

Är dagens mat näringsfattig?

– En kritisk granskning av näringsförändringar
i vegetabilier

av Irene Mattisson, Christer Andersson, Wulf Becker, Hanna Sara Strandler,
Anita Strömberg och Sören Wretling



**LIVSMEDELS
VERKET**

NATIONAL FOOD
ADMINISTRATION, Sweden

Produktion:

Livsmedelsverket, Box 622
SE-751 26 Uppsala, Sweden

Teknisk redaktör:

Merethe Andersen

Tryck:

Kopieringshuset, Uppsala
Uppsala 2008-06-30

Livsmedelsverkets rapportserie är avsedd för publicering av projektrapporter, metodprovningar, utredningar m m. I serien ingår även reserapporter och konferensmaterial. För innehållet svarar författarna själva.

Rapporter som trycks utges i varierande upplagor och tilltrycks i mån av efterfrågan. De kan rekvireras från Livsmedelsverkets kundtjänst tel 018-17 55 06, fax 018-17 55 11 eller via webbplatsen www.livsmedelsverket.se

Innehåll

Sammanfattning	3
English summary	4
Bakgrund	5
Vilka faktorer kan påverka näringsförändringar över tiden?	5
Nutritionell relevans	6
Produktionsfaktorer som kan påverka näringsinnehåll i livsmedel	8
Lykopen	8
Sortvariation	9
Mognadsgrad	10
Odlingssätt	11
Klimatologisk inverkan	11
Vatten och näringstillförsel	13
Konventionell och ekologisk odling	14
Lagring och hantering	15
Askorbinsyra	15
Sortvariation, mognadsgrad	15
Odlingsbetingelser	17
Lagring och hantering	17
Sammanfattning	17
Analysmetoder - förändringar över tid	19
Analysmetoder	19
Kvalitetssäkring	20
Analyskompetens	21
Dokumentation och spårbarhet	23
Sammanfattning	24
Hantering av information i livsmedelsdatabaser	25
Beräkningar, några exempel	25
Retinolekvivalenter (vitamin A-aktivitet)	25
Niacinekvivalenter	26
Energi	26
Kolhydrater	27
Definition av komponenter, några exempel	27
Tiamin	27
Fibrer	27
Hantering av analysvärden	28
Sammanfattning	28
Litteraturoversikt – näringsförändringar över tid	29
Jämförelser av olika upplagor av livsmedelstabeller	29
Brittiska livsmedelstabeller ”Composition of Foods”	29
Amerikanska livsmedelstabeller	30

Problem vid jämförelse av olika livsmedelstabeller.....	30
Sortprover.....	31
Monitorering.....	31
Övriga studier.....	32
Svenska analysdata - exempel.....	32
Askorbinsyra i citrusfrukter och paprika.....	32
Sammanfattning.....	34
Slutsatser och förslag till fortsatt arbete.....	35
Slutsatser.....	35
Kritisk granskning av litteraturdata.....	35
Säkerställa datakvalité.....	35
Förslag till fortsatt arbete på Livsmedelsverket.....	36
Seminarium 25/9 2008.....	36
Betydelse av växtförädling för näringsinnehåll.....	36
Monitoreringsprojekt.....	36
Kartlägga animalieprodukter.....	36
Referenser.....	37
Bilaga 1. Några viktiga kriterier för bedömning av näringsförändringar över tiden.....	45

Sammanfattning

Syftet med projektet var att se om det skett några väsentliga näringsvärdesförändringar i odlade produkter, beroende på exempelvis sort, klimat eller odlingsmetod. Rapporten visar att det är svårt att bedöma om det skett reella förändringar i näringsinnehåll över tiden. Detta beror dels på bristfällig dokumentation om de livsmedel som undersökts och de analyser som gjorts, dels på att det inte går att utesluta andra orsaker till förändrade halter.

Bakgrunden till projektet är debatten i massmedia om förändringar i näringsvärde över tiden. Arbetet har varit inriktat på att ta fram faktaunderlag om näringsförändringar i vegetabilier, det vill säga frukt, grönsaker och spannmålsprodukter, samt att identifiera hur produktionsförhållanden kan påverka näringsinnehållet. Även betydelsen av förbättrade analysmetoder och hur beräkningsmetoder kan påverka publicerade näringsdata lyftes fram. Vidare gjordes en genomgång av tidigare publicerade studier som tittat på näringsvärdesförändringar över tid.

För framtiden är det viktigt att alla näringsanalysprojekt dokumenteras noggrant. Några viktiga faktorer är provtagningsplats, odlingsätt, klimatförhållanden under odlings säsongen, art/sortvariation, antal prover, provhantering, analysmetod och definition av analyserad komponent. Vidare är det viktigt att i bedömningen av förändringar av näringsinnehåll skilja på reella förändringar och artefakter, som beror på sättet att definiera, analysera och bedöma.

- Exempel på reella skillnader i näringsinnehåll är variation beroende på sort, mognadsgrad vid provtagning, odlingsätt, klimat, lagring och hantering.
- Artefakter som påverkar publicerade värden, men inte det faktiska näringsinnehållet, är till exempel analysmetoder, beräkningar och definition av komponent, exempelvis ett specifikt vitamin.

Vid jämförelser är det viktigt att jämföra halter uttryckt per torrsvikt så att skillnaden inte beror på olika vattenhalt. Om det sker reella förändringar är det också viktigt att bedöma näringsmässig betydelse, det vill säga avgöra om förändringarna påtagligt påverkar intaget av näringsämnet i befolkningen.

Rapporten är ett led i Livsmedelsverkets arbete att öka kunskapen om förändringar i näringsinnehåll i vegetabilier. Rapporten innehåller även förslag på hur Livsmedelsverket bör arbeta med frågan i fortsättningen.

English summary

The aim of this report was to examine if there has been any substantial changes in nutrient content of plant foods available on the market over time. The background is a debate in Swedish media concerning changes in nutrient content as a consequence of e.g. depletion of the soil.

The work has concentrated on identifying both factors that influence the actual nutrient content of plant foods and on factors that only influence the published nutrient data. As an example it is described how factors like cultivar, climate and growing conditions influence the content of lycopene and ascorbic acid in tomatoes. The influence of development and changes in analytical procedures over time is also discussed. Further there are examples on how calculations, definitions and other procedures in data compilation might influence published nutrient data. The report also includes a literature overview of published data on changes in nutrient content over time.

It is concluded that it is impossible to state if there has been any substantial changes in nutrient content over time. Because of lacking documentation of samples, sample handling and analytical procedures it is not possible to exclude other factors behind observed changes in nutrient content.

Bakgrund

Under 2006 pågick en intensiv debatt i massmedia om förändringar i näringsvärde över tiden. Framförallt diskuterades en sänkning av halterna av näringsämnen i frukt, grönsaker och spannmålsprodukter som en följd av utarmade jordar. Jordbruksdepartementet fick in en begäran från Riksförbundet Hälsofrämjandet och Svenska Vegetariska Föreningen att Livsmedelsverket skulle få ökade resurser för att arbeta med dessa frågeställningar (Jo2006/1543/KO). Några extra resurser tilldelades inte men i Livsmedelsverkets strategiska plan för 2007 – 2010 skrevs följande mål in ”Öka kunskapen om förändringar i näringsinnehållet i vegetabilier”

För att nå målet startades ett projekt för att skriva en SLV-rapport med faktaunderlag om näringsförändringar i vegetabilier över tid och förslag till hur Livsmedelsverket skall arbeta med frågan i fortsättningen. Projektgruppen bestod av representanter från Nutritionsavdelningen (N), Kemiska enheten 2 (Kem2) och Toxikologiska enheten (T) vid Livsmedelsverket. Följande personer ingick: Irene Mattisson, projektledare (N), Wulf Becker (N), Hanna Sara Strandler (Kem2), Sören Wretling (Kem2), Christer Andersson (T) och Anita Strömberg (T).

Projektgruppen har haft begränsat med tid och resurser vilket lett till strikta prioriteringar i rapporten. Rapporten tar endast upp vegetabilier och begränsas till råvaror (inga processade livsmedel). Effekter av hanteringen i hemmet har således inte ingått i uppdraget. Den omfattar ämnen med potentiella hälsoeffekter men tar endast med ett fåtal komponenter för att exemplifiera vad som kan påverka halter i livsmedel.

Litteraturgenomgången gör inte anspråk på att vara komplett. Den syftar till att kritisk granska ett urval av omtalade artiklar och pekar på faktorer som kan var svårtolkade och problematiska i frågeställningen ”näringsvärdesförändringar över tiden”.

Vilka faktorer kan påverka näringsförändringar över tiden?

Data på halter av näringsämnen i livsmedel publiceras på olika sätt t.ex. i livsmedelstabeller, i vetenskapliga artiklar och i produktfaktablad. Det finns många faktorer som påverkar publicerade näringsvärden. Dels är det faktorer som har reell effekt på näringsinnehållet i livsmedel t.ex. sortval, årsmån, odlingsförhållanden m.m. Dels är det faktorer (artefakter) som påverkar de näringsvärden som publiceras men inte den faktiska halten. Exempel på artefakter

är använda analysmetoder som med tiden utvecklas och förfinas, vilket medför en påverkan på de halter som mäts upp; hur näringsdata bearbetats, t.ex. olika beräkningsmetoder och omvandlingsfaktorer. Urvalet av livsmedel som ligger bakom ett visst värde har avgörande betydelse och i många fall saknas uppgifter om hur representativt ett undersökt objekt är, till exempel avseende sorter, geografisk ursprung och tid för provtagning.

Rapporten belyser och exemplifierar både faktorer som kan ligga bakom verkliga förändringar av halter och artefakter som endast påverkar publicerade data.

Nutritionell relevans

När det sker en förändring av näringsinnehåll över tiden är det inte säkert att den påverkar näringsintag och folkhälsan på ett betydelsefullt sätt, förändringen kan sakna nutritionell relevans. Flera faktorer påverkar nutritionell relevans vid bedömningen av en förändring. T.ex. vad är rekommendationen för intag av näringsämnet; hur stor andel av näringsintaget bidrar en portion av ett visst livsmedel med och hur stor är förändringen i innehållet? I tabell 1 visas ett exempel.

Tabell 1. Nutritionell relevans, exemplet järn

Livsmedel (portionsmängd g)	Havregryn (35)	Vitkål, rå (70)
Järn mg/100g	5,3	0,4
Järn mg/portion	1,9	0,3
SNR kvinnor 31-60 år (järn, mg)	15	15
% av SNR ¹	13	2
% av SNR efter sänkning av halten med 50%	6,5	1

¹ SNR: Svensk Näringsrekommendationer, Livsmedelsverket

Om ett livsmedel har hög halt av ett näringsämne och en portion bidrar signifikant till rekommenderat dagsbehov exempelvis järn i havre, så spelar en sänkning av halten med 50 % roll; förändringen har nutritionell relevans. Om halten av näringsämnet är lågt, som gäller för järn i vitkål, så har en minskning med 50 % inte samma påverkan på intaget; förändringen saknar nutritionell relevans. Halt och konsumtionsmönster i olika befolkningsgrupper har betydelse för om en förändring är viktig. Systematiska förändringar inom samma livsmedelsgrupp kan också spela roll. Om t.ex. halten järn skulle sjunka i alla sädeslag kan det vara viktigt även om varje livsmedel inte framstår som viktigt.

Ytterligare en fråga är hur halter av näringsämnen skall jämföras över tiden. I de allra flesta livsmedelstabeller uttrycks halterna per mängd ätligt livsmedel, vanligen per 100 gram livsmedel. Om då vattenhalten ökar minskar halterna. Om

man istället uttrycker näringsinnehåll per gram torrs substans påverkas inte näringsämneshalten av förändringar i livsmedlets vattenhalt, som till exempel lätt uppkommer under olika odlingsförhållanden. I denna rapport avser halter mängd per 100 gram färskvikt om inte annat anges.

Det viktiga för konsumenten är emellertid näringstätheten, d.v.s. hur mycket näring livsmedlet innehåller i förhållande till energiinnehållet. Om näringstätheten påverkas och produkterna blir mera näringsfattiga kan detta innebära en risk ur näringssynpunkt. Detta gör att man måste beräkna och jämföra siffrorna på flera sätt för att kunna bedöma om en viktig förändring skett. Jämförelser av näringstäthet över tiden kompliceras dessutom av att energi är beräknat och beräkningarna skiljer sig över tiden och mellan olika livsmedelsdatabaser, se sidan 26. Detta gör att det svårt att direkt jämföra näringstäthet.

Produktionsfaktorer som kan påverka näringsinnehåll i livsmedel

Det är omöjligt att göra en fullständig genomgång av hur halten av olika ämnen i frukt, grönsaker och cerealier skulle kunna påverkas av olika produktionsfaktorer. För att illustrera komplexiteten redovisas några enskilda exempel. Vi har valt att redovisa ämnena lykopen och askorbinsyra i tomat och hur de påverkas av sort, mognad, odlingssätt, klimatologisk inverkan och vatten och näringstillförsel samt lagring och hantering.

Lykopen

Tomater innehåller huvudsakligen vatten (93,5%). I kosten är de dock en viktig källa av vitaminer och mineraler. Tomater är särskilt rika på karotenoider, vitamin C, E och folat, och på kalium. Ur hälsosynpunkt är även deras innehåll av karotenoider, flavonoider, fytosteroler och olika spårämnen av intresse. Bland de mer än tjugo karotenoider man funnit i tomat är det förutom karotenoider med pro-vitamin A aktivitet främst lykopen som tilldragit sig intresse. Lykopen är också det röda färgpigmentet i den mogna tomaten. I mogna tomater utgör lykopen cirka fyra femtedelar av karotenoiderna (Daood et al., 1987). Lykopen anses ha betydelse för vår hälsa på grund av dess synnerligen goda förmåga att utsläcka en typ av reaktiva syremolekyler som kallas singletsyre. I tomatfrukten tycks lykopen fungera som ett skydd emot skador inducerade i växten av solljus/belysningen (Conn et al., 1991).

