2002**. An overview of binary taste–taste interactions. Food Quality and Preference.14:111-124.
- Lawless, H. T. and Heymann, H. **1999** Sensory evaluation of food. Principles and practices. New York: Chapman & Hall.
- Lieblein, G. **1993**. Quality and Yield of carrot. Effects of composted manure and mineral fertilizer. Aas: Norges Landbrukshöjskole.
- Matthies, K. **1991**. Qualitätserfassung pflanzlicher Produkte aus unterschiedlichen Düngungs- und Anbauverfahren. Kassel- Witzenhausen: Gesamthochschule.
- Pettersson, B. D. **1978** A comparison between conventional and biodynamic farming systems as indicated by yields and quality. Aarau: Wirtz Verlag.
- Pettersson, B. D. **1982** Konventionell och biodynamisk odling. Järna: Nordisk Forskningsring.
- Rautavaara, T. **1973**. Qualitätsuntersuchungen an Gemüse in Finnland. Lebendige Erde.1:93-99.
- Schuphan, W. **1974**. Nutritional value of crops influenced by organic and inorganic fertilizer treatments. Qualitas Plantarum Plant Foods Hum. Nutr. 23: 4:333-358.
- Schutz, H. G. and Lorenz, O. A. **1976**. Consumers preferences for vegetables grown under "commercial" and "organic" conditions. J. Food Sci.41:70-73.
- Vetter, H., Kampe, W., and Ranfft, K. **1983**. Qualität pflanzlicher Nahrungsmittel. Ergebnissen dreijähriger Vergleichsuntersuchungen an Gemüse, Obst und Brot des modernen und alternativen Warenangebots. Schriftenreihe des Verbandes Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten .
- Wistinghausen, E. v. **1979**. Was ist Qualität? Wie entsteht sie und wie ist sie nachzuweisen.

Darmstadt.

Woese, K., Lange, D., Boess, C., and Bögl, K. W. **1995**. Ökologisch und konventionell erzeugte Lebensmittel im Vergleich- Eine litteraturstudie, Teil I und II.

Worthington, V. **1998**. Effect of agricultural methods on nutritional quality: A comparison of organic with conventional crops. Alternative Therapies.4: 1:58-69.