Cirka 4-12% av karotenoiderna i tomat utgörs av β -karoten, medan mindre än 7% utgörs av phytoen, phytofluene, γ -karoten, z -karoten, α -karoten och neurosporen. Xantofyllerna lutein och zeaxantin förekommer i mindre mängd, medan övriga karotenoider kan negligeras på grund av mycket låga halter. Många av de karotenoider som är något så när vanliga är prekursorer till lykopen när ämnet syntetiseras i tomatplantan (Grierson and Kader, 1986).

Lykopen förekommer i två former – *trans*- eller *cis*-form. I den färska tomatfrukten utgörs nära 95% av all lykopen av *trans*-formen. Vid tillagning/processning av frukten kan *trans*-formen övergå i *cis*-isomeren (isomeriseras) och även resultera i att lykopenet oxideras (Kuti and Konuru, 2005). Lykopen är dock jämförelsevis värmestabilt.

Eftersom lykopenet är ett rött pigment kan man enkelt avgöra om tomatfrukter innehåller en större eller mindre mängd av ämnet. Men vilka faktorer styr halten av lykopen?

Sortvariation

En uppenbart viktig faktor är arvsanlagen (Tonucci et al., 1995; Giovanelli et al., 1999; Thompson et al., 2000). Tomaten tillhör växtsläktet *Lycopersicon*. Släktet omfattar åtta arter, men endast en av dessa ger frukter som kan konsumeras, *Lycopersicon esculentum* L (Davies and Hobson, 1981). Man tror att den nuvarande salladstomaten härstammar från den i naturen förekommande körsbärstomaten, *L. esculentum* var. *cerasiforme*. Arten härstammar från nordvästra Sydamerika men domesticerades sannolikt i Mexiko och har sedan dess förädlats till ett stort antal odlingsvarianter. Många av dessa kan särskiljas av gemene man på grund av fruktens storlek, form eller färg. Dessa har alla liknande genetisk uppsättning men skiljer sig sinsemellan på avgörande punkter. Mot bakgrund av fruktens lykopeninnehåll står färgvarianterna i särställning. Det finns tomatsorter som i moget tillstånd är gula, orange, svagt röda, traditionellt röda eller intensivt mörkröda. De senare kallas ibland pigmentrika tomater. Medan lykopen svarar för den röda färgen är det huvudsakligen β -karoten som svarar för den gula färgen. Uppenbarligen har dessa färgvarianter olika halt av lykopen, vilket bekräftats i ett stort antal kemiska analyser. De gula tomaterna innehåller mycket låg mängd lykopen, de orange lite mer, traditionellt röda tomater normal mängd och pigmentrika tomater stor mängd lykopen (t.ex. Cox et al., 2003). Men en variation kan påvisas även hos tomatsorter med samma röda färg. De 'svarta' tomatsorter som finns på marknaden innehöll inte mer lykopen än de röda, vilket tyder på att andra ämnen än lykopen bidrar till färgen hos dessa sorter (Cox et al., 2003).

Även storleken och formen av tomatfrukten har betydelse för dess lykopenhalt eftersom lykopenet inte är homogent fördelat i frukten. Det är starkt knutet till cellorganeller som kallas kloroplaster. Dessa förekommer något tätare i skalet och området strax därunder. Fruktköttet och kärnorna har en något lägre halt av lykopen (Al-Wandawi et al., 1985; Tonucci et al., 1995; Sharma and Le Maguer, 1996; George et al., 2004). Det innebär att tomatsorter där skalet och omgivande vävnad utgör en större andel av själva frukten kommer att få en högre lykopenhalt. Det kan illustreras av de så kallade körsbärstomaterna som innehåller förhållandevis stora mängder lykopen per viktsenhet (Brandt et al., 2003; George et al., 2004).

De data som sammanställts i Tabell 2 visar att den mogna vanliga salladstomaten innehåller de lägsta halterna lykopen, körsbärstomater något högre halt och de rikt pigmenterade tomaterna störst mängd lykopen. När det gäller de normalt rödfärgade tomatsorterna strider dock expertisen fortfarande om det finns ett

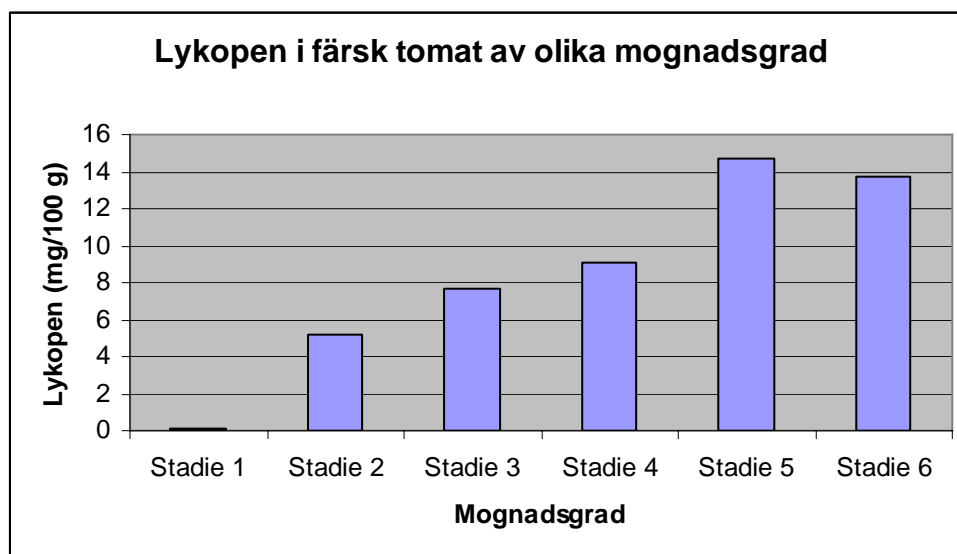
starkt samband mellan fruktfärg och halten lykopen (Arias et al., 2000; Barrett and Anthon, 2001; López et al., 2001; Helyes et al., 2006).

Mognadsgrad

En annan påtaglig faktor som styr tomatens lykopenhalt är fruktens mognadsgrad. Den unga tomatfrukten är liten och grön. Frukten växer i storlek och når i sinom tid det stadium då mognaden påbörjas. Detta kan ses som att den gröna färgen upplöses och i ett kontinuerligt förlopp övergår först i gult och sedan i orange och rött hos rödfruktade sorter. Mäter man fruktens förmåga att bilda karotenoider och dess halt av lykopen och andra karotenoider under de olika mognadsfaserna finner man den högsta enzymatiska karotenoida aktiviteten hos gröna frukter som ännu endast innehåller låga halter av lykopen och flertalet andra karotenoider (Fraser et al., 1994). Under mognaden ökar den genomsnittliga karotenoidhalten drygt femtio gånger, samtidigt som klorofyllhalten sjunker till en tiondel (Fraser et al., 1994). Olika forskare har kommit till olika slutsatser vad avser ökningen i lykopenhalt; uppskattningarna varierar från drygt tjugo gångers ökning till sju hundra gångers ökning (Fraser et al., 1994; Giovanelli et al., 1999; Arias et al., 2000; Thompson et al., 2000; Raffo et al., 2002; Slimestad & Verheul, 2005a; Helyes et al., 2006). Den mest påtagliga ökningen sker sent under mognaden. Den mogna tomaten innehåller 0.16-9.5 mg lykopen/100g färskvikt (Giuntini et al., 2005).

Denna förändring under mognaden kan illustreras med (ännu opublicerade) data från ett forskningssamarbete mellan Livsmedelsverket och Sveriges Lantbruksuniversitet. Figur 1 redovisar lykopenhalten i olika mognadsstadier av tomatens sort Armada odlad under ekologiska förhållanden i växthus sommaren 2004. Halten är låg i den gröna omogna tomaten (stadie 1). Den stiger när färgen övergår i gult och orange (stadie 2-4) och når högsta värden i den mogna röda tomaten (stadie 5-6). Det är uppenbarligen av största betydelse att inte enbart definiera tomatens sort utan även mognadsgraden när man skall jämföra data på halten av lykopen i tomat (McGuire, 1992). Mognadsgraden kan ha betydligt större betydelse än tomatens sort för fruktens halt av lykopen.

De tomater som oftast finns till salu i våra stora snabbköp har inte fått mogna på stocken. De har skördats mitt under mognaden för att underlätta hantering och transport till butiken så att kunden skall få fasta tomater. Då kunden också kräver tomater med en jämn och lämplig röd färg, kräver hanteringen ofta att utmognaden av tomatfrukten stimuleras på lagringsplatserna i närheten av där tomaterna saluförs. Detta kan göras med kemikaliebehandling, men kinetiken blir



Figur 1. Mängden lykopen i mg/100 g färskvikt tomatfrukter av olika mognadsgrad (enligt Californian Tomato Commission 2002, se texten)

då något annorlunda än vid den normala utmognaden på plantan och som visas i Tabell 2 nås inte riktigt lika höga halter av lykopen som när frukten får mogna på plantan (Giovanelli et al., 1999).

Odlingssätt

Som framgår av Tabell 2 är det ingen större skillnad i lykopenhalt mellan tomater odlade på friland och de som odlats i växthus. De studier som direkt jämfört dessa odlingsformer med avseende på halten lykopen i tomatfrukten har dock kommit till olika resultat (e.g. Brandt et al., 2003). Av tabell 2 framgår att tomater från snabbköp ofta innehåller lägre lykopenhalt jämfört med de som skördats mogna på plantan. Det beror sannolikt på att de plockats innan frukten ännu mognat ut och sedan behandlas under lagringen för utmognad. Mognaden har dock inte blivit fullständig. Man har även studerat huruvida lykopenhalten i tomater inköpta på snabbköp eller odlade i växthus varierar under året. Påtagliga variationer påvisades, men denna var inte korrelerad till fotoninflödet för fotosyntesen (Slimestad & Verheul, 2005b). Det visade sig att tomatprov insamlade under sommarsäsongen innehöll något högre nivåer än de som insamlats under vinterhalvåret (Bowen, 2003; Lugasi et al., 2003; USDA, 2005).

Klimatologisk inverkan

I vilken omfattning kan då miljön under odling och odlingstekniken påverka tomatfruktens halt av lykopen? Uppenbara miljöfaktorer av betydelse är de klimatologiska förhållandena - väder, temperatur och ljus. Studier av lykopensyntesen har visat att den kräver minst 12°C, men hämmas av

temperaturer över 32°C. Optimala temperaturer ligger mellan 18 och 26°C (Robertson et al., 1995). I överensstämmelse med dessa undersökningar fann Leoni (1992) att det bästa förhållandet för mognad är lagom höga temperaturer (22-25 °C) och lagom skydd av tomatfrukten mot direkt solljus. Tomater som tillväxer i starkt solljus utvecklar oftast en färg som konsumenterna anser otypisk för tomat. Färgförändringen har man tolkat som en effekt av att frukten utsätts av för hög temperatur i kombination med intensivt ljus. Det har föreslagits att temperaturer över 35°C stimulerar omvandlingen av lykopen till β -caroten (Dumas et al., 2003). För mycket direkt sol skulle också kunna ge upphov till oxidativa skador i tomaten, och dessa förbrukar lykopen för att läkas (Dumas et al., 2003). Växthusstudier har visat att det inte enbart är tiden och ljusintensiteten, utan också ljusets kvalitet (till exempel genom att filtrera bort solljusets UV-B spektrum), som kan påverka den mogna tomaten med avseende på dess innehåll av antioxidanterna askorbinsyra, lykopen och β -karoten (Cox et al., 2003; Giuntini et al., 2005). När lykopenhalten i frilandsodlade tomater jämfördes med halten i tomater odlade under plast eller under glas erhöles högre halter i de som odlats på friland eller under plast. Tomater som direkt exponeras för sol under sin tillväxt har ofta högre lykopenhalter än de som tillväxt i skugga.

Tabell 2. Halten (mg/100g färskvikt (fv)) av lykopen i röda mogna salladstomater, körsbärstomater eller rikt pigmenterade tomater odlade på friland eller i växthus.

Typ av tomatprodukt	Lykopenhalt (mg/100g fv)	Referenser
Salladstomat odlad på friland	2.5-17.3	Thakur & Kaushal 1995; Abushita et al., 2000; Thompson et al., 2000; Gómez et al., 2001 Kuti & Konuru, 2005
Salladstomat odlad i växthus	2.2-10.2 (12.2)	Paiva et al., 1998; Arias et al. 2000; De Pascale et al., 2001; Brandt et al., 2003; Caris-Veyrat et al., 2004; Kuti & Konuru, 2005
Högpigmenterad tomat odlad på friland	17.5-24.3	Lenucci et al., 2006
Körsbärstomater, odlade på friland	4.3-12.0	Kuti & Konuru, 2005; Lenucci et al., 2006
Körsbärstomater, växthusodlade	5.6-10.8	Raffo et al. 2002; Brandt et al., 2003; Kuti & Konuru, 2005; Leonardi et al., 2000
Butikstomater	0.9-13.6	Khachik et al., 1992; Hart & Scott, 1995; Heinonen et al., 1989; Tavares & Rodriguez-Amaya, 1994; Marinez-Valverde et al., 2002; Lugasi et al., 2003

Vatten och näringstillförsel

Andra miljöfaktorer som påverkar halten av lykopen är vatten-, mineral- och näringstillgång. Obalans i vattentillförseln har i flera studier orsakat reducerad lykopenhalt, men denna stressfaktor kan mycket väl samverka med andra faktorer eftersom några studier har funnit att sådan stress kan öka halten lykopen. Flera forskargrupper har studerat hur mängden närsalter i näringstillförseln kan påverka

halten av lykopen i mogna tomater. Lykopenhalten minskade med ökad mängd kalcium i näringslösningen (Paiva et al., 1998). Vid kalciumbrist i tomaten stimuleras etylenproduktionen (Bangerth, 1979; Glenn et al., 1988), som i sin tur inducerar utmognad med ökad syntes av karotenoider, inklusive lykopen (Kays, 1991). Å andra sidan kan överskott av kalcium i jorden hämma absorptionen av kalium på grund av interaktion mellan de två jonerna. Däremot stimulerade en ökad kaliummängd i närings/bevattningslösningen en ökning i fruktens lykopenhalt (Trudel and Ozbun, 1971). Koksalt, upp till en viss koncentration, stimulerade produktionen av lykopen; större mängder hämmar lykopenproduktionen. Detta antyder att det skulle kunna gå att förbättra lykopenhalten i tomat vid acceptabelt skördeutbyte genom att välja bevattning med en saltlösning upp till cirka 0.25 % (w/v) (De Pascale et al., 2001).

När det gäller kväve (N) har de högsta lykopenhalterna erhållits vid låga kvävegivor. Fruktställningen hos tomat sker när plantans tillväxt är måttlig och tillgången på kväve och kolhydrater är balanserad. För god fruktställning krävs att kolhydrater upplagras i en omfattning som överstiger kraven vid god tillväxt. Vid god kvävetillgång är tillväxten snabb och halten kolhydrater minskar, vilket i sin tur leder till en försämrad fruktställning (Madhavi and Salunkhe, 1998). Tillgången på svavel påverkar lykopenhalten på så sätt att brist på svavel hämmar biosyntesen av lykopen (Lugasi et al., 2003). Fosfater tycks stimulera bildningen av lykopen, även om effekten är marginell (Oke et al., 2005).

Konventionell och ekologisk odling

I en översiktsartikel diskuterar Brandt and Mølgaard (2001) huruvida ekologiska produkter innehåller mer eller mindre av olika näringsämnen, mineraler, vitaminer och fytoalexiner än konventionella produkter. Denna frågeställning utreddes tidigare av Woese et al. (1997) som sammanfattade vår kunskap fram till för tio år sedan och drog slutsatsen att skillnaderna oftast är små och obetydliga. Systematiska undantag var halten av nitrat, som var lägre i ekologiska produkter, och halten av askorbinsyra som var högre i ekologiska produkter.

Ett par senare studier är värda att omnämnas. Caris-Veyrat et al. (2004) använde en intrikat metod för att utvärdera om mogna ekologiska tomater innehåller högre eller lägre halter av antioxidanter än konventionellt odlade tomater. Men vanliga kemiska analyser fann man att ekologiskt odlade tomater innehåller en högre halt av askorbinsyra och lykopen än konventionellt odlade tomater. För lykopen var halten 3.2-3.8 mg/100g fv i konventionella tomater och 3.6-4.2 mg/100g fv i ekologiska tomater. Men ingen skillnad förelåg om halten uttrycks i förhållande till torrvikten, på grund av att torrsubstanshalten var högre i ekologiska jämfört med konventionella tomater. Caris-Veyrat och medarbetare (2004) gjorde emellertid även studier av serumnivåen av lykopen och askorbinsyra hos personer som i en interventionsstudie fått konsumera 96g tomatpuré per dag i tre veckor.

Inga skillnader i serumnivå av dessa antioxidanter påvisades hos personer som konsumerat puré från ekologiska respektive konventionella tomater.

Toor och medarbetare (2006) fann att lykopenhalten var i medeltal 40 % lägre i tomater från plantor som gödslats med ekologiskt växtklipp baserad på gräs och klöver, i jämförelse med de som fått mineralgödsling med nitrat. Författarna spekulerade i att den lägre nivån lykopen kunde bero en minskad syntes vid bristfällig svaveltillgång (gödningsmedlen resulterade i reducerat svavelupptag).

Lagring och hantering

Slutligen skall påpekas att halten av lykopen i tomat kan påverkas sedan tomaten skördats. Således har man visat att lykopenhalten ökar under lagring av såväl salladstomat som körsbärstomat (Thompson et al., 1965; Molyneux et al., 2004; Sahlin et al., 2004). Fem dagars lagring av körsbärstomat resulterade i en ökning av lykopennivån med cirka 34 % (Molyneux et al., 2004; Sahlin et al., 2004). Vid högre lagringstemperaturer (minst 32°C) hämmas dock bildningen av lykopen.

Askorbinsyra

I jämförelse med exempelvis morötter, potatis eller spenat är tomater förhållandevis rika på C-vitamin. Den svenska livsmedelsdatabasen anger till exempel att halten av C-vitamin, askorbinsyra, i tomat är 20 mg/100g ätlig del (Livsmedelsverkets livsmedelsdatabas version 20080505).

Askorbinsyran förekommer i hela tomatfrukten men fruktskalet innehåller upp till 100 % högre nivåer än fruktköttet och kärnorna (George et al., 2004; Toor and Savage, 2005). Det är dock fruktköttets innehåll av askorbinsyra som har mest betydelse för askorbinsyrahalten i tomaten eftersom köttets andel av frukten är stor relativt skalets. I en tomatfrukt återfinns omkring 60 % av askorbinsyran i fruktköttet och 20 % vardera i skalet och kärnorna (Toor and Savage, 2005).

Sortvariation, mognadsgrad

Spagna och medarbetare (2005) rapporterade små skillnader i askorbinsyranivå mellan olika sorter av tomat. Askorbinsyranivån i tomatfrukten ändras däremot under mognaden. De högsta nivåerna påträffas under perioden då frukten tillväxer, det vill säga under vår och försommar (Fox and Cameron, 1995). När frukten vuxit färdigt sker mycket små förändringar i askorbinsyrahalten så länge frukten inte stressas på något sätt. Således påvisades inga statistiskt säkerställda skillnader i askorbinsyrahalt i de växthusodlade tomater av olika mognadsgrad som visas i Figur 1. En antydning till något högre halter av askorbinsyra i tomater som just genomgick en färgförändring över gult och orange kunde dock antydning. Liknande observationer har gjorts av andra forskare i både salladstomater och

körsbärstomater (De Pascale et al., 2001; Ruffo et al., 2002). Abushita et al (1997) rapporterade en mer tydlig topp i askorbinsyrahalt i det gula stadiet av mognad. Nivån vid detta stadium var nästan dubbelt så hög som under de gröna och röda stadierna. Forskargruppen föreslog att minskningen i askorbinsyrainnehåll när frukten övergick från gult till rött mognadsstadium sammanfaller med ett ökat behov av antioxidanter när mognande celler omsätter större mängder av syre. Norska data på körsbärstomater odlade i växthus ger en något annorlunda bild (Slimestad and Verheul, 2005a). De fann att halten askorbinsyra steg under fruktens mognad från 9,7 mg till 17,1 mg/100 g tomat.

De mogna tomaterna i växthusförsöket innehöll i genomsnitt mellan 14 och 18 mg askorbinsyra per 100 g frukt, nivåer som sammanfaller med dem som rapporterats i salladstomater odlade till mognad på ett likartat sätt (Abushita et al., 2000; Sahlin et al., 2004; Stevens et al., 2006). Tomater odlade på friland innehåller liknande (Bajaj et al., 1990; Abushita et al., 2000) eller något högre nivåer av askorbinsyra, 19-48 mg/100 g fruktvikt, än de som odlats i växthus (Audisio et al., 1993; Thakur and Kaushal, 1995; Abushita et al., 1997). Frukt som mognat på plantan tycks innehålla högre halter av askorbinsyra än frukter som fått mogna efter skörd, ofta behjälpta med kemisk behandling (Audisio et al., 1993). Oavsett om de odlats i växthus eller på friland innehåller körsbärstomater något högre nivåer av askorbinsyra än salladstomater (Molyneux et al., 2004; Lenucci et al., 2006). Detta kan möjligen bero på ett högre förhållande skal/fruktkött i små fruktvarianter jämfört med salladstomater.

Andra data tyder på att skördetiden på året kan påverka halten av askorbinsyra. Slimestad och Verheul (2005a) skördade körsbärstomater av mognadsstadium IV (gula-oranga frukter) odlade i växthus under perioden maj till oktober 2004 och fann att tidpunkten för skörd påverkade halten av askorbinsyra (5.6-20.0 mg/kg frukt). Det föreslogs att askorbinsyranivån avspeglade intensiteten i den fotosyntetiska fotoninstrålningen. Giuntini et al. (2005) har nyligen studerat betydelsen inte bara av ljusintensiteten utan även ljuskvaliteten för mognaden av tomat genom att odla tre olika tomatsorter som karakteriseras av olika halt lykopen under olika våglängdsspektrum (med och utan UV-B; 280-320 nm) till full mognad. Hos samtliga tre sorter låg halten av reducerad askorbinsyra (utgör vanligen 77-99 % av totalhalten askorbinsyra) hos frukter i det gul/orange stadiet i intervallet 27-33 mg/100g frukt, medan nivån i fullt mogen frukt var lägre 10-20 mg/100g frukt. Reduktionen var dock tydlig även för dehydroaskorbinsyra. När effekten av ljusets kvalitet studerades gjorde man den intressanta upptäckten att i två av sorterna innebar avlägsnandet av UV-B strålning en drastisk ökning av både askorbinsyra och dehydroaskorbinsyra. Den tredje sorten var en högpigmenterad sort (karakteriserad av hög halt lykopen) och här gjordes den motsatta observationen. Resultaten skulle kunna tolkas som att den kortvågiga delen av ljusspektrat kan orsaka skador i plantorna och att dessa förbrukar antioxidativa komponenter vid läkningen. Konsekvensen blir då lägre nivåer av askorbinsyra.

Odlingsbetingelser

Av de studier som har undersökt odlingsförhållandenas betydelse för halten av askorbinsyra i tomat, fann Fanasca et al. (2006) att den näringslösning som tillförs tomatodlingar i växthus har obetydlig inverkan på fruktens askorbinsyranivån, oberoende av tomatsort. Andra forskargrupper har dock observerat signifikant lägre halt av askorbinsyra i tomater som odlats i växthus med höga givor NO_3^- jämfört med tomater som fått andra gödningsformer (Somers et al., 1951; Montagu and Goh, 1990; Toor et al., 2006). Däremot tycks enigheten vara större att näringslösningens mineralhalt påverkar mängden askorbinsyra i frukten. I den studie som publicerats av De Pascale et al. (2001) tillsattes koksalt till bevattningslösningen och halten askorbinsyra steg med 60% vid de högsta salthalterna som testades (motsvarande en elektrisk konduktivitet av 15.7 dS m^{-1}).

Det har rapporterats att halten av askorbinsyra generellt sett är högre i ekologiska produkter än i konventionellt producerade tomater (Woese et al., 1997). Caris-Veyrat och medarbetare (2004) gjorde studier av serumnivåen av askorbinsyra hos personer i en interventionsstudie som fått konsumera 96g tomatpuré per dag i tre veckor. Inga skillnader i serumnivån av detta vitamin påvisades i personer som konsumerat puré från ekologiska respektive konventionella tomater.

Några studier indikerar emellertid att användning av bekämpningsmedel ökar halten av askorbinsyra genom att ge upphov till oxidativ stress i växten (Kadam et al., 1981). Askorbinsyra tycks ackumuleras närhelst en växt utsätts för oxidativ stress, vare sig den kommer från intensivt solljus, torka, låg tillgång på kväve, eller exponering för bekämpningsmedel eller predatorer (Kaack et al., 2002). Askorbinsyran finns till stor del i kloroplasterna där en stor mängd reaktivt syre bildas under fotosyntesen.

Lagring och hantering

Hantering efter skörd kan påverka askorbinsyrahalten. Molyneux och medarbetare (2004) fann att fem dagars lagring (15°C) resulterade i en askorbinsyrareduktion på cirka 13 %. Slimestad och Verheul (2005a) fann däremot att askorbinsyrahalten i växthusodlade körsbärstomater ökade under lagring; storleken av ökningen berodde på lagringstemperaturen (låga temperaturer gav i det närmaste ingen ökning).

Sammanfattning

Lykopen utgör cirka 80 % av karotenoiderna i tomat och anses ha betydelse för vår hälsa gå grund av dess goda förmåga att utsläcka reaktiva syremolekyler. Lykopenhalterna i tomat styrs av många faktorer, bl.a. sort, mognadsgrad,

temperatur, ljus, årstid, vatten, näringstillgång och lagringsförhållanden. Det är svårt att jämföra lykopenhalter i tomater över tiden eftersom olika tomatsorter använts och mognadsstadier oftast är dåligt beskrivna. Dessutom är halterna av lykopen oftast beräknade på färskvikt och vid jämförelse av studier är torrviktsdata att föredra.

I tomatfrukten återfinns omkring 60 % av askorbinsyran i fruktköttet och 20 % vardera i skalet och kärnorna. Liksom lykopenhalterna styrs askorbinsyrahalterna i tomater av många faktorer men nog av främst mognadsgrad och odlingsfaktorer. Till exempel brukar halterna av askorbinsyra vara högre i ekologiskt odlade tomater än i konventionellt producerade tomater.

Analysmetoder - förändringar över tid

Analysmetod och analysförfarande är faktorer som påverkar erhållna resultat. Betydande förändringar av analysmetoder, analysförfarande och kvalitetskontroll har skett sedan de första livsmedelstabellerna publicerades på 1920-30-talet. Förändringar genom åren har varit så omfattande att det är tveksamt om det går att dra säkra slutsatser om vegetabiliers näringsinnehåll har minskat eller inte. Utvecklingen har dock lett till att vi idag har förutsättningar för att i framtiden göra bättre jämförelser av eventuella näringsvärdesförändringar.

Analysmetoder

Varje steg, stort eller litet, i en metods utveckling kan påverka möjligheten att jämföra resultat. Ibland övergår man dessutom från en teknik till en annan, vilket får till följd att analysresultat inte alltid kan jämföras över tid.

Exempel på en sådan brytpunkt är fiberdata som tidigare analyserats som ”crude fibre” (råfibrer) genom hydrolys och gravimetrisk bestämning. Den nya definitionen av kostfibrer som infördes på 1980-talet knöts till en analysmetod AOAC¹ 985.29 som använder enzymer för nedbrytning och sedan gravimetrisk slutbestämning. Idag diskuteras att vidga definitionen ännu mer genom att räkna in fler komponenter, t.ex. fruktaner i kostfibervärdet. För att överhuvudtaget kunna jämföra kostfiberdata är det viktigt att ha tillgång till information om vilka komponenter som ingår i begreppet och vilken/vilka analysmetoder som använts för att kvantifiera dessa.

Under 1980- och 1990-talen gick man från manuellt hanterande till mer eller mindre automatiserade metoder. För järn och fosfor användes tidigare kolorimetrisk metodik som under 1990-talet ersattes med AAS²- och ICP³-metodik. Analys av natrium, kalium och kalcium utfördes tidigare med flamfotometrisk teknik men ersattes på 1990-talet med AAS²- och ICP³-teknik. Manuellt arbetskrävande metoder som analys av fetthalt och kväve (protein) har underlättats med införandet av semi-automatiserade tekniker som NMR⁴ och Soxtec. För fettsyror som analyseras med gaskromatografisk teknik har utvecklingen inom området gått från packade kolonner till kapillärkolonner vilket medfört att fler fettsyror kan analyseras än tidigare. Vid analys av vitaminer har man övergått till HPLC⁵ från spektrofotometrisk analys, viss mikrobiologisk teknik och för vitamin D även från biologisk analys (t.ex. djurmodeller). Nya tekniker som tillkommit är LC-MS⁶ metoder samt immunologiska och proteinbindande metoder som till exempel Biacore-systemen. Vanligtvis bekräftar man vid införandet av en ny analysmetodik att man får likvärdiga resultat som med den tidigare metoden. För vitamin B₆ visade dock en jämförelse en

systematisk skillnad på 20 % högre värden i frukt och grönt analyserade med HPLC⁵ än med mikrobiologisk teknik (Kall, 2003).

Orsaker till laboratoriers olika analysresultat kan vara att olika metoder har använts beroende på nationella bestämmelser, att man har olika utrustning eller kompetens samt på grund av felaktigt bruk av metoder. Exempel på olika nationella bestämmelser är analys av fetthalt. Nordiska laboratorier använder SBR⁸, NMKL⁹-131 1989 som en officiell metod. Flera länder i Europa använder en ISO¹⁰ metod (Weibull-Stoldt) vilken ger 10-50 % lägre analysresultat beroende på fetthalt och livsmedelstyp. Metoderna skiljer sig i huvudsak bara åt genom ett filtreringssteg.

Metoders utveckling genom åren har lett till en ökad selektivitet och känslighet vilket bland annat innebär att lägre halter kan bestämmas. Detta kan ge intryck av en förändring av näringsinnehåll beroende på hur data senare har hanterats, till exempel vid införande i livsmedelstabell (se kapitel 4, Hantering av analysvärden). Den ökade selektiviteten minskar inverkan på resultatet av kontamination från omgivningen, exempelvis vid analys av järn. Även påverkan av interferens minskar, vilket kan uppfattas som om halten sjunkit. Närbesläktade ämnen som tidigare felaktigt räknats in i analysresultatet kan med ökad selektivitet separeras från det sökta och resultatet blir då lägre. Analysresultat kan även bli högre än tidigare, exempelvis då provupparbetningar genom extraktioner förbättrats och lett till ökat utbyte av näringsämnen.

Kvalitetssäkring

En faktor som haft stor inverkan på analysresultat de senaste 15 åren är det förbättrade kvalitetstänkande som vuxit fram bland laboratoriepersonal. I Sverige infördes 1994 krav på ackreditering av livsmedelsanalyser som används inom offentlig kontroll. Ackrediteringskrav i laboratoriestandarden ISO¹⁰ 17025 omfattar användande av validerade metoder, i vissa fall standardmetoder och krav på att ange mätosäkerhet, ett frekvent deltagande i provningsjämförelser samt analys av referensmaterial. Dessa krav borde leda till att skillnaden i analysresultat mellan olika laboratorier minskar.

Ännu kvarstår dock många problem. Alla länder har inte kommit lika långt i detta kvalitetstänkande, även om en gemensam livsmedelslagstiftning infördes inom Europa 2004 (EG 882/2004). Dessutom kan tillämpningen av kraven variera från land till land. Till detta kommer att de provningsjämförelser som finns att tillgå är alltför få, innehåller få matriser och oftast avser berikade halter av näringsämnen vilket inte är relevant för analyser av råvaror och oberikade produkter.

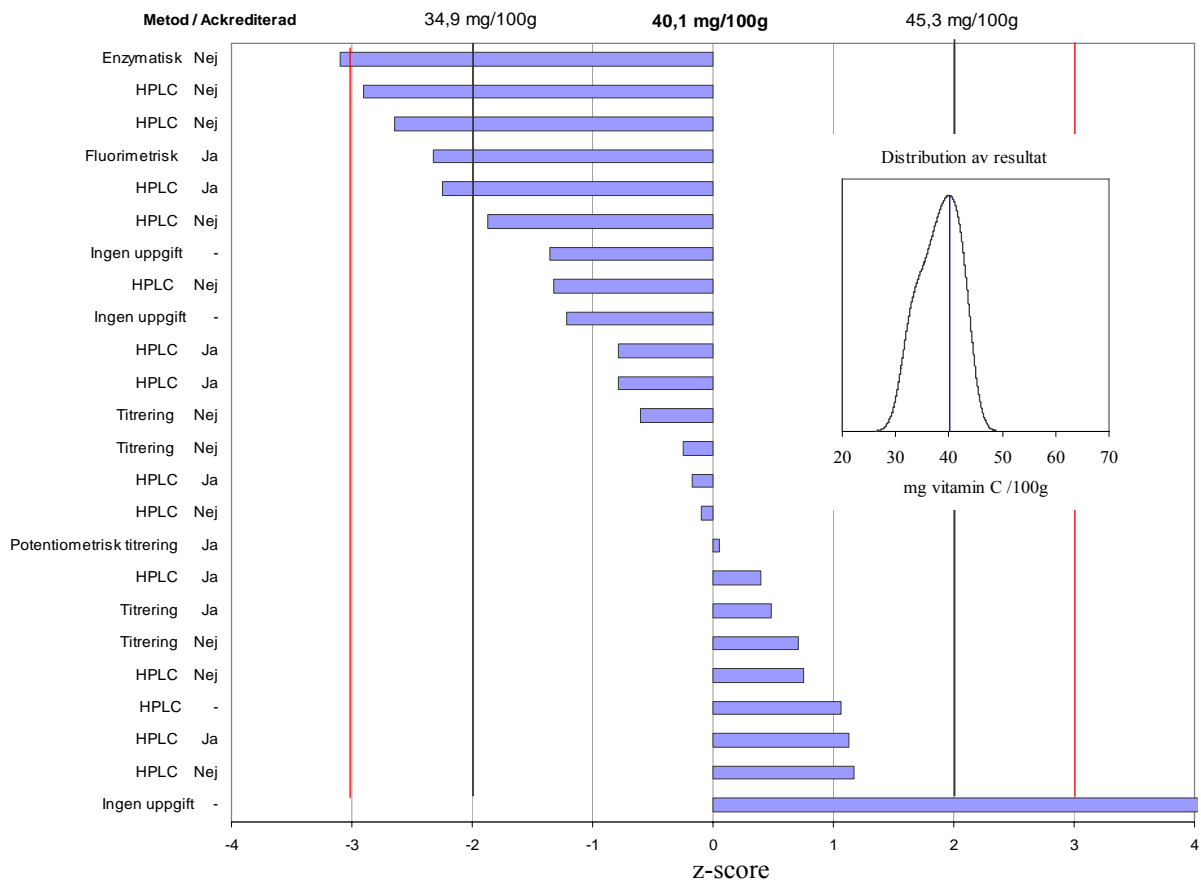
Analyskompetens

Svårigheten att jämföra analysresultat över tid illustreras även av resultaten från de provningsjämförelser som anordnas. Erfarenheten av dessa kompetensprovningar visar att skillnaden mellan vad som anses som godkända resultat kan vara upp till 50 % i en provomgång och då är det ändå ett och samma material som analyserats av olika laboratorier under en begränsad tid. Detta får ses som en bild av den faktiska analytiska verkligheten eftersom skillnaden inte kan kopplas till val av metod eller om metoden är ackrediterad eller inte.

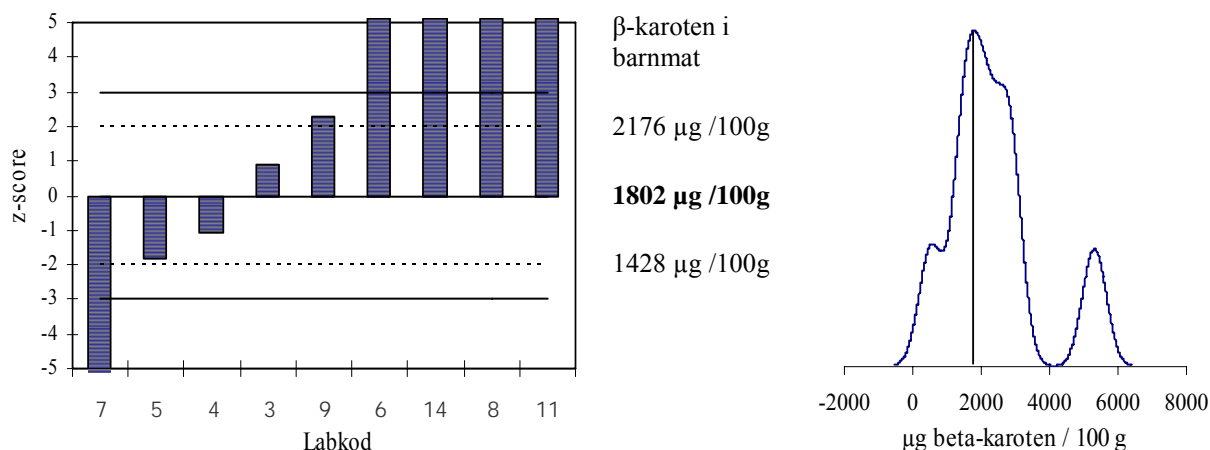
En provomgång i en kompetensprovning går till på så vis att ett homogent provmaterial, som testats med avseende på de analyter som ska ingå i provomgången, skickas ut till de deltagande laboratorierna. Dessa analyserar provet, oftast med sina rutinmetoder för analyterna i fråga, och skickar sedan tillbaka resultaten för jämförelse med övriga deltagare. Halterna är inte kända i förväg för laboratoriet och i och med att en utomstående part gör utvärderingen anses detta förfarande vara det enda objektiva sättet att bekräfta sin analyskompetens på.

I kompetensprovningar jämförs resultaten uttryckt som z-score, laboratoriets relativa avvikelse från medelvärdet. z-score är en standardiserad enhet som gör att man kan jämföra resultat vid olika koncentrationsnivåer och matriser. Ett z-score på två eller mindre anses som tillfredsställande. Värden mellan två och tre är diskutabla medan de över tre är otillfredsställande.

Figur 2 och 3 visas resultat från två provomgångar anordnade av Livsmedelsverket under 2006 och 2007. Det första diagrammet är för vitamin C i fruktpuré och det andra för β -karoten i barnmat. Analysmetoder för C-vitamin har funnits längre och är mer etablerade än de metoder som nu tas fram för analys av β -karoten. Detta avspeglas även i kompetensprovningarna där resultaten för vitamin C är mer samlade än de för β -karoten. För C-vitamin redovisas även typ av metod som använts och om den är ackrediterad eller inte.



Figur 2. Distribution av z-score och resultat för vitamin C i fruktpuré. Resultat hämtade från Livsmedelsverkets kompetensprovningprogram för vitaminer, provomgång V-5 2007 (Strandler et al 21/2007). Kurvan visar resultatens distribution runt medelvärdet medan staplarna visar z-scorefördelningen. Diagrammet visar att två laboratorier i provomgång V-5 hade otillfredsställande resultat, ett med betydligt högre resultat och ett med lägre. Fyra hade lägre, diskutabla resultat medan 18 laboratorier redovisade tillfredsställande analysresultat. Det är 26 % skillnad mellan nedre och övre gräns för tillfredsställande resultat, 34,9 mg/100g respektive 45,3 mg/100g.



Figur 3. Distribution av z-score och resultat för β -karoten i barnmat. Resultat hämtade från Livsmedelsverkets kompetensprovningssystem för vitaminer, provomgång V-4 2006 (Strandler et al 17/2007). Staplarna visar z-scorefördelningen medan kurvan visar resultatens distribution runt medelvärdet. Diagrammet visar att fem laboratorier i provomgång V-4 hade otillfredsställande resultat, fyra med betydligt högre resultat och ett med lägre. Ett laboratorium hade ett högre, diskutabelt resultat och tre laboratorier redovisade tillfredsställande analysresultat. Det är 42 % skillnad mellan nedre och övre gräns för tillfredsställande resultat, 1428 $\mu\text{g}/100\text{g}$ respektive 2176 $\mu\text{g}/100\text{g}$.

Dokumentation och spårbarhet

Även insikten om betydelsen av dokumentation kring resultat och prov har förändrats genom åren. Jämförelse mellan enskilda analysdata är meningslösa om viktig information om provet saknas. Exempel på sådan information är vilken metod som använts och laboratoriets kvalitetsstatus, men resultatens tillförlitlighet påverkas även av provtagningsplan, antal prov och provhantering.

Ett systematiskt och standardiserat system för bedömning och betygssättning av analysresultat utifrån den information som finns om ovanstående kategorier har tagits fram vid USDA¹¹ (Holden, 2002). Man identifierar och bedömer även kritiska moment för de enskilda analyterna. Granskning och värdering görs av:

Provtagningsplan- hur representativt provet är, till exempel sorter, geografisk fördelning och årstidsvariation.

Antal prov – avgör kvaliteten av medelvärdet och haltvariationen.

Provhantering – hantering av provet som kan påverka resultatet, eventuell kontaminering av provet eller nedbrytning av analyten samt vilken del av livsmedlet som analyserats.

Analytisk metod - att man valt en lämplig metod för analyten i fråga samt att laboratoriet visat att man kan få korrekta resultat med aktuell metod.

Kvalitetssäkring - laboratoriets variation i resultat med metoden, användande av och resultat från analys av certifierade referensmaterial och egna kontrollprov.

Till sist ska man också vara medveten om att ett och samma populärnamn för en substans kan avse olika kemiska substanser. Vid en jämförelse av data måste därför identiteten på näringsämnet i fråga vara känd.

Ett exempel är tiamin som kan rapporteras som tiamin, tiaminklorid eller tiaminklorid-hydroklorid. De har olika molekylvikt och därför måste resultaten omräknas till en och samma substans innan man kan göra en jämförelse. För C-vitamin förekommer att man analyserar enbart askorbinsyra eller totalhalten som askorbinsyra och dess biologiskt verksamma metabolit, dehydroaskorbinsyra. En skillnad i resultat kan därför bero på vilken komponent som analyserats.

För vissa vitaminer förekommer det även beräknade värden på innehåll och vid jämförelse av data måste man ta hänsyn även till detta för exempelvis niacin/niacinekvivalenter, folat/folatekvivalenter och retinol/retinolekvivalenter (se sidorna 25-26).

Sammanfattning

Idag finns en större kunskap och kompetens kring analysarbetet än vad fallet varit tidigare. Bättre dokumentation ger den kvalitet på analysdata som behövs för att göra framtida bedömningar av förändringar i näringsvärde.

¹Association of Official Analytical Chemists

²Atomic Absorption Spectrometry

³Inductively Coupled Plasma

⁴Nuclear Magnetic Resonance

⁵Foss Tecator AB

⁶High Performance Liquid Chromatography

⁷Liquid Chromatography-Mass Spectrometry

⁸Schmid Bondzinsky Ratzlaff

⁹Nordisk Metodik Kommitté för Livsmedel

¹⁰International Standards Organization

¹¹United States Department of Agriculture

Hantering av information i livsmedelsdatabaser

De näringsvärden som publiceras i livsmedelsdatabaser kan dels vara baserade på analysvärdet direkt eller baserade på beräkningar av olika analyter. T.ex. är värden på mineraler och flera vitaminer analysvärden, medan t.ex. retinolekvivalenter (vitamin A-aktivitet) och niacinekvivalenter (niacinaktivitet) är baserade på beräkningar från ett eller flera analysvärden. Total mängd kolhydrater och protein beräknas. Total energi beräknas utifrån halter av energigivande näringsämnen och information om energiinnehåll/gram för dessa. Hur beräkningarna görs kan skilja både över tiden och mellan olika vetenskapliga teorier. Exempel på beräkningar ges i tabell 3 och 4.

Hanteringen av data i livsmedelsdatabaser skiljer sig i vissa avseenden mellan olika länder, vilket leder till att data inte alltid är direkt jämförbara. EU finansierar via 6:e ramprogrammet ett europeiskt projekt ”European Food Information Resource Network” (EuroFIR) (www.eurofir.net) som syftar till att harmonisera och öka utbytet av kvalitetssäkrad livsmedelsinformation i Europa. Ett exempel är att EuroFIR dokumenterar olika beräkningar och har arbetat fram ett gemensamt sätt att dokumentera informationen. Nu utvecklas ett kvalitetsindex för livsmedelsdata (se www.eurofir.org).

Beräkningar, några exempel

Retinolekvivalenter (vitamin A-aktivitet)

Vid beräkning av retinolekvivalenter (RE) inkluderas dels preformerat retinol och dels bidragen från de karotenoider som skulle kunna omvandlas till retinol. Faktorerna för hur pass effektivt karotenoider bidrar till retinolaktivitet har ändrats. I senaste versionen av Nordiska Näringsrekommendationer (NNR 2004) anges följande beräkning:

$$\text{RE} = \text{retinol } (\mu\text{g}) + \beta\text{-karoten } (\mu\text{g})/12 + \alpha\text{-karoten } (\mu\text{g})/24 + \beta\text{-kryptoxantin } (\mu\text{g})/24.$$

Den tidigare formeln var:

$$\text{RE} = \text{retinol } (\mu\text{g}) + \beta\text{-karoten } (\mu\text{g})/6 + \alpha\text{-karoten } (\mu\text{g})/12 + \beta\text{-kryptoxantin } (\mu\text{g})/12.$$

Tabell 3 visar en jämförelse mellan de två olika sätten att beräkna den totala halten RE. Det publicerade värdet för RE har ändrats under 2000-talet men det sker alltså ingen faktisk ändring av näringsinnehåll.

Tabell 3. Beräkning av retinolekvivalenter i morötter

	Retinol (µg)	β-karoten (µg)	α-karoten (µg)	β-krypto- xantin (µg)	RE
Morot (efter 2004)	0	6 800/12	2 200/24	5/24	658
Morot (före 2004)	0	6 800/6	2 200/12	5/12	1317

Niacinekvivalenter

Aminosyran tryptofan kan omvandlas till niacin i kroppen och därför beräknas niacinekvivalenter (NE) från halter preformerat niacin och tryptofan i livsmedel. I cerealier kan största delen av niacinet inte utnyttjas (Näringslära för högskolan). I tabell 4 visas en sammanställning av hur niacinekvivalenter beräknades i de 5 nordiska länderna 2007. Vid samma tidpunkt beräknades alltså NE på fyra olika sätt i de fem nordiska länderna.

Tabell 4. Beräkning av niacinekvivalenter (NE) i livsmedelsdatabaser i de nordiska länderna 2007 (Med tillstånd av författaren Jannicke Fredriksen)

Land	Bidrag från niacin i cerealier till NE	Beräkning av tryptofanhalt
Danmark	Inkluderas ej	Tryptofaninnehåll finns med i tabellen
Finland	Inkluderas	Samma faktor används för beräkning av tryptofaninnehåll i protein från olika livsmedelsgrupper
Island	Inkluderas	Olika faktorer används för beräkning av tryptofaninnehåll i protein från olika livsmedelsgrupper
Norge	30 % inkluderas	Olika faktorer används för beräkning av tryptofaninnehåll i protein från olika livsmedelsgrupper
Sverige	Inkluderas	Olika faktorer används för beräkning av tryptofaninnehåll i protein från olika livsmedelsgrupper

Energi

Energi beräknas från de energigivande näringsämnen (fett, protein, kolhydrater, alkohol, fibrer). Varje ämne har en faktor för energiinnehåll per gram.

Energiinnehållet i livsmedel beräknas på många olika sätt (Koivistoinen, P.E et al 1999). Resultaten av beräkningarna kan variera beroende t.ex. på vilka faktorer som används; om kostfibrer beräknas ge energi eller inte; faktorn för organiska syror; hur ingående energigivande ämnen är definierade (Atwater 1899, Merrill et al 1973). Även lagstiftning kan reglera hur energi skall beräknas t.ex. vid märkning av livsmedel.

I den svenska databasen beräknas energi enligt NNR 2004:

$$\text{Energi (kJ)} = \text{Kolhydrater(g)} * 17.0 + \text{Protein(g)} * 17.0 + \text{Fett(g)} * 37.0 + \text{Alkohol(g)} * 29.0 + \text{Fibrer(g)} * 8.0$$

Kolhydrater

Kolhydrater kan beräknas på olika sätt. Vanligt är att beräkna kolhydrater som rest ("by difference") alltså det som blir kvar när innehållet av vatten, aska, protein, fett, alkohol, och i vissa tabeller fibrer, tagits bort. I den svenska databasen beräknas kolhydrater som rest enligt följande:

$$\text{Kolhydrat som rest} = 100,0 - (\text{Vatten(g)} + \text{Aska(g)} + \text{Protein(g)} + \text{Fett(g)} + \text{Fibrer(g)} + \text{Alkohol(g)})$$

Kolhydrater kan också beräknas som summan av analyserad mängd mono-, di- och oligosackarider och stärkelse.

När kolhydrater beräknas som rest innebär det att t.ex. organiska syror och sockeralkoholer räknas i kolhydrater vilket inte blir fallet när man summerar olika typer av kolhydrater. Det blir skillnad i kolhydratinnehållet enbart beroende på beräkningssätt.

Definition av komponenter, några exempel

Det är inte alltid tydligt vilket näringsämne eller komponent som avses i databaser/publikationer.

Tiamin

I de nordiska länderna publicerar Finland värdet för tiamin medan övriga länder publicerar värdet för tiaminhydroklorid (molekylvikt 336,8). I tabellerna från samtliga länder står det endast "tiamin". Omräkningsfaktorn från tiaminhydroklorid till tiamin är 0,892 (Norfoods 2000).

Fibrer

Fibrer definieras av analysmetoden. Majoriteten av tabellerna använder AOAC-metoden, se sidan 19. Den brittiska tabellen använder andra metoder för analys av fibrer och kan därmed inte direkt jämföras med övriga tabeller.

Hantering av analysvärden

Även hanteringen av analyserade värden kan ställa till problem vid tolkning av data. Det gäller t.ex. när en halt ligger under detektionsgränsen för de analysmetoder som använts. Vilket värde skall publiceras när halten inte kan bestämmas? Det finns olika praxis om detta. Man kan publicera detektionsgränsen, halva detektionsgränsen och ibland värdet noll som halt av näringsämnet. Inget av dessa värden är en korrekt skattning av det faktiska innehållet. Om detektionsgränsen för ett ämne sänks och denna publiceras som nytt värde framstår det som att det skett en ändring av halten, men det är en artefakt.

Sammanfattning

Publicerade värden kan skilja på en rad punkter t.ex. beräkningar, definition av komponent, vilket värde som har valts för att publiceras som halt, mellan olika källor för näringsdata. Inom Europa pågår ett harmoniseringsarbete för att underlätta jämförelse mellan olika källor. Det är inte alltid dokumenterat hur ett värde är framtagit vilket gör det svårt att jämföra halter över tiden och mellan olika källor.

Litteraturoversikt – näringsförändringar över tid

I huvudsak finns två typer av studier. Den ena bygger på jämförelser av näringsinnehåll redovisade i olika upplagor av livsmedelstabeller/databaser, medan den andra bygger på jämförelser av sortprover. Dessutom finns några studier där ett urval av livsmedel analyserats vid olika tidpunkter.

Jämförelser av olika upplagor av livsmedelstabeller

Här finns några studier som är publicerade i vetenskapliga tidskrifter (White and Broadley 2005; Davies et al. 2004; Thomas 2003) och några som är publicerade i populärvetenskapliga skrifter utan referentgranskning (Thomas 2006; Mayer 1997).

Brittiska livsmedelstabeller ”Composition of Foods”

Mayer (1997) jämförde data för 20 frukter och 20 grönsaker från den 3:e upplagan (1930-talet) med motsvarande data i den 5:e upplagan (1980-talet). Data för 3:e upplagan togs dock från den 4:e upplagan då denna enligt författaren innehåller samma data för de utvalda produkterna. Enbart data för färska produkter inkluderades, dock ej kryddor. Andra urvalskriterier var att äldre data hade uppdaterats i den nya upplagan och att beskrivningen av det analyserade provet var identiskt, t.ex. att båda proverna var skalade. Data analyserades genom att jämföra kvoten mellan nya (1980-talet) och gamla (1930-talet) värden (uttryckt i färskvikt) för respektive mineralämne (Ca, Mg, Fe, Cu, Na, K, P) samt torrsubstans och vattenhalt. Det geometriska medelvärdet av kvoterna (för grönsaker resp. frukter sammantaget) testades statistiskt med t-test. En signifikant lägre kvot sågs för Ca, Mg, Cu och Na i grönsaker och för Mg, Fe, Cu och K i frukter, vilket pekar på ett lägre näringsinnehåll enligt nyare data.

Thomas (2003) använde samma källor för en jämförelse av mineralinnehållet 14 olika kategorier av livsmedel, varav 27 grönsaker och 17 frukter. Både färska och tillagade produkter inkluderades. Jämförelsen baseras på summan av halterna (uttryckt i mg/100g) för de olika mineralerna för alla produkter (grönsaker + frukter). För varje mineralämne redovisas den procentuella förändringen baserad på summahalten. Sammantaget redovisas en minskning av ”halterna” (-16-76%) för de flesta av de studerade mineralämnena (Na, K, Mg, Ca, Fe, Cu), med undantag för P. Någon statistisk analys av resultaten ingår inte.

I ytterligare en studie med samma upplägg jämförde White och Broadley (2005) mineralinnehållet i 26 grönsaker (inkl. potatis och baljväxter) och 40 frukter i äldre och nyare livsmedelstabeller från Storbritannien och USA. I jämförelsen av brittiska data användes haltdata (uttryckt per torrsvikt) från 1930-talet och från 1980-talet (i princip samma källor som i ovanstående artiklar). Data analyserades genom att jämföra kvoten mellan nya (1980-talet) och gamla (1930-talet) värden för respektive produkt och mineralämne (Ca, Cl, Cu, Fe, K, Mg, Na, P). Dessutom jämfördes medelvärdet för grönsaker, frukter och samtliga produkter sammantaget. Den naturliga logaritmen av kvoterna testades statistiskt med t-test (one-sample). Resultaten visade signifikant lägre halter av Cu, Mg och Na i grönsaker och av Cu, Fe och K i frukter sammantaget. För torkade frukter (n=7) och nötter (n=7) sågs endast små skillnader. För USA jämfördes haltdata publicerade av USDA från 1930-talet med värden i USDA:s livsmedelsdatabas från 2004. 2004 års haltdata för Ca, Cu och Fe i grönsaker (n=24) och Cu, Fe och K i frukter (n=33) var sammantaget signifikant lägre. Författarna noterar att kvoten för olika livsmedel och mineralämnen varierade avsevärt och att halten av vissa mineralämnen var lägre respektive högre i de nyare tabellerna. I en kommentar till denna studie påpekar Davies (2006) att resultaten är beroende av val av statistisk metodik och att snedfördelning av de brittiska värdena gör att Student's t-test inte är en lämplig metod. Analys med icke-parametrisk metodik ger signifikans för Cu och Na i grönsaker, medan inga signifikanser för frukt påvisas. Däremot kvarstår skillnaderna i värdena för USA-data. Vidare framgår att medianen av kvoterna i brittiska data är nära 1 för alla mineralämnen utom för Cu.

Amerikanska livsmedelstabeller

Davies et al. (2004) jämförde näringsinnehållet i 43 trädgårdsprodukter enligt amerikanska livsmedelstabeller publicerade 1950 och 1999. Data analyserades statistiskt genom att jämföra kvoten (median och geometriskt medelvärde) mellan nya och gamla värden för energigivande näringsämnen, vissa vitaminer (vitamin A, tiamin, riboflavin, niacin, askorbinsyra) och mineralämnen (Ca, P, Fe). 1950-års haltdata räknades om så att vatteninnehållet var det samma som för 1999. I analysen ingick 38 grönsaker, 3 melonsorter, jordgubbar och potatis. Sammantaget visade analyserna att 1999 års haltdata var signifikant lägre för Ca, P, Fe riboflavin och askorbinsyra. Inga statistiska skillnader påvisades för de enskilda produkterna. Ändringar i sortval förs fram som en trolig förklaring till de påvisade skillnaderna.

Problem vid jämförelse av olika livsmedelstabeller

Jämförelser mellan olika upplagor av livsmedelstabeller har många potentiella felkällor. Det går ofta inte att avgöra om näringsdata är representativa för de livsmedel som fanns tillgängliga på marknaden vid de aktuella perioderna. I många fall härrör data från sekundära källor, detta gäller t.ex. för flera produkter i

Mayers studie (1997). Vidare är kriterierna för urvalet av livsmedel inte alltid redovisade och i t.ex. Thomas studie ingår både färska och tillagade former. I vissa fall jämförs haltdata uttryckt per 100g färskvikt, ibland per torrsvikt, eller korrigerat i förhållande till nya data. Vilken sort som provtagits framgår inte. Analysmetoderna har förändrats över tid och det påverkar mineralämnena som järn, där tidigare studier ofta gav för höga halter p.g.a. kontamination. Detta nämns bl.a. av Davis (2006). Det finns vidare statistiska problem med jämförelser av tabellvärden för olika livsmedel. Ett tabellvärde kan vara av olika typ, t.ex. medelvärde från ett antal analyser, median, viktat eller beräknat. Även om man påvisar skillnader mellan olika tabeller behöver detta inte innebära att skillnaden är signifikant (Davis 2006).

Sortprover

Några studier jämför näringsinnehållet i sortprover som odlats under olika tidsperioder. En undersökning av selenhalten i utsädesprover av svenskt vete visar på små skillnader i halter under åren 1910-1980 (Johnsson 1992). Scott et al. (2006) analyserade protein, stärkelse och aminosyror i 45 majssorter odlade USA mellan 1920 och 2001. Man fann en trend mot ökad stärkelsehalt i storleksordningen 1 procentenhet, en trend mot en motsvarande minskning av proteinhalten, medan halten av aminosyror per gram protein var oförändrad.

Monitorering

I Danmark genomfördes under 1983 till 1997 ett s.k. Övervakningssystem där representativa prover av ett 40-tal livsmedel/livsmedelskategorier analyserades med avseende på bl.a. ett 20-tal näringsämnen (Leth et al. 2001). Provtagning och analys gjordes inom tre 5-årsperioder (1983-87, 1988-92, 1993-97). För varje livsmedel/kategori analyserades 8 till 26 prover beroende på näringsämne. För de grönsaker (blomkål, gurka, morötter, tomater, vitkål) som ingick såg man generellt inga eller små skillnader i halten av vitaminer (B6, folat, vitamin C) över tid. En tendens till ökad halt vitamin C sågs för blomkål och potatis. Inga förändringar sågs för halten vitamin C i apelsiner, medan halten i äpplen tenderade att öka något. Det senare kan enligt författarna bero på att provtagningen omfattat olika sorter. Beträffande mineralämnena sågs inga förändringar över tid av halten kalium i potatis och inte heller i havregryn, som var den enda oberoende spannmålsprodukten som ingick. Inte heller zinkhalten i havregryn förändrades över tid, medan järn- och magnesiumhalterna var något lägre perioden 1993-97 jämfört med de tidigare perioderna.

Författarna konstaterar att resultaten pekar på att små eller obetydliga förändringar av halten av vitaminer och mineralämnena skett mellan perioderna.

De tendenser som ses kan förklaras av förändringar i berikningsnivåer, analysmetoder och sorter som provtagits.

Övriga studier

Ekholm et al. (2007) jämförde resultat av analyser av mineral- och spårelement i cerealier (n=4), bär och äpple (n=7), grönsaker (n=16) och potatis genomförda i början av 2000-talet med tidigare analyser från 1970-talet i Finland. Cerealierna och grönsakerna i den nya undersökningen provtogs i tre livsmedelsbutiker som representerar de dominerande livsmedelskedjorna i Finland. Provtagningen genomfördes i Helsingfors- och Forssa-området under 2003. Grönsakerna inköptes under odlingssäsong. Bärproverna inköptes från grossist i närheten av Kuopio. 10-12 prover per bärsort provtogs. Äpplena analyserades skalade och urkärnade. För varje livsmedel analyserades ett viktat samlingsprov. Resultaten jämfördes med data från Koivistoinens analyser från 1970-talet och från denna undersökning utvaldes livsmedel som ingick i båda undersökningarna, sammanlagt 28 stycken. Parvisa skillnader mellan resultaten testades med "exact Wilcoxon signed-rank test". Inga skillnader mellan undersökningarna sågs i torrsubstanshalt, med ett par undantag. För produkterna sammantaget sågs inga statistiska skillnader i halter för Mg, Ca, P, Fe och Co. En minskad halt sågs för K, Mn (borderline, $p < 0,05$), Zn, Cu och Ni. Halten av selen var högre, vilket framförallt beror på att selen tillsätts i handelsgödsel. Halten av vissa tungmetaller (Pb, Cd, Al) var lägre i 2003 års undersökning.

Dagstillförseln av mineralämnena beräknades med dessa data och konsumtionsstatistik från 1970- resp. 2000-talet. Resultaten pekade på att tillförseln av Mg, K, Ca, P och Se var högre, medan tillförseln av Mn, Zn, Cu och Fe var lägre. Det minskade intaget av Fe förklaras främst av järnberikningen av mjöl upphörde 1994. I diskussionen tar författarna upp faktorer som kan ha påverkat resultaten, bl.a. nämns att andelen cerealier som importeras varierar mellan olika år. Det framgår dock inte om övriga livsmedel var av inhemskt ursprung eller om olika andelar av importerade produkter ingått. Variationer i sort/ursprung kan således ha påverkat resultaten.

Svenska analysdata - exempel

Askorbinsyra i citrusfrukter och paprika

Statens institut för folkhälsan (SIF) genomförde en rad analysprojekt där näringsinnehållet i olika livsmedel på den svenska marknaden analyserades. I

några projekt analyserades prover av olika sorters citrusfrukter (Hellström 1955) och paprika (Hellström och Andersson 1964). Citrusfrukterna i provtogs under åren 1946-53 medan paprikaproverna insamlades under 1963-64. Resultaten redovisas i tabell 5 tillsammans med värden i Livsmedelsverkets livsmedelsdatabas. Samstämmigheten är överlag god. Värdena i livsmedelsdatabasen baseras dock på analysdata från 1970- och 1980-talet. Resultat från den danska monitoreringen visar att halten vitamin C i apelsiner var 53, 54 och 55 mg/100g ätlig del i prover tagna under de tre femårsperioderna 1983-87, 1988-92 respektive 1993-97 (Leth et al. 2001). Vitamin C halten i 4 prover av apelsiner inköpta i Finland under 1989 var i genomsnitt 51 mg/100g (Hägg et al. 1995). Analyser av 7 prover av importerade apelsiner på den norska marknaden år 2001-02 gav ett medelvärde på 51 mg/100g, med en spridning på 42 till 58 mg/100g (Borgejordet et al. 2004). Dessa resultat tyder på att halten vitamin C i t.ex. apelsiner inte förändrats nämnvärt under de senaste 40-50 åren (tabell 6). Det finns dock en naturlig variation som beror på faktorer som t.ex. sort, mognadsgrad, lagringstid, ursprungsland m.m.

Tabell 5. Innehåll av askorbinsyra (mg/100g ätlig del) i citrusfrukter och paprika enligt analysdata från SIFF och Livsmedelsdatabasen

	SIFF*		SLV [□]		Källa
	Antal prov	mv	min-max		
Apelsin	38	54	33-70	53	USA 1976-84
Grapefrukt	10	41	37-49	39	SLV 1978
Mandariner/ clementiner	6	49	32-59	31	USA 1976-84
Grön paprika	6	118	94-144	115	SLV 1978
Gul paprika	3	208	170-238	205	SLV 1978
Röd paprika	6	183	147-206	200	SLV 1978

*analyser av prover tagna under åren 1946-1953

□ Livsmedelsverkets livsmedelsdatabas version 20080505

Tabell 6. Innehåll av askorbinsyra i apelsiner (mg/100g ätlig del) enligt olika analysprojekt

	Antal prov	mv	min-max	Provtagningsår
Sverige, SIFF	38	54	33-70	1944-53
Sverige, SLV 1978	-	55	34-68	i.u.
Finland	4	51	46-53	1989
Danmark	10	55	37-72	1992-97
Norge	7	51	42-58	2001-02

i.u. = ingen uppgift

Sammanfattning

Flera typer av studier har jämfört näringsinnehåll över tid i vegetabilier. Vanligast är jämförelser av äldre (före 1950) och nyare (efter 1980) upplagor av livsmedelstabeller. Här finns många potentiella felkällor och bristande dokumentation, t.ex. i vad mån tabellvärdena var representativa för de livsmedel som fanns tillgängliga på marknaden under de aktuella perioderna och hur tabellvärdena tagits fram (beräkning, analys). Ett fåtal studier har jämfört sortprover från olika tidsperioder, utan att finna några avgörande skillnader. Monitoreringsstudierna från Danmark tyder inte heller på att några avgörande förändringar har skett under perioden 1983-87 och 1993-97, men pekar på att förändringar i utbudet av sorter liksom av analysmetoder kan ha betydelse.

Slutsatser och förslag till fortsatt arbete

Slutsatser

Rapporten visar på flera faktorer, både reella och artefakter, som måste vara dokumenterade och kontrollerade för att se om en förändring beror på tiden eller någon annan faktor. Idag finns inte tillräckligt väldokumenterad data för att med säkerhet uttala sig om det har skett några näringsförändringar över tiden och som också har effekter på näringsintag.

Kritisk granskning av litteraturdata

Det är viktigt att vara kritisk vid bedömning av litteraturen. I bilaga 1 finns en översikt av kontroller som underlättar bedömning av näringsdata.

Säkerställa datakvalité

Bristfällig dokumentation av analysprojekt medför ofta att det är svårt att bedöma vad skillnader i näringsvärde verkligen beror på. Är det reella skillnader eller artefakter? Om reella - vad är orsaken. För att kunna besvara frågan bättre i framtiden är planeringen/dokumentation av analysprojekt oerhört viktig.

Följande måste dokumenteras:

Provtagningsdatum

Provtagningsplats

Odlare

Odlingssätt

Klimatförhållanden under odlingssäsongen

Art/sortvariant

Antal prover

Provhantering

Analysmetod

Analyten väldefinierad

Förslag till fortsatt arbete på Livsmedelsverket

Seminarium 25/9 2008

Rapporten fokuserar på vegetabilier och näringsförändringar över tiden. Rapporten utgör en del av arbetet med "näringsförändringar över tiden". Den andra delen är ett seminarium i samarbete med Uppsala Livsmedelscentrum (ULC) och Kungliga Skogs- och Lantbruksakademin (KSLA). På seminariet behandlas bl.a. frågeställningen om utarmningen av jordar och effekter på näringsinnehåll i grödorna och vilken betydelse detta har för människors och djurs hälsa. Seminariet har rubriken "Mikronäringsämnen i mark, växter och föda - betydelse för djurs och människors hälsa". All information om seminariet finns på KSLAs hemsida www.ksla.se. Dokumentation av seminariet kommer också att publiceras av KSLA.

Betydelse av växtförädling för näringsinnehåll

Sorten har stor betydelse för variation i näringsinnehåll därför är det viktigt att näringsinnehåll också är en grund för växtval vid växtförädling. Livsmedelsverket bör kartlägga hur växtförädlingen hittills bedömt näringsinnehåll och hur man i framtiden skall påverka växtförädlare att i större utsträckning ta hänsyn till näringsinnehåll.

Monitoreringsprojekt

Livsmedelsverket bör initiera ett monitoreringsprojekt där viktiga grödor följs över tiden och eventuell påverkan på näringsinnehåll står i fokus. Första fasen är att planera vilka grödor som skall provtas och vilka ämnen som skall analyseras. För närvarande planeras ett potatisprojekt, med provtagning 2009-2010, inom ramen för arbetet med att uppdatera den nationella livsmedelsdatabasen. Ett första steg i ett monitoreringsprojekt bör vara att besluta om att förlänga potatisprojektet och även inkludera andra ämnen, t.ex. glykoalkaloider.

På sikt bör det pågå monitoreringsprojekt för de viktigaste livsmedlen på den svenska marknaden där på både näringsämnen och andra ämnen analyseras.

Kartlägga animalieprodukter

För att öka kunskaperna om näringsförändringar över tiden bör Livsmedelsverket starta ett projekt för en granskning av förändrat näringsinnehåll i animalieprodukter.

Referenser

- Abuchita, A. A., Daood, H. G. & Biacs, P. A. (2000) Changes in Carotenoids and Antioxidant vitamins in tomato as a function of varietal and technological factors. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 48:2075-2081.
- Abushita, A. A., Hebeshi, E. A., Daood, H. G. & Biacs, P. A. (1997) Determination of antioxidant vitamins in Tomatoes. *Food Chemistry* 66:207-212.
- Akanbi, C.T. & Oludemi, F.O. (2004) Effect of processing and packaging on the lycopene content of tomato products. *International Journal of Food Properties* 7:139-152.
- Al-Wandawi, H., Abdul-Rahman, M. & Al-Shaikhly, K. (1985). Tomato processing wastes as essential raw materials source. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 33:804-807.
- Arias, R., Lee, T.-C., Logendra, L. & Janes, H. (2000) Correlation of lycopene measured by HPLC with the L*, a*, b* color reading of hydroponic tomato and the relationship of maturity with color and lycopene content. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 48:1697-1702.
- Atwater, W.O. and Bryant, A.P. (1899) The availability and fuel value of food materials. *Conn. (Stoors) Agric. Exp. Sta., 12th Annu. Rep*
- Audisio, M., Dante, D., De Cicco, A. & Suraci, C. (1993) Il contenuto di vitamina C nei pomodori in relazione alle modalità ed al grado di maturazione. *La Rivista di Scienza dell'Alimentazione* 22:507-512.
- Bajaj, K.L., Mahajan, R., Kaur, P.P. & Cheema, D.S. (1990) Chemical evaluation of some tomato varieties. *Journal Res. Punjab agric. Univ.,* 27:226-230.
- Bangerth, F. (1979) Calcium-related physiological disorders of plants. *Annu. Rev. Phytopathol.,* 17:97-102.
- Barett, D. M. & Anthon, G. (2001) Lycopene contents of california-grown tomato varieties. In. *Proc 7th Int. Symp. on Processing Tomato, T.K. Hartz (Ed.), Acta Hort.,* 542:165-173.
- Borgejordet, Å., Nordbotten, A., Løken, E.B., Rimestad, A.H. (2004) Content of some micronutrients in selected fruits. A comparison between new and former values in the Norwegian Food Composition Table. Poster. 8th Nordic Nutrition Congress, Tønsberg, 2004. <http://matportalen.no/matvaretabellen/Publikasjoner>.
- Bowen, P. E. (2003) Is lycopene a likely candidate for prostate cancer prevention and control? *AGRO Food industry hi-tech* 14:11-15.
- Brandt & Mølgaard (2001) Organic agriculture: does it enhance or reduce the

nutritional value of plant foods? *Journal of the Science of Food and Agriculture* 81:924-931.

Brandt, S., Lugasi, A., Barna, É. Hóvári, J., Pék, Z. & Helyes, L. (2003) Effects of the growing methods and conditions on the lycopene content of tomato fruits. *Acta Alimentaria* 33:269-278.

Californian Tomato Commission (2002) Retrieved September, 2000, from the World Wide Web: <http://www.tomato.org/retail/color.html>.

Caris-Veyrat, C., Amiot, M.-J., Tyssandier, V., Grasselly, D., Buret, M., Mikolajczak, M., Guillard, J.-C., Bouteloup-Demange, C. & Borel, P. (2004) Influence of organic versus conventional agricultural practice on the antioxidant microconstituent content of tomatoes and derved purees; Consequences on antioxidant plasma status in humans. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 52:6503-6509.

Conn, P.F., Schlach, W. & Truscott, T.G. (1991) The singlet oxygen and carotenoid interaction. *Journal of Photochemistry and Photobiology* 11:41-47.

Cox, S.E., Stushnoff, C. & Sampson, D.A. (2003) Relationship of fruit color and light exposure to lycopene content and antioxidant properties of tomato. *Canadian Journal of Plant Science* 83:913-919.

Daood, H.G., Biacs, P.A., Hoschke, A., Harkay-Vinkler, M. & Hajdu, F. (1987) Separation and identification of tomato fruit pigments by TLC and HPLC. *Acta Alimentaria* 16:339-350.

Davies, J. N. & Hobson, G. E. (1981) The constituents of tomato fruit-The influence of environment, nutrition, and genotype. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 15:205-280.

Davis DR, Epp MD, Riordan HD. Changes in USDA food composition data for 43 garden crops, 1950 to 1999. *J Am Coll Nutr.* 2004;23:669-82.

Davis DR. Commentary on: "Historical variation in the mineral composition of edible horticultural products" [White, P.J. and Broadley, M.R. (2005) *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 80, 660-667.] *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 2006;81:553-55.

De Pascale, S., Maggio, A., Fogliano, V., Ambrosino, P. & Ritieni, A. (2001) Irrigation with saline water improves carotenoids content and antioxidant activity of tomato. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology* 76:447-453.

Dumas, Y., Dadomo, M., Di Lucca, G. & Grolier, P. (2003) Effects of environmental factors and agricultural techniques on antioxidant content of tomatoes. *Journal of Food Science* 83:369-382.

Ekholm, P Reinivuo, H Mattila, P, Changes in the mineral and trace element contents of cereals, fruits and vegetables in Finland *J Food Comp Anal*

2007;20:487-95.

Fanasca, S., Colla, G., Maiani, G., Venneria, E., Roupael, Y., Azzini, E. & Saccardo, F. (2006) Changes in antioxidant content of tomato fruits in response to cultivar and nutrient solution composition. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 54:4319-4325.

Fox, B. A., & Cameron, A. G. (1995) Vitamins. In: *Food science, nutrition and health*, 6th Rev. Edit., Edward Arnold, London, pp.236-242.

Fraser, P. d., Truesdale, M. r., Bird, C. R., Schuch, W. & Bramley, P. M. (1994) Carotenoid Biosynthesis during tomato fruit development. *Plant Physiology* 105:405-413.

Georg, B., Kaaur, c., Khurdiya, D. S. & Kapoor, H. C. (2004) Antioxidants in tomato (*Lycopersium esculentum*) as a function of genotype. *Food Chemistry* 84:45-51.

Giovanelli, G., Lavelli, V., Peri, C. & Novili, S. (1999) Variation in antioxidant components of tomato during vine and post-harvest ripening. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 79:1583-1588.

Giuntini, D., Graziani, G., Lercari, B., Fogliano, V., Soldatini, G.F. & Ranieri, A. (2005) Changes in carotenoid and ascorbic acid contents in fruits of different tomato genotypes related to the depletion of UV-B radiation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 53:3174-3181.

Glenn, G.M., Reddy, A.S.N. & Poovaiah, B.W. (1988) Effect of calcium on cell wall structure, protein phosphorylation and protein profile in senescing apples. *Plant Cell Physiol.*, 29:565-572.

Grierson, D. & Kader, A.A. (1986) Fruit ripening and quality. In: *The tomato crop. A scientific basis for improvement*, J.G. Atherton and J. Rudich (Eds.), Chapman and Hall, London, pp. 241-280.

Hart, D. J. & Scott, K. J. (1995) Development and evaluation of an HPLC method for the analysis of carotenoids in food, and the measurement of the carotenoid content of vegetables and fruits commonly consumed in the UK. *Food Chemistry* 54:101-111.

Heinonen, M. I., Ollilainen, V., Linkola, E. K., Varo, P. T. & Koivistonen, P. E. (1989) Carotenoids in Finnish foods: Vegetables, fruits, and berries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 37:655-659.

Hellström, V. (1955) Olika citrusfrukters värde ur C-vitaminsynpunkt. *Vår Föda* 7(6):21-24.

Hellström, V. & Andersson, R. (1964) Paprika – ett C-vitaminrikt födoämne. *Vår Föda* 16(3):21-23.

Helyes, L., Pék, Z. & Lugasi, A. (2006) Tomato fruit quality and content depend on stage of maturity. *Hort Science.*, 41:1400-1401.

- Holden, J.M, Bhagwat, J. & Buss, D.H. (2002). Development of a multnutrient data quality evaluation system. *J.Food Comps. Anal.*, vol. 15:4, pp. 339-348.
- Hägg, M., Ylikoski, S., Kumpulainen, J. (1995) Vitamin C content in fruits and berries consumed in Finland. *Journal of Food Composition and Analysis* 8:12-20.
- Johnsson L. Selenium in Swedish soils. Factors influencing soil content and plant uptake. PhD Thesis. Swedish University of Agricultural Sciences, Dept of Soil Sciences. Reports and Dissertations 10, Uppsala 1992.
- Jorhem L., Sundström B., Engman J. Cadmium and Other Metals in Swedish Wheat and Rye Flours: Longitudinal Study, 1983-1997 in *Journal of AOAC International* 2001: 84(6)
- Kaack, K., Nielsen, M., Christensen, L.P. & Thorup-Kristensen, K. (2002) Nutritionally important chemical constituents and yield of carrot (*Daucus carota* L.) roots grown organically using ten levels of green manure. *Acta Agric. Scand., Sect. B., Soil and Plant Sci.*, 51:125-136.
- Kadam, S.S., Nerkar, Y.S. & Salunkhe, D.K. (1981) Subtoxic effects of certain chemicals on food crops. *CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 14:49-109.
- Kall, M.A. (2003). Determination of total vitamin B6 in foods by isocratic HPLC: a comparison with microbiological analysis. *Food Chem.*, vol 82, pp. 315-327.
- Kays, S.J. (1991) Postharvest physiology of perishable plant products. AVI Books, New York, 532 p.
- Khachik, F., Goli, M. B., Beecher, G. R., Holden, J., Lusby, W. R., Tenorio, M. D. & Barrera, M. R. (1992) Effect of food preparation on qualitative and quantitative distribution of major carotenoid constituents of tomatoes and several green vegetables. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 40:390-398.
- Koivistoinen, P.E., Asp, N.G., Englyst, H.N., Hudson, G.J., Hyvönen, L., Kallio, H., Salo-Väänänen. (1996) Memorandum on terms, definitions, and analytical procedures of protein, fat and carbohydrates in food for basic composition data: issues and recommendations. Proceedings of the 2nd International Food Database Conference, Lahti, August 1999 in *Food Chemistry*, Vol. 57, No. 1, Elsevier Science Ltd. [http://dx.doi.org/10.1016/0308-8146\(96\)00182-3](http://dx.doi.org/10.1016/0308-8146(96)00182-3)
- Kuti, J. O. & Konutu, H. B. (2005) Effects of genotype and cultivation environment on lycopene content in red-ripe tomatoes. *Journal of The Science of Food and Agriculture* 85:2021-2026.
- Lenucci,, M. S., Cadinu, D., Taurino, M. Piro, G. & Delessandro, G. (2006) Antioxidant composition in cherry and high.pigment tomato cultivars. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 54: 2606-2613.

- Leonardi, C., Ambrosino, P., Esposito, F. & Fogliano, V. (2000) Antioxidative activity and carotenoid and tomatine contents in different typologies of fresh consumption tomatoes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 48:4723-4727.
- Leoni, C. (1992) Industrial quality as influenced by crop management. *Acta Hort.*, 301:177-184.
- Leth T, Knudsen P, Huusfeldt Larsen E. Food monitoring, 1993-97. Part 1. Nutrients. *FödevareRapport* 2001:17. 1st edition, October 2001. Danish Veterinary and Food Administration, Copenhagen.
- Livsmedelstabeller 1978. Livsmedelsverket.
- Livsmedelsverkets livsmedelsdatabas version "2008-05-05"
<http://192.121.81.11/livsmedelsok/>
- López, J., Ruiz, R. M., Ballesteros, R., Ciruelos, A. & Ortiz, R. (2001) Collor and lycopene content of several commercial tomato varieties at different harvesting dates. In *Proc 7th Int Symp. On Processing Tomato* (ed Hartx, T. K.) pp. 243-247.
- Lugasi, A., Biro, L., Hóvárie, J., Cági, V., Brandt, S. & Barna, E. (2003) Lycopene content of foods and lycopene intake in two groups of the Hungarian population. *Nutr. Res.*, 23:1035-1044.
- Madhavi, D.L. & Salunke, D.K. (1998) Tomato. In: *Handbook of Vegetable Science and Technology: Production, Composition, Storage and Processing*, D.K. Salunkhe, S.S. Kadam (Eds.), Marcel Dekker, Inc., New York, pp. 171-201.
- Martinez-Valverde, I., Periago, M.J., Provan, G. & Chesson, A. (2002) Phenolic compounds, lycopene and antioxidant activity in commercial varieties of tomato (*Lycopersicon esculentum*). *Journal of The Science of Food and Agriculture* 82:323-330.
- Mayer A-M. Historical changes in the mineral content of fruits and vegetables. *Br Food J* 1997; 99:207-11.
- McCollum, J.P. (1954) Effects of light on the formation of carotenoids in tomato fruits. *Food Research* 19:182-189.
- McGuire, R. G. (1992) Reporting of objective color measurements. *HortScience.*, 27:1254-1255.
- Merrill, A.L. and Watt, B.K.: *Energy Value of Foods ... basis and derivation*. Agriculture Handbook No. 74, revised February 1973. Human Nutrition Research Branch, Agricultural Research Service, United States Department of Agriculture.
- Molyneux, S.L., Lister, C.E. & Savage, G.P. (2004) An investigation of the antioxidant properties and colour of glasshouse grown tomatoes. *Int. J. Food Sci.*

Nutr., 55:537-545.

Montagu, K.D. & Goh, K.M. (1990) Effects of forms and rates of organic and inorganic nitrogen fertilisers on the yield and some quality indices of tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Miller). *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science* 18:31-37.

Nordic Nutrition Recommendations 2004 – Integrating nutrition and physical activity. Nord 2004:13, Nordic Council of Ministers, Copenhagen. Se http://www.slv.se/templates/SLV_Page___11403.aspx.

Näringslära för högskolan, Liber AB 2006

Norfoods 2000. Intagsberäkningar av kostdata i Norden. En jämförelse av näringsdata, beräkningsfaktorer och beräkningsmetoder. TemaNord 2002:522, Nordisk Ministerråd, Köpenhamn 2002.

Oke, M., Ahn, T., Schofield, A. & Paliyath, G. (2005) Effects of phosphorus fertilizer supplementation on processing quality and functional food ingredients in tomato. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 53:1531-1538.

Paiva, E. A. S., Sampaio, R. A., & Prieto Martinez, H. E. (1998) Composition and quality of tomato fruit cultivated in nutrient solutions containing different calcium concentrations. *Journal of Plant Nutrition* 21:2653-2661.

Raffo, A., leonardi, C., Fogliano, V., Ambrosino, P., Salucci, M., Gennaro, L., Bugianesi, R., Giuffrida, F. & Quaglia, G. (2002) Nutritional value of cherry tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Cv. Naomi F1) harvested at different ripening stages. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 50:6550-6556.

Robertson, G. H., Mahoney, N. E., Goodman, N. & Pavlath, E. A. (1995) Regulation of lycopene formation in cell suspension culture of VFNT tomato (*Lycopersicon esculentum*) by CPTA, growth regulators, sucrose, and temperature. *Journal of Experimental Botany*, 46:667-673.

Sahlin, e., Savage, G. P. & Lister, C. E. (2004) Investigation of the antioxidant properties of tomatoes after processing. *Journal of Food Composition and Analysis*, 17:635-647.

Scott MP, Edwards JW, Bell CP, Schussler JR, Smith JS. 2006. Grain composition and amino acid content in maize hybrids representing 80 years of commercial maize varieties. *Maydica*. 51:417-423.

Sharama, S. K. & Le Maguer, M. L. (1996) Lycopene in tomatoes and tomato pulp fractions. *Ital. J. Food Sci.*, 2:107-113.

Slimestad, R. & Verheul, M.J. (2005a) Content of chalconaringenin and chlorogenic acid in cherry tomatoes is strongly reduced during postharvest ripening. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 53:7251-7256.

Slimestad, R. & Verheul, M.J. (2005b) Seasonal variation in the level of plant constituents in greenhouse production of cherry tomatoes. *Journal of*

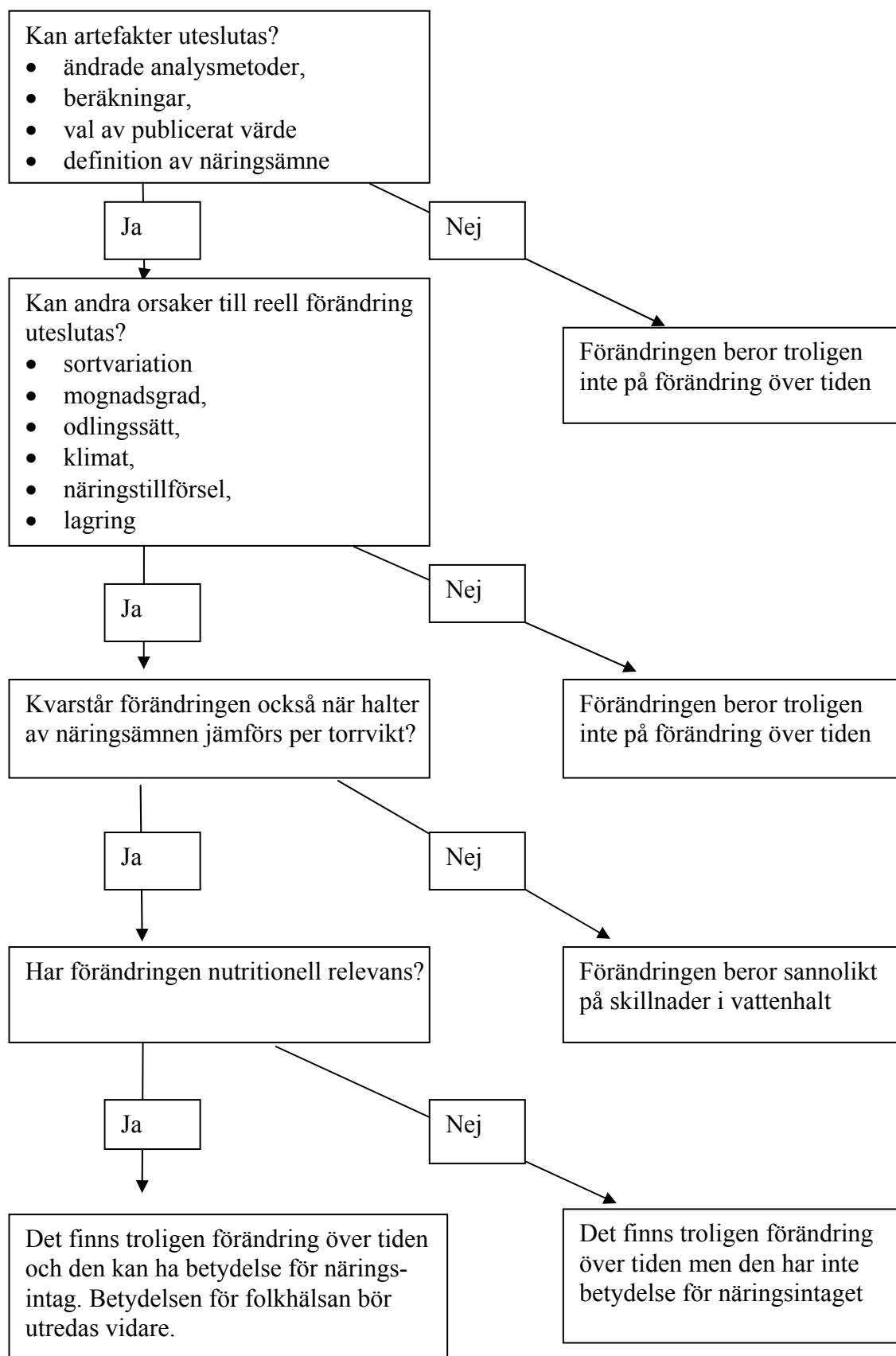
- Agricultural and Food Chemistry 53:3114-3119.
- Somers, G.F., Kelly, W.C. & Hamner, K.C. (1951) Influence of nitrate supply upon the ascorbic acid content of tomatoes. XXXX 38:472-475.
- Spagna, G., Barbagallo, R.N., Bhisari, M. & Branca, F. (2005) Characterization of a tomato polyphenol oxidase and its role in browning and lycopene content. Journal of Agricultural and Food Chemistry 53:2032-2038.
- Strandler, H.S, Staffas, A. Proficiency Testing – Food Chemistry, Vitamins in Food, Round V-5. *Livsmedelsverkets rapport 21/2007*.
- Strandler, H.S, Staffas, A. Proficiency Testing – Food Chemistry, Vitamins in Food, Round V-4. *Livsmedelsverkets rapport 17/2007*.
- Tavares, C. A. & Rodriguez-Amaya, D. B. (1994) Carotenoid composition of brazilian tomatoes and tomato products. Lebensmittel-Wissenschaften U.-Technologie 27:219-224.
- Thakur, N. S. & Kaushal, B. B. L. (1995) Study of quality characteristics of some commercial varieties and F hybrids of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) grown in Himachal Pradesh in relation to processing. Indian Food Packer, pp. 25-31.
- Thomas D. A study on the mineral depletion of the foods available to us as a nation over the period 1940 to 1991. Nutr Health. 2003;17:85-115.
- Thompson, A.E., Tomes, M.L., Wann, E.V. & Stoner, A.K. (1965) Characterization of Crimson tomato fruit color. Proceedings of the American Society of Horticultural Science 86:610-616.
- Thompson, K. A., Marshall, M. R., Sims, C. A., Weil, C. I., Sargent, S. A. & Scott, J. W. (2000) Cultivar, maturity, and heat treatment on lycopene content tomatoes. Journal of Food Science 65:791-795.
- Tonocci, L. H., Holden, J. M., Deecher, G. R., Khachik, F., Davis, C. S. & Mulokozi, G. (1995) TITEL SAKNAS Journal of Agriculture and Food. Science 43:579-586.
- Toor, R. K. & Savage, G. P. (2005) Antioxidant activity and different fractions of tomatoes. Food Research International 38:487-494.
- Toor, R.K., Savage, G.P. & Heeb, A. (2005) Influence of different types of fertilizers on the major antioxidant components of tomatoes. Journal of Food Composition and Analysis 19:20-27.
- Trudel, M. J. & Qzbun, J. L. (1971) Influence of potassium on carotenoid content of tomato fruit. Journal of the American Society of Horticultural Sciences 96:763-765.
- USDA (2005) U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service. 2005. USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 18.

Nutrient Data Laboratory Home Page, <http://www.ars.usda.gov/ba/bhnrc/ndl>

White PJ, Broadley MR. Historical variation in the mineral composition of edible horticultural products *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 2005;80:660-67.

Woese, K., Lange, D., Boess, C. & Werner, K. (1997) A comparison of organically and conventionally grown foods – Results of a review of the relevant literature. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 74:281-293.

Bilaga 1. Några viktiga kriterier för bedömning av näringsförändringar över tiden



1. Algtoxiner i avsaltat dricksvatten.
2. Nationellt tillsynsprojekt 2006 om livsmedelsmärkning.
3. Indikatorer för bra matvanor av W Becker.
4. Interkalibrering av laboratorier. Mikrobiologi – Livsmedel, januari 2007 av C Normark och K Mykkänen.
5. Proficiency Testing – Food Chemistry, Nutritional Components of Food, Round N-39 by L Merino and M Åström.
6. Nutrient Analysis of Dairy Foods and Vegetarian Dishes by M Arnemo, M Arnemo, S Johansson, L Jorhem, I Mattisson, S Wretling and C Åstrand.
7. Proficiency Testing – Food Chemistry, Trace Elements in Food, Round T:14 by C Åstrand and L Jorhem.
8. Riskprofil: Yersinia enterocolitica av S Thisted Lambertz.
9. Riskvärdering av persistenta klorerade och bromerade miljöföreningar i livsmedel av E Ankarberg, M A, G Concha, P O Darnerud, A Glynn, S Lignell och A Törnkvist.
10. Riskvärdering av metylkvicksilver i fisk av K Petersson-Grawé, G Concha och E Ankarberg.
11. Risk assessment of non-developmental health effects of polychlorinated dibenzo-p-dioxins, polychlorinated dibenzofurans and dioxin-like polychlorinated biphenyls in food by A Hanberg, M Öberg, S Sand, P O Darnerud and A Glynn.
12. Fiskkonsumtion – risk och nytta av W Becker, P O Darnerud och K Petersson-Grawé.
13. Riksprojekt 2006 – Mögel och mykotoxiner av P Johnsson och A M Thim.
14. Interkalibrering av laboratorier. Mikrobiologi – Livsmedel, April 2007 av C Normark och K Mykkänen.
15. Rapportering av livsmedelskontrollen 2006 av Doris Rosling.
16. Interkalibrering av laboratorier. Mikrobiologi – Dricksvatten 2007:1, mars av T Šlapokas och C Gunnarsson.
17. Rapportering av dricksvattenkontrollen 2006 av D Rosling.
18. Kontroll av rests substanser i levande djur och animaliska livsmedel; Resultat 2006 av I Nordlander, H Green och I Nilsson.
19. Lead Extracted from Ceramics under Household Conditions by L Jorhem, P Fjeldal, B Sundström and K Svensson.
20. Proficiency Testing – Food Chemistry, Nutritional Components of Food, Round N-40 by L Merino and M Åström.
21. Proficiency Testing – Food Chemistry, Vitamins in Foods, Round V-5 by H S Strandler and A Staffas.
22. Proficiency Testing – Food Chemistry, Trace Elements in Food, Round T-15 by C Åstrand and L Jorhem.
23. Fördjupad kartläggning av bekämpningsmedelsrester i färska ekologiska frukter och grönsaker 2006-2007 – slutrapport av P Bergkvist, L Wallin, A Andersson, A Strömberg, M Pearson och A Önell.
24. Interkalibrering av laboratorier. Mikrobiologi – Dricksvatten 2007:2 september av T Šlapokas och C Gunnarsson.
25. Interkalibrering av laboratorier. Mikrobiologi – Livsmedel, oktober 2007 av C Normark och K Mykkänen.

1. Mikroprofil Nötkreatur. Kartläggning av mikroorganismer på slaktkroppar av M Lindblad.
2. Mögel och mykotoxiner i ris – fokus på basmati och rårís av E Fredlund och A M Thim.
3. Interkalibrering av laboratorier. Mikrobiologi – Livsmedel, januari 2008 av C Normark och K Mykkänen.
4. The Swedish Monitoring of Pesticide Residues in Food of Plant Origin: 2006, EC and National Report by A Andersson, G Jansson and A Jansson.
5. The Swedish Monitoring of Pesticide Residues in Food of Plant Origin: 2007, EC and National Report by A Andersson, G Jansson and A Jansson.
6. Rapportering av livsmedelskontrollen 2007 av Doris Rosling.
7. Proficiency Testing – Food Chemistry, Nutritional Components of Food, Round N 41 by L Merino.
8. Proficiency Testing – Food Chemistry, Trace Elements in Food, Round T-16 by C Åstrand and L Jorhem.
9. På väg mot miljöanpassade kostråd. Vetenskapligt underlag inför miljökonsekvensanalysen av Livsmedelsverket kostråd av C Lagerberg Fogelberg.
10. På väg mot miljöanpassade kostråd – delrapport fisk – av F Ziegler.
11. Rapportering av dricksvattenkontrollen 2007 av D Rosling.
12. Riksprojekt 2007 – Kvicksilver i saluhållen fisk.
13. Interkalibrering av laboratorier. Mikrobiologi – Dricksvatten 2008:1, mars av T Šlapokas, C Gunnarsson och A Jentzen.
14. Interkalibrering av laboratorier. Mikrobiologi – Livsmedel, april 2008 av C Normark, M Olsson och I Tillander.
15. Är dagens mat näringsfattig? En kritisk granskning av näringsförändringar i vegetabilier över tiden av I Mattisson, C Andersson, W Becker, H S Strandler, A Strömberg och S Wretling.

